

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN PARA EQUIPOS PORTÁTILES
EN ENTORNOS INTERIORES POR MEDIO DE RADIOFRECUENCIA PARA LA
UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA.

BELKIS JULIANA JAIMES MOTTA

LAURA ALEJANDRA VILLAMIZAR VAN-EPS

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2016

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN PARA EQUIPOS PORTÁTILES
EN ENTORNOS INTERIORES POR MEDIO DE RADIOFRECUENCIA PARA LA
UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA.

BELKIS JULIANA JAIMES MOTTA
LAURA ALEJANDRA VILLAMIZAR VAN-EPS

Proyecto de investigación para optar por el título de Ingeniería de
Telecomunicaciones

Ana María Cagua Jiménez
Ingeniera electrónica
Msc. Ingeniería Electrónica (c)

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN INLOC
BOGOTÁ
2016

Nota de aceptación:

Jurado

Jurado

*La culminación de este trabajo va dedicada a nuestras
madres ya que han sido nuestros pilares.*

*Agradecemos a ellas por su apoyo incondicional, que sin
duda alguna en el trayecto de nuestras vidas nos han
demostrado su amor, corrigiendo nuestras faltas,
celebrando nuestros triunfos y guiando nuestros pasos.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios por ser nuestro guía, a nuestros familiares, amigos y docentes quienes hicieron parte de este proceso, por su disposición, su dedicación y buena formación.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO REFERENCIAL	2
2.1 MARCO DE ANTECEDENTES.....	2
2.1.1 POSICIONAMIENTO EN ENTORNOS INTERIORES	2
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	11
2.2.1 SISTEMAS RFID.....	11
TAGS (Etiquetas o transpondedor).....	11
LECTORES (Readers).....	12
EQUIPO ANFITRIÓN (Host o controlador)	13
2.2.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN SISTEMA RFID	14
2.2.3 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS RFID	14
2.2.4 MÉTODOS PARA LOCALIZACIÓN EN ENTORNOS INTERIORES ...	17
3. PROCESOS DE PRÉSTAMO DE EQUIPOS PORTÁTILES EN LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA	18
3.1 LABORATORIOS.....	18
3.2. ÁREA DE AUDIOVISUALES.....	19
4. REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA RFID	20
5. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS GENERALES PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA	21
5.1 TAG-ETIQUETA RFID-UHF PARA UBICACIÓN EN EQUIPOS DE CÓMPUTO.....	21
5.1.1 Instrucciones de instalación.....	23
5.2 LECTOR RFID SPEEDWAY® REVOLUTION	24
5.3 ANTENA CIRCULAR POLARITY RFID PANEL S9028PCL.	27
6. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA RFID EN EL ÁREA DEL SEGUNDO PISO DELA SEDE FUNDADORES DE LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA.....	28
6.1 BASE DE DATOS	28
6.1.1	29
6.2 ESQUEMA DE BASE DE DATOS	30
6.3 DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN	31
6.4 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO	32
6.5 FUNCIONALIDADES APLICATIVO	33

6.5.1 Módulo de autenticación	33
6.5.2 Creación de un artículo.....	34
6.5.3 Búsqueda de equipos	35
6.5.4 Préstamo de artículos	37
6.5.5 Recepción de préstamos	38
7. MAPA INTERACTIVO SEGUNDO PISO SEDE FUNDADORES PARA LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID	40
7.1 ACOPLAMIENTO MAPA INTERACTIVO CON EL SISTEMA RFID	41
7.2 VISUALIZACIÓN MAPA INTERACTIVO.....	42
8. PRUEBAS SISTEMA RFID- SEGUIMIENTO TRAYECTORIAS ALTERNAS	42
CONCLUSIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos específicos etiqueta Confidex Steelwave Micro™

Tabla 2. Datos específicos lector RFID T

Tabla 3. Datos específicos Antena Circular polarity RFID Panel S9028PCL.

Tabla 4. Cotización implementación propuesta para área de laboratorios segundo piso sede Fundadores.

TABLA DE GRÁFICAS

- Figura 1. Componentes fundamentales de un sistema RFID.**
- Figura 2. Ejemplos de tags.**
- Figura 3. Ejemplos de lectores.**
- Figura 4. Esquema de clasificación de los sistemas RFID.**
- Figura 5. Ubicación recomendada de TAG.**
- Figura 6. Lector RFID.**
- Figura 7. Logo Microsoft SQL Server 2014 Express.**
- Figura 8. Servicios Microsoft (SQLEXPRESS).**
- Figura 9. Diagrama de base de datos.**
- Figura 10. Módulo de autenticación aplicativo de gestión.**
- Figura 11. Crear artículo.**
- Figura 12. Datos solicitados de artículo creado.**
- Figura 13. Visualización artículos.**
- Figura 14. Lista de activos e historial.**
- Figura 15. Edición de artículos.**
- Figura 16. Seguimiento de equipos**
- Figura 17. Préstamo de artículo.**
- Figura 18. Registro de préstamo de artículo.**
- Figura 19. Confirmación de préstamo de artículo.**
- Figura 20. Validación de artículo que ya se encuentra en préstamo.**
- Figura 21. Visualización artículos en préstamo.**
- Figura 22. Búsqueda de productos**
- Figura 23. Lista de productos en préstamo**
- Figura 24. Recepción de equipos en préstamo**
- Figura 25. Plano 2D segundo piso sede Fundadores.**
- Figura 26. Interfaz del mapa interactivo 2D del segundo piso sede Fundadores y simulación gráfica para la ubicación de las antenas.**
- Figura 27. Proceso de registro de préstamo**

Figura 28. Proceso de registro de un artículo que se encuentra en préstamo.

Figura 29. Verificación lista de artículos en préstamo.

Figura 30. Identificación y registro del equipo

Figura 31. Trayectoria 1, seguimiento equipo en préstamo.

Figura 32. Trayectoria 2, seguimiento equipo en préstamo.

Figura 33. Trayectoria 3, seguimiento equipo en préstamo.

Figura 34. Trayectoria 4, seguimiento equipo en préstamo.

Figura 35. Historial generado seguimiento equipo en préstamo

RESUMEN

La iniciativa de estudiar la implementación y simulación de un prototipo basado en la tecnología RFID para la localización en un entorno interior, parte de realizar un estudio previo comparativo con otras tecnologías utilizadas para el posicionamiento en entornos interiores, que permitieron esclarecer por que RFID se ha venido posicionando como una tecnología flexible ya que permite rastrear y controlar el mundo físico de forma automática y con exactitud.

Identificando falencias en un proceso logístico como el que se lleva en las áreas de préstamo de equipos portátiles de la Universidad Piloto de Colombia, se pretende realizar un seguimiento y hacer un levantamiento de información acerca de la gestión para el préstamo de equipos portátiles que están a disposición de la comunidad estudiantil y docente en el área mencionada para posteriormente determinar qué factores, elementos y criterios son necesarios para realizar la implementación de un sistema RFID.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio sobre la implementación de nuevas tecnologías que permitan la automatización y simplificación de procesos es considerado el punto de partida para la realización de este proyecto, teniendo como enfoque, la investigación hacia las tecnologías orientadas al posicionamiento en entornos interiores, sus respectivos comportamientos basados en estudios e investigaciones realizados alrededor del mundo; evidenciando la propagación y migración del uso de la tecnología RFID como un sistema de localización e identificación para diferentes campos y sectores de la industria, destacando adicionalmente la variabilidad de aplicaciones que se derivan de su uso y la flexibilidad de integrarse con otras tecnologías.

Como primera aproximación a la tecnología RFID es necesario esclarecer los elementos que conforman un sistema RFID, principios básicos de operación y los parámetros como lo son la frecuencia, el rango de alcance, entre otros.

Partiendo de lo anteriormente mencionado y teniendo en cuenta la importancia de integrar una herramienta útil orientada a las tecnologías de la información en una organización educativa como la Universidad Piloto de Colombia se busca realizar el estudio sobre el comportamiento en la implementación de un sistema RFID tomando como premisa mejorar el proceso de gestión para el préstamo de equipos portátiles al interior de la misma.

Actualmente muchas organizaciones han visto reflejado en sus procesos los beneficios que se pueden obtener al implementar esta tecnología, por lo cual es evidente que debería ser mucho más masivo su uso en el mercado, permitiendo un alcance no solo a las grandes empresas, sino también a las medianas y pequeñas.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO DE ANTECEDENTES

2.1.1 POSICIONAMIENTO EN ENTORNOS INTERIORES

El posicionamiento en entornos interiores, en diferentes aspectos ha venido tomando un fuerte campo de análisis y de estudio a nivel mundial, se hace necesario saber lo que se ha propuesto en el campo internacional para un conocimiento profundo del tema.

Un sistema de posicionamiento elaborado por Junyang Zhou, Wilson Man-Chung Yeung y Joseph Kee-Yin Ng¹ hace uso de la red telefónica móvil (GSM) y de la red inalámbrica de área local (WLAN); la red GSM brinda beneficios tales como compensar la pérdida del GPS en el área urbana y permite trabajar cuando la infraestructura eléctrica presenta fallas. En la red WLAN la propagación uniforme de la señal RF permite que este sistema sea estable, siendo su principal ventaja. Este sistema de posicionamiento mide la intensidad de la señal (RSS) de la red WLAN por medio de los Access Point (AP) ubicados en el área de prueba y de la red GSM, por medio de un dispositivo móvil el cual envía la RSS a una iPAQ Pocket PC, donde se realiza el algoritmo de posicionamiento; este algoritmo trabaja minimizando la distancia Euclidiana y de Mahalanobis, y maximizando la probabilidad estimada (MLE). La principal desventaja de este sistema es la precisión y la efectividad de la red GSM ya que se ve limitada por el tamaño de la celda, por los múltiples trayectos y la atenuación de la señal; en la red WLAN se requiere un alto número de AP para garantizar mejor precisión, lo que implica costos más elevados debido a la configuración.

Xu Jingsong, Lu Xiaochun, Wu Haitao, Bian Yujing, Wang Chaogang, BaiYan y Wang Jing² plantean otro sistema de posicionamiento en entornos interiores basado en banda ultra ancha (UWB), donde usaron un modelo de canal preciso para lograr una modulación y esquemas de codificación eficientes.

Dentro de la descripción de la estructura del sistema de posicionamiento en interiores basado en UWB, se plantea un montaje con cuatro transmisores (TX)

¹ZHOU, Jun yang; YEUNG, Wilson Man-Chung; and NG, Joseph Kee-Yin. Enhancing Indoor Positioning Accuracy by utilizing signals from both the mobile phone network and the Wireless Local Area Network. En: 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications. Marzo, 2008. p. 138-145.

²XU, Jinsong, *etal.* Design and Implementation of Channel Estimation and Equalization of Indoor Positioning System Based on UWB. En: 2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation. Octubre, 2009.vol.4. p. 57-61.

y un receptor (RX), donde por medio de la modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) se realiza un seguimiento al receptor proporcionando la solución. Para la implementación de estimación del canal y ecualización propuesto, se usaron diferentes expresiones y algoritmos en el sistema de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM).

Luego se procedió a implementar el sistema validado en tres partes usando el sistema OFDM:

- Se extraen datos válidos
- Se hace estimación de canal
- Se hace ecualización del canal

En el artículo en mención se observan los resultados de una simulación donde se analiza una implementación correcta, razonable y justificada por los algoritmos de estimación de canal y ecualización.

Otro de los métodos planteados por Sunghee Jeon y Jongoo Park³ proponen la identificación por radio frecuencia (RFID), como un fuerte candidato en cuanto a posicionamiento en interiores debido a la versatilidad que tiene al ser compatible con otros sistemas de posicionamiento e igualmente proporcionar una detección de localización en interiores simple.

El sistema de posicionamiento RFID realiza la comunicación RF (basado en circuitos resonantes LC) entre el lector y las etiquetas y hace uso de parámetros que permiten un mejor desempeño en el campo de aplicación entre los cuales se encuentran la distancia de comunicación entre los lectores y los tags, la potencia de la señal transmitida del lector, número de referencias, número de lectores y nivel de cobertura siendo este último uno de los más importantes.

Se puede resaltar que, a través de los resultados obtenidos por medio de un experimento realizado, en donde se dividió en cuatro partes un salón rectangular de aproximadamente 5.55m x 10m x 2.75m y se ubicaron estratégicamente los tags y los lectores, se concluye que una debida configuración del lector de RFID y la ubicación estratégica de los mismos permiten obtener una optimización en el rendimiento.

Otro de los métodos propuestos surge en Italia, debido a que el número de usuarios que requieren posicionamiento en interiores está aumentando, pero la precisión es considerada como un aspecto secundario. Por lo tanto, Marco

³JEON, Sun ghee and PARK, Joongoo. A RFID Reader Configuration with an Enhanced Recognition Property for Indoor Positioning. En: 2009 Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC. Agosto, 2009. p. 166-169.

Piras y Alberto Cina⁴ proponen un sistema de posicionamiento en interiores basado en el uso de receptores de bajo costo para GPS (Sistema de posicionamiento global); donde analizan estadísticas en cuanto al crecimiento de posicionamiento en interiores y evidencian que los sistemas de posicionamiento interno están aumentando, pero necesitan una mejora en cuanto al uso de sensores adicionales.

Además, presentan GPS como una opción de bajo costo con capacidad de garantizar un buen desempeño, velocidad y tiempo en posicionamiento en interiores. Este posicionamiento puede ser realizado por medio de la combinación de diferentes señales como localización por radio frecuencia, métodos asistidos por navegación inercial con el uso del nuevo chipset de GPS creado para el posicionamiento en interiores (u-Blox AEK 5T).

En condiciones internas se ha fomentado el uso de este tipo de sensores ya que pueden ser instalados en bastantes servicios, especialmente por su bajo costo y según los resultados obtenidos se constata que los últimos receptores GPS dedicados al posicionamiento interno permiten determinar las coordenadas en 3D, hasta en condiciones difíciles. El número de satélites y su geometría garantizan posiciones determinadas pero la precisión es igual a 4,5-8 metros.

Seguidamente, encontramos en Suiza resultados experimentales de Locata, los cuales aseguran una alta precisión para sistema de posicionamiento. En estos experimentos se define que el posicionamiento en interiores preciso, es requerido por una variedad de aplicaciones comerciales que incluyen almacenes de automatización, seguimiento de activos, entre otros. Está en la lista GPS, como uno de los más usados por los usuarios, pero este presenta bastantes limitaciones en cuanto a la disponibilidad de señal en entornos interiores; lo que ha requerido nuevas investigaciones para el aporte de tecnologías alternativas las que sean capaces de replicar GPS/GNSS (Sistemas mundiales de navegación por satélite) en estos entornos. Debido a esto Chris Rizos, Gethin Roberts, Joel Barnes y Nunzio Gambale⁵ proponen una nueva tecnología de medición de distancia terrestre por RF (Locata) la cual requiere transceptores instalados en tierra llamados LocataLites que cubren un área y a medida que pasa el tiempo van sincronizado señales para formar un LocataNet.

⁴PIRAS, Marco and CINA Alberto. Indoor positioning using low cost GPS receivers: tests and statistical analyses. En: 2010 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN). Septiembre, 2010. p. 1-7.

⁵RIZOS, Chris, *et al.* Experimental results of Locata: A high accuracy indoor positioning system. En: 2010 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN). Septiembre, 2010. p. 1-7.

De Locata han resultado buenos productos como la red de posicionamiento sincronizado en tiempo LocataNet, la propagación de la red para muchos LocataLites, mejor penetración de la señal, los cambios de frecuencia de transmisión y (o) la estructura de la señal, y la diversidad espacial y de frecuencia. Sin embargo, aún se presenta el desafío técnico más complejo para lograr alta precisión de posicionamiento en interiores, lo cual lleva a realizaciones experimentales en entornos interiores. En estos experimentos se creó una nueva antena llamada TimeTenna la cual utiliza una serie de elementos y aprovecha propiedades características de la estructura de la señal y de sincronización de tiempo de Locata, para controlar señales directas de línea de vista. Esta característica, junto con la capacidad de transmitir señales es suficientemente fuerte en el interior, asegurando precisión en cuanto al posicionamiento en entornos interiores, algo que no era posible anteriormente.

Por lo anterior, este documento concluye que la última generación *Locata TimeTenna*, usado en esta prueba permite el posicionamiento en múltiples entornos, pero en radio posicionamiento de alta precisión ha sido imposible conseguir mejoras, aunque esta tecnología pretende ser optimizada a futuro con ciertas variantes de la tecnología base para diferentes aplicaciones y entornos.

Sebastián Tilch y Rainer Mautz⁶ trabajan sobre el posicionamiento óptico en interiores, debido a que los métodos ópticos han comenzado a ser una alternativa interesante y clave para posicionamiento y navegación en muchas industrias.

Referenciando algunos sistemas ópticos usados en posicionamiento interno como:

- Seguimiento óptico: Observar un objeto móvil por una o varias cámaras estáticas en tiempo real.
- Navegación: Secuencia de vistas tomadas por una cámara digital en una ruta definida.
- Uso de metas codificadas: que tiene como propósito simplificar la detección automática de puntos correspondientes, introducir el sistema de escalas y realizar una identificación de los objetivos mediante el uso de un código único para cada objetivo.
- Proyección de puntos laser: una cámara digital y una luz de láser emiten un servicio.

Se propone entonces la tecnología CLIPS (Sistema de posicionamiento interno basado en cámara y láser) fundamentado en fotogrametría cuyo objetivo es

⁶TILCH, Sebastian and MAUTZ, Rainer. Current Investigations at the ETH Zurich in Optical Indoor Positioning. En: 2010 7th Workshop on Positioning Navigation and Communication (WPNC), Marzo, 2010. p. 174-178.

desarrollar un método automático y económico capaz de proporcionar posiciones en tiempo real desde un dispositivo móvil en todos los ambientes interiores. La arquitectura del sistema no requiere la mecánica de alta precisión, de alto costo o sofisticados montajes. El sistema está diseñado para tener la cámara como un dispositivo móvil para la capacidad de posicionamiento. Consiste en una cámara y un dispositivo láser (láser erizo) que proyecta puntos de láser bien distribuidos con puntos de referencia flexibles en el techo, paredes, muebles, en cualquier ambiente interior. Y se comprueba que la orientación relativa de la cámara podría ser determinada correctamente en todos los casos, pero es necesario hacer una mejora en la identificación de los puntos láser y la escala del sistema a futuras investigaciones.

En Dinamarca, Artur Baniukevic, Dovydas Sabonis, Christian S. Jenseny Hua Lu⁷ proponen la mejora de Wi-fi basado en posicionamiento interno usando complementos de bluetooth, proponiendo un enfoque híbrido para posicionamiento en interiores, introduciendo puntos de acceso de bluetooth en espacios interiores con infraestructuras de Wi-fi existentes, de tal manera que se consiga un mejor posicionamiento, diseñando un sistema de arquitectura flexible con un efectivo algoritmo estimado de posicionamiento.

El sistema propuesto es empírico, pero muestra mejora notable en cuanto a precisión y el error de distancias es reducido notablemente.

Sus ventajas son:

- Mejora en cuanto a precisión, reduce distancias de error en estimaciones de posiciones.
- Ofrece un marco de mejora para servicios y técnicas adicionales.
- Menores costos y menos dependencia de Wi-fi.

Para la ejecución de proyectos como tal, también referencian inconvenientes debido a problemas de seguridad y privacidad y consumo elevado de energía debido al uso que se da al bluetooth.

Se puede concluir de acuerdo a lo mencionado anteriormente que el posicionamiento en entornos interiores se ha convertido en un requerimiento a nivel global.

⁷BANIUKEVIC, Artur, *et al.* Improving Wi-Fi Based Indoor Positioning Using Bluetooth Add-Ons. En: 2011 12th International Conference on Mobile Data Management. Junio, 2011.vol. 1. p. 246-255.

Los sistemas de posicionamiento en entornos interiores basados en diferentes tecnologías proponen ciertas ventajas y desventajas mencionadas a continuación:

GSM: Compensa la pérdida del GPS, pero para ello requiere un alto número de Access Point para garantizar mejor precisión en entornos interiores, lo cual implica mayores gastos.

GPS: Garantiza buen desempeño, velocidad y tiempo, por medio de la combinación de diferentes señales, pero requiere mejoras en cuanto al uso de sensores para garantizar mayor precisión en entornos interiores.

LOCATA: Logra mejor penetración de la señal, diversidad espacial y frecuencia, propagación de la red con una antena creada, pero aun así encontrando dificultades para lograr alta precisión en cuanto a posicionamiento.

CLIPS: Desarrolla un método proporcionando posiciones en tiempo real por medio de cámaras y un dispositivo laser como aún no se encuentra en total desarrollo este método presenta dificultades para identificación precisa de puntos laser.

UWB: La radio de banda ultra-ancha (UWB) tiene un elevado costo en la actualidad, es la posible candidata para resolver el problema de ubicación en entornos interiores.

Wi-Fi- Bluetooth: Los sistemas basados en las redes de comunicación (Wi-fi, Bluetooth, etc.) son los más utilizados en investigación, por conveniencia y costo (habitualmente disponibles en muchos lugares).

RFID: Los marcadores de radiofrecuencia (RFID) son la tecnología más simple y escalable y con un potencial de crecimiento superior.

Partiendo de las investigaciones previamente mencionadas sobre tecnologías de posicionamiento, en este apartado se hará énfasis en la tecnología de Identificación por Radio Frecuencia (RFID), exaltando las ventajas que proporciona frente a las otras tecnologías.

Qing Fu y Guenther Retscher⁸ en Viena, hacen un aporte analizando los servicios y sistemas de posicionamiento en entornos interiores, en el cual se propone un sistema descartando como primera medida GNSS debido a que esta tecnología se limita a cubrir áreas donde solo llegan las señales satelitales. Si el usuario se mueve en el entorno urbano o en interiores las señales se verán obstruidas.

⁸FU, Qing and RETSCHER, Guenther. Continuous Indoor Navigation with RFID and INS. En: 2010 IEEE/ION Position Location and Navigation Symposium (PLANS). Mayo, 2010. p. 102-112.

Añadiendo las siguientes ventajas de la tecnología RFID frente a otras tecnologías:

- Un rango de lectura y escritura mayor en comparación con la mayoría de otras tecnologías de identificación para equipos de largo alcance.
- RFID es económico, fácil y rápido de instalar para aplicaciones de tiempo corto (por ejemplo, en museos, salas de exposiciones, presentaciones), porque no hay ningún requisito red.
- No necesita línea de vista.
- Puede ser utilizado para la determinación de posiciones y rastreo.
- Se puede utilizar para verificar la presencia de personas y objetos.

Justificándolas con test experimentales de RFID junto con CoO (Celdas de origen) y usando métodos de posicionamiento como trilateración y huellas digitales y calculando el valor medio del tiempo de medición correspondiente de uno o varios picos en intensidad de la señal. Entonces, de acuerdo con el registro de tiempo, la intensidad de la señal puede ser determinada, lo que indica que el usuario está en una posición determinada. Llamando ese método RFID basado en el tiempo CoO.

En este trabajo se pudo conseguir mediante los experimentos, precisión de posicionamiento más alta usando etiquetas de RFID y se pudo determinar el valor medio del tiempo de medición correspondiente de uno o varios picos en intensidad de la señal. Se propone realizar para futuros trabajos diferentes experimentos en diferentes entornos interiores combinado con INS sin uso de mapas y logrando una mayor precisión.

Zhonghua Li⁹ hace un análisis focalizándose en la evolución de los algoritmos de posicionamiento en interiores con el fin de desarrollar aplicaciones a futuro en campos industriales y domésticos.

Como primera medida descarta el GPS como un método de posicionamiento posible a usar en entornos interiores debido a que las señales de satélites en entornos interiores son bastante débiles y por lo tanto no logran alcanzar alta precisión.

Propone RFID como una tecnología que logra la identificación de objetos por medio de señales de radiofrecuencias (RF) y compara con GPS en cuanto a costos, resaltando ventajas como gran capacidad de memoria, velocidad de procesamiento de datos, rango de identificación grande y además seguridad teniendo la posibilidad de proteger datos por medio de contraseñas.

⁹LI, Zhonghua, *etal.* Advances in RFID-ILA: The Past, Present and Future of RFID-based Indoor Location Algorithms. En: 2012 24th Chinese Control and Decision Conference (CCDC). Mayo, 2012. p. 3830-3835.

Por lo tanto, debido a la demanda que ha presentado el posicionamiento en interiores se hace uso de algoritmos basados en posicionamiento interno (ILA: Algoritmos de posicionamiento interno) que se fundamentan en modelos específicos geométricos y que requieren alta precisión y alta velocidad. A los algoritmos específicos de análisis en posicionamiento se les reconoce como RFID-ILA estos algoritmos a futuro serán tendencia para investigaciones y desarrollos como estimación de parámetros sobre estadísticas de probabilidad, para obtener información de localización con mayor precisión y acercamiento de valores teóricos a la realidad, también para la realización de modelos más precisos en cuanto a propagación de señales que sean capaces de eliminar los datos no corregidos que proporciona la tecnología RFID en entornos interiores. Reducir la complejidad computacional para lograr seguimiento en tiempo real y posicionamiento preciso en entornos como colegios, hospitales, universidades, entre otros; lo cual aumentará la velocidad de la ubicación en tiempo real.

Qiaohong Zu, Ting Wu¹⁰, realizan un análisis de los factores que influyen en los sistemas de posicionamiento en interiores con la tecnología RFID, donde mencionan:

Uno de ellos es la comparación de los ambientes exteriores junto a los interiores pues en los ambientes interiores la señal se puede ver obstruida lo que puede causar un efecto multi ruta, es decir que la señal tome diferentes caminos y la intensidad de la señal fluctúe. Por otro lado, una menor tasa de variación de la intensidad de la señal conduce a menor precisión de posicionamiento en ambientes interiores pequeños.

El siguiente es la posición del lector, es muy importante debido a que de acuerdo a la ubicación y al número de lectores instalados en sitios ubicados estratégicamente se pueden lograr mejores resultados, lo cual permite alcanzar alta precisión en localización.

Por último, nombran los algoritmos pues aseguran que de acuerdo con los equipos y las condiciones del campo se puede dar uso a diferentes algoritmos de procesamiento de datos para obtener resultados diferentes. Pues el uso adecuado de algoritmos puede disminuir los errores que se puedan presentar en tiempo real; después de realizar este análisis, proponen realizar pruebas experimentales donde dividen métodos de ubicación en tiempo de llegada (TOA), diferencia de tiempo de llegada (TDOA), forma de ángulo de entrada

¹⁰ZU, Qiaohong and WU, Ting. Application of Radio Frequency Positioning Technology in TDOA System Based on Improved Genetic Algorithm. En: 2010 5th International Conference on Pervasive Computing and Applications (ICPCA). Diciembre, 2010. p. 167-171.

(AOA) e intensidad de señal recibida (RSS) trabajando con la distancia entre los lectores y los tags creando algoritmos para mejoras de precisión y para evaluar el rendimiento de sistema de localización de RFID directa y objetivamente, donde aplican índices de evaluación basados en métodos matemáticos, lo cual les resulta efectivo debido a que obtienen mejoras en cuanto a precisión, a disminución de errores y a estabilidad utilizando la tecnología RFID y los métodos anteriormente mencionados.

Xiaonan Guo, Dian Zhangy Lionel M. Ni¹¹, proponen un sistema basado en radio frecuencias llamado LOS capaz de localizar con precisión varios objetos en diferentes entornos. Para este sistema usan una tecnología de mapa de radio debido a que es una tecnología popular y no requiere de muchos nodos de referencia lo cual hace que el costo de su hardware no sea muy elevado, aunque presenta limitaciones como el multi trayecto en entornos interiores, para ello se creó un mapa de radio basándose en línea de vista (LOS) entre los nodos y la intensidad de señal recibida, la señal de la línea de vista hace que se reduzca el error de multi trayecto y cada nodo por lo tanto visita canales diferentes para poder realizar las transmisiones. En este sistema se requiere una mayor claridad en cuanto al valor de la intensidad de la señal ya que trabaja por diferentes medios inalámbricos aportando una mejora a los métodos de localización por radiofrecuencias.

Este sistema propone mejoras a largo plazo como la aplicación de tecnologías diferentes a la de radiofrecuencia, aumentar el área porque esta prueba se hizo en un área de aproximadamente 15 metros y usar más nodos de destino para ver como es el comportamiento con más objetos y basándose más en resultados teóricos que empíricos.

¹¹GUO, Xiaonan. ZHANG, Dian and NI, Lionel M. Localizing Multiple Objects in an RF-based Dynamic Environment. En: 2012 IEEE 32nd International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS). Junio, 2012.p. 576-585.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

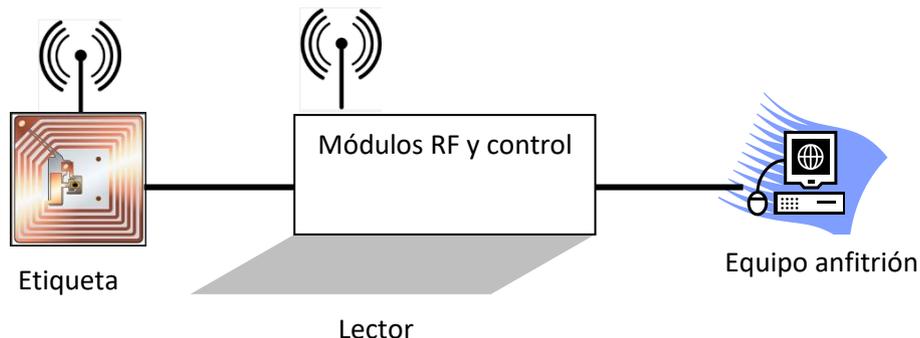
2.2.1 SISTEMAS RFID

La tecnología RFID (Radio Frequency Identification) es una tecnología inalámbrica utilizada para la captura automática de datos que basa su funcionamiento en la comunicación por radiofrecuencia entre un lector y una etiqueta de modo que esta pueda ser identificada, atribuyendo a cada una de las etiquetas un carácter único, así el modo de operación básico para la tecnología RFID radica en la identificación localizada y automática de los objetos etiquetados sin necesidad de contacto o visión de línea directa.

La comunicación a través de ondas de radiofrecuencia para la tecnología RFID requiere la integración de una antena RF en cada uno de los dispositivos implicados en dicha comunicación, donde su forma y características estarán determinadas por la banda de frecuencia en que funcionen.

Los sistemas RFID fundamentalmente están compuestos por los siguientes elementos:

Figura 1. Componentes fundamentales de un sistema RFID.



Adaptado de referencia tesis Sistema de Control de Acceso con RFID Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Pág. 15, México DF.

TAGS (Etiquetas o transpondedor)

Los tags son pequeños circuitos integrados que poseen una antena RF que permite la comunicación y transmisión de datos por radio frecuencia, aclarando que esta transmisión se dará a modo de respuesta ante un posible requerimiento que efectúe el lector RFID. Estos tags pueden adherirse prácticamente a cualquier producto, ya que en la actualidad se cuenta con gran

variedad de tamaños y formas dependiendo la aplicación a la cual estén destinados.

Una de las grandes particularidades que maneja el tag, es que cada objeto etiquetado tendrá un código único, que lo diferenciará e identificará, es decir una especie de matrícula única para cada objeto.

Figura 2. Ejemplos de tags.



Fuente documentación recuperada www.rfid.com.

LECTORES (Readers)

También conocidos como *readers* su función es transmitir una señal de RF para localizar los tags en una jerarquía de acción específica, transmitiendo la energía adecuada a las etiquetas para que sea posible la lectura de los datos que sean enviados.

Los lectores constan de un módulo de radiofrecuencia, una unidad de control y una antena que va a facilitar la comunicación con el tag, de modo tal que la función de la antena es convertir la corriente eléctrica en ondas electromagnéticas las cuales se irradian en el espacio para que puedan ser recibidas por la antena de la etiqueta y de nuevo se conviertan las ondas en corriente eléctrica.

Existen gran variedad de antenas lectoras la selección de estas antenas debe estar basada según el entorno y la aplicación donde se quiera implementar la solución basada en RFID. Cabe destacar que los tipos más comunes de antenas son: lineales y circulares polarizadas.

- **Antenas lineales.** Irradian campos eléctricos lineales que ofrecen un alcance mayor y niveles altos de potencia, permitiendo a sus señales acceder a través de varios materiales para la correcta lectura de la etiqueta.
- **Antenas circulares polarizadas.** Su irradiación es en campo circular lo que las hace menos sensibles a la orientación, es decir en comparación a las antenas lineales que dependen del ángulo de colocación de las etiquetas pueden presentar dificultades para la lectura, pero estas antenas circulares no tienen la capacidad de entregar tanta potencia como las lineales.

Uno de los aspectos importante para tener en cuenta en la elección de la antena, radica en la distancia entre el lector y las etiquetas que se van a leer, también conocido como rango de lectura, que depende del campo de operación. El campo de corto alcance contiene un rango de lectura menor a 30 cm y por ello la antena usa un acoplamiento magnético para que el lector y la etiqueta puedan transferir energía; el campo de largo alcance, tiene un rango donde la separación entre la etiqueta y el lector es mayor a 30 cm, estas antenas usan acoplamiento dieléctrico, pero contrario a las de campo de corto alcance la presencia de dieléctricos puede atenuar la comunicación entre el lector y la etiqueta.

Los lectores pueden fijarse en posición estacionaria en un almacén o fábrica, o integrarlos en un dispositivo móvil, como un escáner de mano portátil.

Figura 3. Ejemplos de lectores.



*Fuente documentación recuperada de
www.webddigital.com/rfid_introduccion.aspx.*

EQUIPO ANFITRIÓN (Host o controlador)

En este equipo se encuentra la base de datos o el software de control; por lo tanto, este equipo es el que recibe los datos que proveen los lectores y luego los transmite al sistema de información, lo cual posibilita el almacenamiento organizado de la información de identificación, que genera el tag junto con el lector en un formato común para que cualquier aplicación cliente, de nivel superior, pueda gestionar esta información.

2.2.2 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN SISTEMA RFID

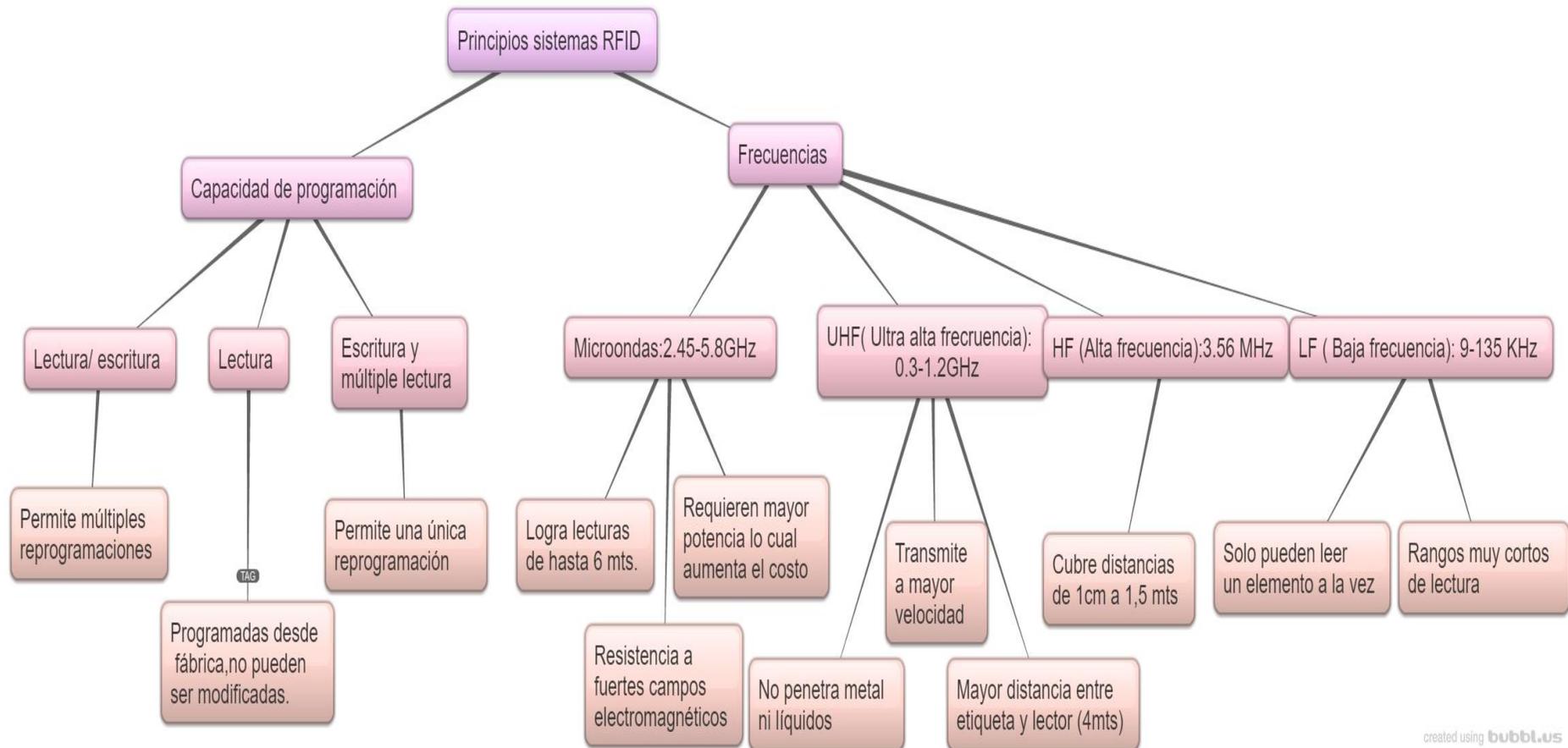
Los sistemas RFID se basan en un mismo tipo de funcionamiento:

- Se debe asignar a los equipos a controlar su respectiva etiqueta RFID.
- La antena del reader debe emitir un campo magnético lo cual activará el tag.
- Cuando el tag entra en el campo emitido usa la energía para transmitir los datos que se encuentran almacenados en su memoria; si se usan tags activos la energía que usan para la transmisión de datos es proporcionada por la batería que tiene el tag.
- Finalmente, el reader recibe los datos y los transmite al equipo anfitrión para realizar el respectivo procesamiento de datos.

2.2.3 CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS RFID

Los sistemas RFID se clasifican de acuerdo a diferentes principios entre los cuales se definen: la frecuencia de los sistemas (LF, HF, UHF o microondas), la alimentación de las etiquetas (activos o pasivos), capacidad de programación (solo lectura, escritura y múltiples lecturas, lectura/escritura), protocolo de comunicación (dúplex, half dúplex, full dúplex y secuencial) y según el principio de propagación (inductivos o propagación de ondas electromagnéticas). Clasificación explicada en figura 4.

Figura 4. Esquema de clasificación de los sistemas RFID Parte 1.



created using bubbl.us

Adaptado de referencia de: ESTUDIO, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE RFID BASADO EN EPC- Esquema de los diferentes principios de operación de los sistemas RFID. Pág. 37

Figura 4. Esquema de clasificación de los sistemas RFID Parte 2.



created using [bubbl.us](https://www.bubbl.us)

Adaptado de referencia de: ESTUDIO, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE RFID BASADO EN EPC- Esquema de los diferentes principios de operación de los sistemas RFID. Pág. 37

2.2.4 MÉTODOS PARA LOCALIZACIÓN EN ENTORNOS INTERIORES

Es preciso describir que para lograr la localización en interiores existen diferentes métodos los cuales están basados en la triangulación de las ondas emitidas y recibidas. En un principio estos métodos, mediante la utilización de ecuaciones de expansión de RF y la comparación de la intensidad relativa de la señal captada por tres lectores diferentes desde una única etiqueta (tag), hicieron posible obtener la ubicación de las etiquetas con sus respectivas coordenadas. Conocido como RSSI, este método de triangulación, mostró varias imprecisiones en entornos interiores debido a factores considerables, ya que la señal recibida depende de las particiones que encuentre el rayo en su camino desde la etiqueta al lector, como lo son paredes, muebles, personas, etc. Adicional a esta condición, también influye la sensibilidad de los lectores según el fabricante que varía entre uno y otro; además el tag no emite uniformemente en un rango de 360°. ¹²

Para dar una solución a estos problemas, los fabricantes establecieron la calibración de los lectores a través de un software especial, obtenido de promediar resultados de varias lecturas, sin embargo, aún persiste la inexactitud e inestabilidad.

Otro método para la localización por triangulación está basado en comparar el tiempo de cada señal de llegada en cambio de su intensidad, es decir, si la distancia de un tag varía entre diferentes lectores, el lector que se encuentre más cerca recibirá la señal antes que los otros, argumentando la explicación se obtendrá el cálculo de la posición del tag a través de la diferencia en el momento de la recepción de las señales dividido por la velocidad de la luz, consiguiendo la diferencia de las distancias entre el tag y los lectores. Este método es conocido como diferencia de tiempo de llegada (TDOA).

Debido a que la diferencia de tiempos esperados se encuentra en la proporción de unos pocos nanosegundos, se precisa que los lectores deban usar relojes de cristal y al mismo tiempo la red de área local (LAN) debe encontrarse totalmente sincronizada a nivel de nanosegundos, haciendo que sea un sistema costoso.

El método AoA (ángulo de llegada) consiste en calcular la intersección de varias líneas de dirección, cada uno procedente de un tag. Es necesario a lo menos dos ángulos, medidos con antenas direccionales o con una serie de antenas y convertidos en líneas de dirección, para encontrar la ubicación en 2D de un objetivo. Este método requiere un sistema complejo y costosos equipos; aun así, presentando múltiples trayectos y reflexiones.

¹²BLONDER, Abraham. Why Zone-Based Real-time Location Systems Are Superior. Agosto, 2011.

Otra técnica para lograr la localización por RFID es mediante la zonificación, la cual consiste en asignar un lector a cada área y ajustar la ganancia de este con el fin de detectar sólo las etiquetas que se encuentran dentro de esta zona; presentando como gran ventaja la delimitación de un área grande, de manera más rentable y con un enfoque que proporciona resultados más fiables que los que se puedan lograr obtener con la triangulación.

Se puede hacer referencia a este método en términos de exactitud a un 99 por ciento en la localización de la etiqueta, con la utilización de un sofisticado software en conjunto con RSSI.

3. PROCESOS DE PRÉSTAMO DE EQUIPOS PORTÁTILES EN LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

3.1 LABORATORIOS

Aunque no existe un proceso documentado de préstamo que manejan los estudiantes, docentes y funcionarios de la Universidad Piloto de Colombia se indagó información con el personal encargado de laboratorios quienes explicaron que este proceso se encuentra bajo un reglamento el cual define las instrucciones para el ingreso y desarrollo de actividades en los laboratorios de ciencias básicas e ingenierías de la universidad (ANEXO 1); se verificó que este procedimiento se registra manualmente pues la persona que requiere los equipos se debe acercar a los laboratorios teniendo en cuenta el tipo de equipo que va a usar, solicitar un formulario (ANEXO 2) de préstamo y realizar el respectivo diligenciamiento del formulario.

Una vez diligenciado el formulario de solicitud de préstamo de equipos, es necesario acercarse donde el laboratorista y hacerle respectiva entrega del mismo junto con el carné institucional; una vez verificada la información, el laboratorista procederá a entregar los equipos al solicitante. Asignando un puesto dentro del laboratorio; teniendo en cuenta que el equipo prestado no debe salir del laboratorio donde se realizó el préstamo.

Finalizando la práctica y el uso de los equipos; estos deben ser entregados de nuevo al laboratorista quién al verificar los equipos devueltos realizará entrega de carné estudiantil.

El procedimiento anteriormente mencionado aplica de igual modo para la práctica libre, en estos casos se dispone de horarios especiales para realizar dichas prácticas dentro de los laboratorios.

Cabe resaltar que a pesar de que los laboratorios son los espacios adecuados y acondicionados para realizar los trabajos con los diferentes equipos a disposición, es muy frecuente encontrar desventajas a la hora de desarrollar

diferentes tipos de proyectos o prácticas ya que su uso se encuentra limitado a esta área, esto implica la disposición de las condiciones físicas (área, obstáculos, interferencias generadas por otros equipos), que condicionan el trabajo de los usuarios.

3.2. ÁREA DE AUDIOVISUALES

El área de audiovisuales cuenta con un reglamento de servicio de audiovisuales (ANEXO 3), donde se define que equipos están disponibles para el préstamo, que se encuentra en el departamento de audiovisuales o en la página de la universidad.

Se establece que para realizar solicitud de préstamos se debe asistir personalmente al área de audiovisuales donde se debe diligenciar una planilla de registro y donde se verifica el carné; definiendo que estas solicitudes se deben realizar mínimo con un día de anterioridad.

De acuerdo a este reglamento se establece que el préstamo de estos equipos que en su mayoría son para soporte audiovisual, están sujetos a la instalación y retiro de las aulas por el personal del departamento de audiovisuales, es decir para hacer uso de ellos en lugares específicos como salones, sala de juntas para docentes, auditorios, en la sede académica; Lo cual limita el préstamo, en cuestión de permitir mayor flexibilidad a la hora de poder trabajar en diferentes espacios dentro de la universidad; en especial cabe destacar esta limitante en equipos como los computadores portátiles que representan una herramienta básica de apoyo para la comunidad estudiantil.

Cabe resaltar que tanto el área de audiovisuales como el área de laboratorios cuentan con un respectivo inventario de los equipos que se encuentran a disposición de cada área (ANEXO 4).

Como no se evidencia en ninguna de las áreas un proceso por escrito el cual valide como se prestan los equipos a los usuarios se propone un método (ANEXO 5) que sería de uso efectivo al implementar la tecnología RFID y que por lo tanto facilitaría al usuario la movilización por las diferentes zonas de la universidad sin encontrar tanto limitante.

4. REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA RFID

Los puntos claves para destacar en el diseño de la implementación de un sistema RFID se establecen a través del levantamiento de requerimientos tanto técnicos como físicos del ambiente donde se pretende desarrollar dicho sistema.

El principal atractivo de las tecnologías inalámbricas es que son de fácil instalación, pues no demanda mayor espacio físico, los sistemas RFID tienen la ventaja de su total funcionamiento sin visibilidad directa entre lector y etiqueta, adicional es relativamente poca la cantidad de requerimientos del sistema, entre los cuales se encuentran los siguientes:

Un sistema RFID requiere definir aspectos de diseño entre los cuales están:

Rango de alcance: Que definirá hasta qué punto se puede mantener comunicación entre el tag y el Lector, cuanta información es capaz de almacenar el transponder, a qué velocidad se pueden obtener los datos que se transmiten entre el lector y la etiqueta, la capacidad del lector para hacer correcta comunicación con diferentes etiquetas al mismo tiempo evitando interferencias entre el lector y la etiqueta ocasionadas por distintos materiales.

Es de total importancia tener claro el nivel de emisión que se tienen en cada país para no sobrepasar las regulaciones impuestas.

Debido a que los lectores están en continua lectura de los artículos con etiquetas RFID también se puede determinar que no realice lecturas infinitas, haciendo que se establezca control con cierto orden sobre estas lecturas.

Entre las funciones básicas que se destacan de una plataforma RFID las más relevantes son:

- Controlar los diversos dispositivos RFID existentes permitiendo una captura de los datos con rapidez y eficacia.
- Comprobar en tiempo real la ubicación de las etiquetas
- Centralizar el control de todas las fuentes internas y externas de los datos obtenidos a través del sistema RFID.
- Garantizar la relación de los datos que se obtienen a través de las diferentes partes de la cadena de trazabilidad.

El acoplamiento de los diversos lenguajes de programación ha dado paso al desarrollo de plataformas orientadas a permitir la gestión, visibilidad y trazabilidad de los dispositivos y datos que originan los sistemas RFID; contando con una gran variedad de software a través de los cuales se puede manejar diferentes aplicaciones de RFID que posibilitan la gestión de la

información obtenida de las etiquetas por los lectores RFID. Este software de gestión de información se denomina middleware.

5. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS GENERALES PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA

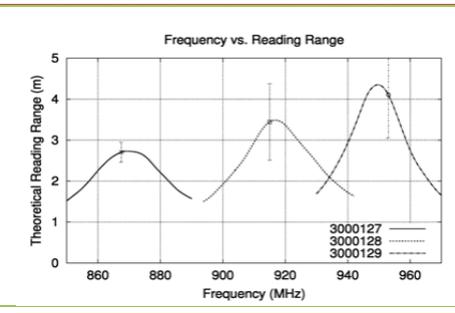
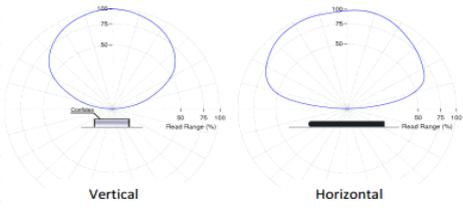
5.1 TAG-ETIQUETA RFID-UHF PARA UBICACIÓN EN EQUIPOS DE CÓMPUTO

Para el desarrollo del sistema propuesto se propone el uso del tag Confidex Steelwave Micro™ hecho en metal el cual trabaja en banda UHF y por su pequeño tamaño es ideal para computadores y otros dispositivos.

La selección de este tag se basa en características relevantes como:

- Su tamaño ofrece un rendimiento efectivo.
- Ofrece nuevas posibilidades para las empresas para mejorar su gestión de activos, especialmente los ordenadores y otros dispositivos.
- Ocupa muy poco espacio y espesor, lo que la hace ideal para diversas aplicaciones.
- Debido a su excelente relación calidad-tamaño, la etiqueta también se puede utilizar en herramientas u otros bienes, que no suelen tener espacio para una etiqueta de metal.
- La etiqueta también se puede montar sobre superficies no metálicas.

Tabla 1. Datos específicos etiqueta Confidex Steelwave Micro™

Datos específicos	
Tipo de dispositivo	Clase 1 Generación Etiqueta RFID pasiva UHF
Protocolo de Interfaz	EPCGlobal Clase 1 Gen 2 ISO 18000-6C
Frecuencia	865-869 MHz (EU)(*) 902-928 MHz (US) (*y**) 925-955 MHz (JPN)(*)
Opciones CI	Impinj Monza (*) Alien Higgs3(**)
Memoria EPC	96 bit (*y**)
Memoria extendida	512 bit (**)
Contenido de memoria EPC	Número único codificado por defecto
Rango de lectura	3 m *, poder del lector 2W ERP 4 m **, poder del lector 2W ERP (dependiendo de la aplicación)
Materiales de acuerdo a la superficie	Superficies metálicas y plásticas
Material de cubierta	Material sintético blanco
Adhesivo de fondo	Adhesivo acrílico con alto desempeño
Peso	2 g
Dimensiones	
Dimensiones generales (AnchoxAltoxEspesor)	 3x3mm
Desempeño eléctrico	
Steelwave Micro Monza3 Sobre metal	
* Los rangos de lectura son valores teóricos que están calculados para ambientes no reflectivos, in donde antenas con directividad óptima son usadas con el máximo poder de operación acordea (2W ERP).	
Steelwave Micro Monza3; sobre plástico	1-1.5 m
Steelwave Micro Higgs3; sobre metal	4 m
Patrones de radiación	
Patrón de radiación estimado cuando el tag está orientado hacia la antena lectora es óptima.	
Resistencia contra condiciones ambientales	
Temperatura de operación	-20°C a +85°C
Temperatura ambiente	-20°C a +85°C
Tiempo de vida esperado	Años en condiciones normales de operación

Tomada de <http://www.confidex.com/products/smart-identification/confidex-steelwave-micro>

5.1.1 Instrucciones de instalación

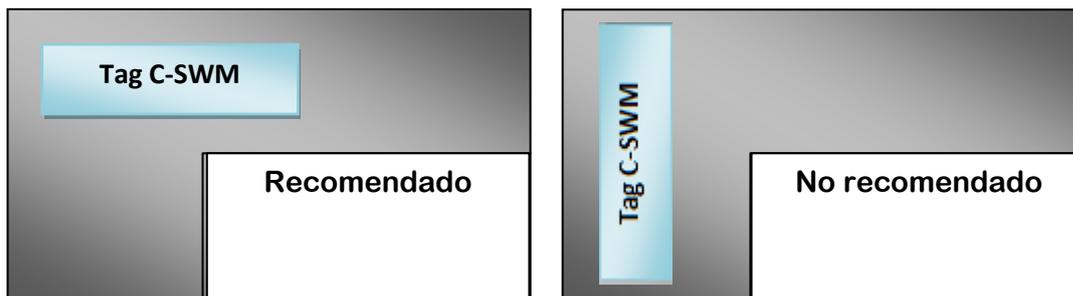
Colocación de etiquetas

Con el fin de lograr un desempeño óptimo el tag Steelwave Micro deberá estar colocado sobre una superficie metálica sin cubrir su pared frontal.

Una vez seleccionada la superficie metálica se debe asegurar lo siguiente:

- Seleccione una superficie plana de manera que haya un contacto directo con el metal por debajo de la etiqueta.
- El fondo de metal debe ser preferiblemente lo más grande posible y la etiqueta se debe colocar en el borde metálico.
- Si la superficie es pequeña, instale la etiqueta de tal manera que el área libre de metal se deja en el lado derecho de la etiqueta.

FIGURA 5. Ubicación recomendada de TAG.



*Fuente documentación comercial del fabricante Steelwave Micro Datasheet.
Tomada de <http://www.confidex.com/products/smart-identification/confidex-steelwave-micro>.*

FIGURA 36. Ubicación de TAG-Ejemplificada equipo portátil.



Foto tomada por Juliana Jaimes. Bogotá 2016

5.2 LECTOR RFID SPEEDWAY® REVOLUTION

Los lectores RFID de largo alcance pueden ser usados en un rango amplio de aplicaciones como estacionamientos, conjuntos residenciales, gestión de activos, logística de gestión del sistema, línea de producción de gestión, corporativo y cualquier lugar de paso vehicular.

Se selecciona el lector Speedway® Revolution con autopiloto debido a que como lo menciona la ficha técnica oficial de lector Speedway® Revolution (Anexo 6) este lector resuelve situaciones como interferencias de RF, cantidad de etiquetas, ruido ambiental de RF, y supera materiales de construcción que pueden afectar la tecnología RFID.

Ofreciendo características innovadoras que se van optimizando automáticamente de acuerdo a los requerimientos de los entornos como las siguientes:

Autoconfiguración: Detecta los niveles de ruido y la interferencia de RF, optimizando de manera continua y realizando ajustes apropiados.

Ciclo de trabajo bajo: Reduce la interferencia de RF, el consumo de energía y los costos de energía. Este reader solo transmite cuando las etiquetas están en el campo, ayudando a limpiar el aire de ruido de RF innecesaria.

Conmutación de antenas dinámico: mejora el rendimiento y ayuda al lector a realizar el trabajo de manera más eficiente, detectando cuando las etiquetas están en el campo.

Opciones de expansión, reduciendo costos:

Con su factor de forma compacto y soporte para nuevas características tales como alimentación a través de Ethernet (PoE) y conectividad módem celular, este reader ofrece una mayor aplicación y flexibilidad de implementación.

PoE simplifica la implementación y reduce drásticamente el costo al eliminar la necesidad de instalación de la toma de corriente alterna en puntos de lectura. Por el bajo consumo de energía del reader, PoE reduce los costos de operación, así como las emisiones de gases de efecto invernadero.

Entrega 30 dBm de potencia de transmisión total y el más alto rendimiento de lectura disponible, incluso con la operación PoE.

Uno de los campos de aplicación para este lector son puntos de lectura remota donde la conectividad cableada no es factible ni rentable.

Tabla 2. Datos específicos lector RFID Speedway® Revolution

Speedway® Revolution Readers At A Glance				
PRODUCT DETAILS	SPEEDWAY R420		SPEEDWAY R220	
Air Interface Protocol	EPCglobal UHF Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C			
Performance	Includes all possible performance configurations and functionality to deliver peak performance for even the most challenging of applications		Intended for less demanding applications. Does not support the maximum throughput modes available on R420 including Max Throughput FMO, Hybrid, Max Miller and AutoSet Single Reader	
Supported Regions or Geographies	<ul style="list-style-type: none"> • US, Canada, and other regions following US FCC Part 15 regulations • Europe and other regions following ETSI EN 302 208 v1.2.1 without LBT regulations • Brazil, Hong Kong, India, Uruguay, Vietnam • Pending regulatory approval - Australia, China, Malaysia, Singapore, Taiwan, and Thailand 			
Antennas	4 high performance, monostatic antenna ports optimized for Impinj reader antennas (RP TNC)		2 high performance, monostatic antenna ports optimized for Impinj reader antennas (RP TNC)	
Transmit Power	<ul style="list-style-type: none"> • +10.0 to +30.0 dBm (PoE) • +10.0 to +32.5 dBm (external universal power supply) 			
Max Receive Sensitivity	-82 dBm			
Max Return Loss	10 dB			
Application Interface	EPCglobal Low Level Reader Protocol (LLRP) v1.0.1			
Network Connectivity	10/100BA SE-T auto-negotiate (full/half) with auto-sensing MDI/MDX for auto-crossover (RJ-45)			
Cellular Connectivity*	<ul style="list-style-type: none"> • Sierra Wireless AirLink PinPoint XT (CDMA or GSM connectivity with GPS data) • Sierra Wireless AirLink Raven XT (CDMA or GSM connectivity) (* Available through Impinj-authorized partners)			
IP Address Configuration	DHCP, Static, or Link Local Addressing (LLA) with Multicast DNS (mDNS)			
Time Synchronization	Network Time Protocol (NTP)			
Management Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • Impinj Web Management UI • Impinj RShell Management Console using serial management console port, telnet or SSH • SNMPv2 MIBII • EPCglobal Reader Management v1.0.1 • Syslog 			
Reliable Firmware Upgrade	<ul style="list-style-type: none"> • Dual image partitions enable smooth transition to new firmware while the reader is still operating • Scalable upgrade mechanism enables simultaneous scheduled upgrades of multiple readers • USB Flash Drive • Impinj Web Management UI 			
Management Console	<ul style="list-style-type: none"> • RS-232 using a standard Cisco-style management cable (DB-9 to RJ-45) • Baud rate: 115200, Data: 8 bit, Parity: none, Stop: 1 bit, Flow control: none 			
USB	<ul style="list-style-type: none"> • USB 1.1 Device (Type B) and Host (Type A) ports • USB Virtual COM Serial Port and USB drive support for embedded applications 			
GPIO	<ul style="list-style-type: none"> • 4 inputs, optically isolated 3-30V; 4 outputs, optically isolated, 0-30V, non-isolated 5V, 100mA supply (DB-15) 			
Power Sources	<ul style="list-style-type: none"> • Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3af • +24 VDC @ 800mA via external universal power supply with locking connector—sold separately 			
Power Consumption		Idle	Typical	LDC
	PoE at +30 dBm	3W	11.5W	6W
	Power Supply at +30 dBm	3W	13.5W	6W
	Power Supply at +32.5* dBm	3W	15W	6W
	(* maximum is 31.5 dBm for ETSI region readers)			
Environmental Sealing	IEC IP52			
Shock and Vibration	Mil-Std-883C Certified			
Operating Temperature	-20 °C to +50 °C			
Humidity	5% to 95%, non-condensing			
Dimensions (H x W x D)	7.5 x 6.9 x 1.2 in (19 x 17.5 x 3 cm)			
Weight	1.5lbs (24.5 oz)			
RoHS	Compliant to European Union directive 2002/95/EC			

Impinj, Speedway, Powered by Impinj, and Monza are either registered trademarks or trademarks of Impinj, Inc. Other brands and names may be claimed as the property of others.



Fuente documentación comercial www.impinj.com

FIGURA 6. Lector RFID Speedway® Revolution



Fuente documentación comercial www.impinj.com

5.3 ANTENA CIRCULAR POLARITY RFID PANEL S9028PCL.

Se selecciona esta antena por la compatibilidad que tiene con el lector; además de eso ofrece los siguientes beneficios:

- Resistencia a condiciones climáticas
- Bajo costo
- Proporciona recepción y transmisión de señales polarizadas circularmente en la banda de frecuencia de 902 a 928 MHz
- Fácil instalación.

Tabla 3. Datos específicos Antena Circular polarity RFID Panel S9028PCL

Parameter	Specification
Antenna Part Number	S9028PCL
Frequency Range	902 - 928 MHz
Gain	8. dBi, 6 dBi / Max
Maximum VSWR	1.5:1
3 dB Beamwidth – Azimuth	70 °
Front to Back Ratio	18 dB
Polarization	Circular Right or Left
Maximum Input Power	10 watts
Input Impedence	50 Ohm
Axial Ratio	2 dB Typical
Weight (Kg)	1.75 lbs (.79)
Mechanical Size	10.2" x 10.2" x 1.32"
Antenna Connection	Rev TNC male (others available)
Radome	High strength PC
Mount Style	Threaded Stud
Temperature Operational	-25 °C to +70 °C
Lightning Protection	DC grounded

Fuente documentación comercial www.lairdtech.com

6. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA RFID EN EL ÁREA DEL SEGUNDO PISO DE LA SEDE FUNDADORES DE LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

Teniendo en cuenta las consideraciones descritas anteriormente que se deben contemplar para la implementación de un sistema RFID, se detallará la descripción del sistema propuesto para el proyecto identificando los diferentes componentes de desarrollo.

A continuación, se detallará las especificaciones del software adquirido con la empresa Automatiza S.A para la gestión y control del sistema RFID, que incluye el mapa interactivo realizado para el seguimiento de los equipos portátiles que se encuentran disponibles para préstamo.

Cabe aclarar que este software va dirigido a dos tipos de usuarios:

Usuario administrador: Quién es el encargado de realizar mantenimientos, depuraciones y todo lo asociado a la configuración del software.

Usuario ejecutor: Laboratorista quien va ser la persona encargada de la realización del registro de los equipos en préstamo en el software. Esta persona tiene un único acceso al software y debe estar frente al equipo donde se encuentra instalado el software; de igual manera el software puede estar compartido con el usuario administrativo y generará reportes con un historial para identificación de equipos no entregados y la ubicación final de los mismos diariamente.

6.1 BASE DE DATOS

Para el manejo adecuado de los datos es necesaria la implementación de una base de datos que proporcione seguridad, bajo costo, y que además sea capaz de manejar alto flujo de datos durante jornadas extendidas; Por lo tanto, se desarrolla este proyecto bajo un lenguaje SQL que proporciona las características antes mencionadas.

Como menciona la página oficial de Microsoft, MySQL2014 versión express es una edición gratuita y compuesta por bastantes características de SQL Server, las cuales tienen como objetivos aprender, desarrollar y fortalecer las aplicaciones de escritorio, de servidores web y la redistribución por parte de fabricantes de software independiente. SQL Server 2014 Express incluye la versión completa de SQL Server 2014 Management Studio.

Figura 7. Logo Microsoft SQL Server 2014 Express.



Imagen tomada de www.Microsoft.com

6.1.1 Requisitos del sistema para instalación de SQL Server Express

Sistemas operativos compatibles:

Windows 7, Windows 7 Service Pack 1, Windows 8, Windows 8.1, Windows Server 2008 R2, Windows Server 2008 R2 SP1, Windows Server 2012, Windows Server 2012 R2

Procesador

Intel: procesador compatible con una velocidad mínima de 1 GHz o un procesador más rápido

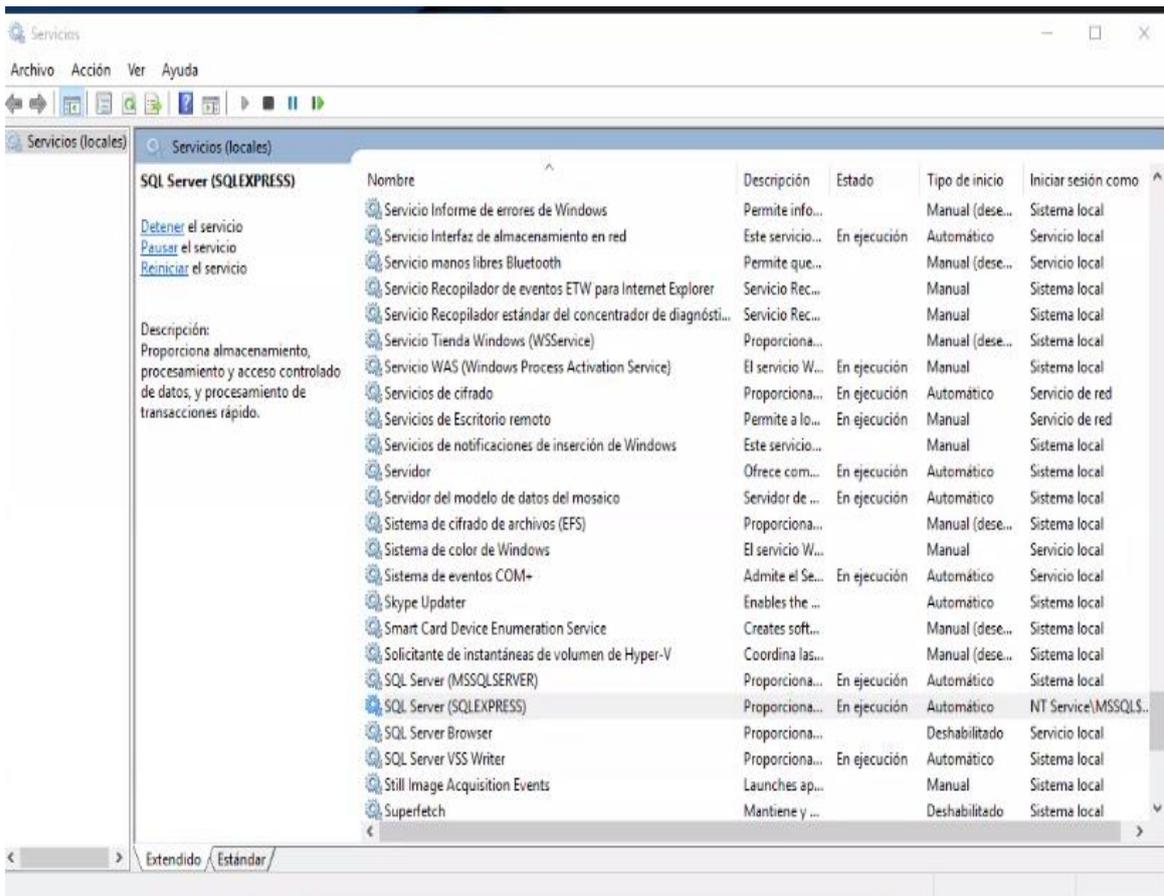
RAM

Mínimo de 512 MB para SQL Server Express con herramientas y SQL Server Express con Advanced Services y 4 GB para Reporting Services que se instala con SQL Server Express con Advanced Services

Espacio en disco duro

4,2 GB de espacio en disco.

Figura 8. Servicios Microsoft (SQLEXPRESS).



Tomado de MYSQL server express 2014 instalado para realización de proyecto.

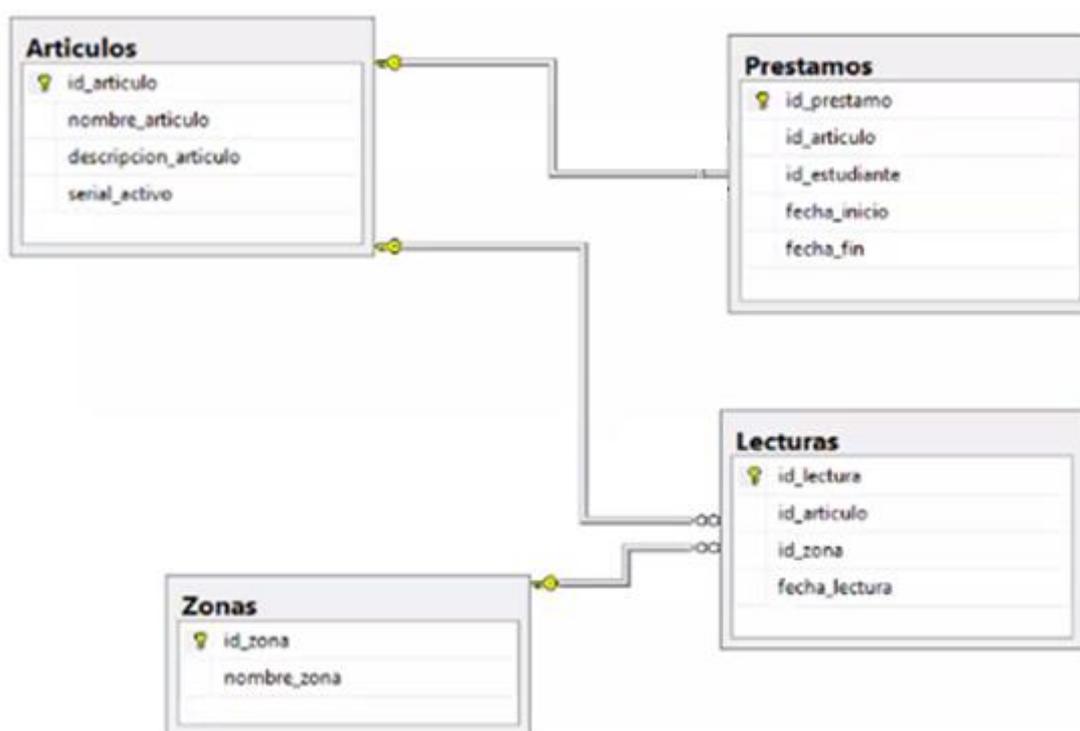
6.2 ESQUEMA DE BASE DE DATOS

El esquema desarrollado para este proyecto está compuesto por cuatro tablas de lectura:

- **Artículos:**
En esta tabla se define la información detallada de los artículos que se encuentran en el inventario del área para la realización de préstamos en donde se encuentra asociado el nombre del artículo, la descripción del artículo, el serial activo y el Id del artículo que hace referencia al número de tag al que el equipo se encuentra asociado.
- **Préstamos:**
Se almacenan los accesos realizados por los usuarios desde la solicitud de préstamo del equipo hasta la entrega del mismo, lo cual está asociado directamente a la identificación del estudiante.

- **Lecturas:**
Se registran todos los movimientos ejecutados por el artículo por medio de las lecturas que va realizando la antena de manera constante; creando una relación con la zona y el artículo leído.
- **Zonas:**
Contiene los puntos donde se tiene instaladas las antenas RFID para la correcta lectura de los tags asociados a los equipos en préstamo

Figura 9. Diagrama de base de datos



Realizado en esquemaweb.com para el esquema de la base de datos.

6.3 DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN

A continuación, se resaltan las condiciones, equipos, parámetros y características que se contemplaron para el proyecto.

- El tipo de solución RFID es orientada para el control (localización y ubicación) de equipos portátiles que dispone los laboratorios de tecnologías de la información de la Universidad Piloto de Colombia ubicados en el segundo piso del edificio Fundadores, con el fin de que estos equipos se puedan utilizar fuera de los laboratorios (pasillo y demás laboratorios que se encuentran en la segunda planta) ya que actualmente solo se prestan dentro de ellos.

- Entre los equipos más relevantes se encuentran portátiles, equipos electrónicos para realizar mediciones (analizador de espectro, fuentes, multímetros, osciloscopios, entre otros).
- Los activos que se encuentran en calidad de préstamo para las diferentes prácticas tendrán un tag incorporado que permitirá realizar la identificación, seguimiento y localización a nivel de zona en todas las áreas de interés.

A través de una pantalla (de ordenador fijo, y/o PC portátil) el personal del laboratorio podrá obtener la ubicación de los activos a nivel de áreas.

- Es indispensable saber el área que se desea cubrir por las antenas, para esto, se cuenta con el respectivo plano donde se va a instalar el sistema (
- Se usarán dos readers a los que irán conectadas las antenas respectivamente.
- Se instalarán en 100 equipos las etiquetas RFID. Se eligen cien equipos como muestra de los equipos que hay en la universidad, que deben ir instalados como se indica en la figura 5 y 36

En resumen, estos serían los parámetros que se usarán para la implementación propuesta en la Universidad:

- ✓ 7 Antenas Circular polarity RFID Panel S9028PCL.
- ✓ 2 Reader Speedway Revolution.
- ✓ 100 etiquetas RFID UHF
- ✓ Cables de baja pérdida para conectar las antenas con el lector
- ✓ 1 Computador de escritorio
- ✓ Software de Gestión

6.4 INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

La parte web o interfaz gráfica se realiza con el fin de establecer la relación entre el sistema de gestión y el usuario, obteniendo una interfaz sencilla y accesible, permitiendo que este se adapte a la plataforma del sistema operativo de Microsoft.

Esta se desarrolla con el framework de asp.net, como se menciona en la página oficial de librerías Microsoft(Microsoft, s.f.) una tecnología de .NET Framework que permite crear aplicaciones web; ASP.NET es una plataforma web que proporciona todos los servicios necesarios para compilar aplicaciones web basadas en servidor. Las aplicaciones se pueden escribir en cualquier

lenguaje que sea compatible con Common Language Runtime (CLR), incluido Visual Basic y C#.

Para la parte de frontend se usó html5 con Javascript y bootstrap.

6.5 FUNCIONALIDADES APLICATIVO

El aplicativo comprende varias funcionalidades asociadas al manejo relacionado con el servicio de préstamo de equipos, es decir, se hizo una recopilación de las características y procesos que se contemplan dentro de este servicio y se integró a través de la interfaz desarrollada para la solución con el sistema RFID.

6.5.1 Módulo de autenticación

Figura 10. Módulo de autenticación aplicativo de gestión.

La imagen muestra una interfaz de usuario para el sistema SUIRFID UniPiloto. En la parte superior, se lee 'SUIRFID UniPiloto' y 'Bienvenido'. Debajo, hay un formulario de login con dos campos de texto: 'Usuario' y 'Contraseña'. Abajo de los campos hay un botón azul con el texto 'Entrar'.

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Login.aspx>

Los campos establecidos para realizar la autenticación del usuario permitirán verificar la identidad digital, de tal modo que el laboratorista acceda a determinados recursos del sistema. Para lograr la validación correspondiente se debe contar con los siguientes elementos:

- Usuario: Nombre de usuario con que se realizó el registro.
- Contraseña: Clave asignada por el usuario.

Se realizará la respectiva verificación al seleccionar la opción “Entrar”, y si la validación es exitosa el usuario podrá proceder a interactuar con las funciones del sistema.

6.5.2 Creación de un artículo

Figura 11. Crear artículo.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/CrearArticulo.aspx>

Figura 12. Datos solicitados de artículo creado.

Artículo

Código RFID	<input type="text" value="Código RFID"/>	Serial	<input type="text" value="Serial del activo"/>
Nombre	<input type="text" value="Nombre del artículo"/>	Descripción	<input type="text" value="Descripción del artículo"/>

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/CrearArticulo.aspx>

En esta sección el usuario tiene la opción de incorporar un equipo nuevo, seleccionando la opción “Artículo”, “Crear artículo”; a continuación, se visualizará los campos que requieren completarse para lograr un registro válido.

- **Código RFID:** El código único asignado en este campo será el proporcionado por el tag que se asociará con el equipo al cual se refiere en el registro.
- **Nombre:** Nombre que identifica el equipo.
- **Serial:** Corresponde al serial proporcionado por el equipo.
- **Descripción:** De ser necesario se harán observaciones como posibles elementos complementarios que contenga el equipo, modelo, entre otros; de igual manera tener en consideración si el equipo presenta posibles deterioros a nivel físico para tener en cuenta en el momento del préstamo.

Una vez relacionada la información de cada uno de los campos se procederá a seleccionar la opción “Guardar” para finalizar la creación de un nuevo artículo.

6.5.3 Búsqueda de equipos

Para realizar la búsqueda de un equipo se seleccionará la opción “Artículos”, “Lista Artículos”.

Figura 13. Visualización artículos.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

Se visualizará la lista de activos registrados. La búsqueda también se podrá realizar por características como “Nombre, serial o código RFID” de esta manera se delimitará o será más precisa la búsqueda.

Figura 14. Lista de activos e historial.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/ListaArticulos.aspx>

Otra característica a la que se puede acceder cuando se realiza la búsqueda de un equipo es la opción de “Editar” que se encuentra activa en la parte derecha, esta opción permitirá actualizar los campos “Nombre- Descripción- Serial”; una vez realizado el cambio se seleccionará el campo “Actualizar” para que guarde las modificaciones hechas, de igual forma si se desiste de realizar la edición de alguno de los campos del artículo seleccionado se dispone de la opción “Cancelar” .

Figura 15. Edición de artículos.

Lista de Activos					
<input type="text" value="Buscar por nombre, serial o código RFID..."/>					<input type="button" value="Buscar"/>
	ID RFID.	Nombre	Descripción	Serial	
Ver Historial	1998	Portatil HP	MMMM	123456	Editar
Ver Historial	1999	Fuente DC	Extech	382213	Editar
	2024	<input type="text" value="Multímetro UNIT-T"/>	<input type="text" value="Modelo UT70A"/>	<input type="text" value="1070237183"/>	Actualizar Cancelar

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/ListaArticulos.aspx>

Finalmente se tiene acceso al historial de cada artículo registrado, por medio de la opción “Ver Historial”; puntualizando la “Zona “ y “Fecha”, las cuales están asociadas al seguimiento que se realiza a través de RFID, que detalla la ubicación donde se ha detectado el equipo.

Figura 16. Seguimiento de equipos.

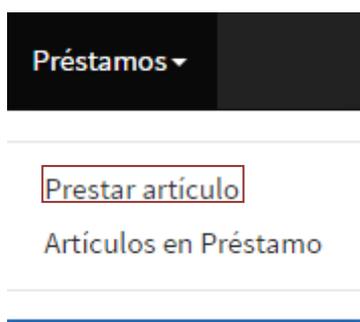
RFID Artículo: 2024 Nombre: Multímetro UNIT-T Serial: 1070237183			
Seguimiento			
RFID	Nombre	Zona	Fecha
2024	Multímetro UNIT-T	zona recibido	25/08/2016 10:02:46 p. m.
2024	Multímetro UNIT-T	Escaleras	25/08/2016 09:57:29 p. m.

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Historial.aspx>

6.5.4 Préstamo de artículos

En esta sección el usuario podrá realizar el registro del préstamo de un artículo, seleccionando las opciones “Préstamo”- “Prestar artículo” y procederá a completar en el campo “Código RFID” con el cual se encuentra asociado el equipo y el “Código del estudiante” al cual le va quedar asignado el préstamo.

Figura 17. Préstamo de artículo.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

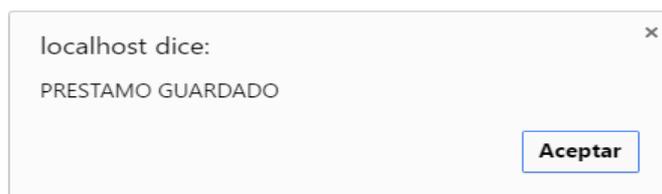
Figura 18. Registro de préstamo de artículo.

Una captura de pantalla de un formulario web. El título del formulario es "Préstamo". Hay dos campos de entrada: "Código RFID del Artículo" con un ícono de lupa y "Código estudiante". A la derecha de los campos hay un botón azul que dice "Generar préstamo".

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Prestamo.aspx>

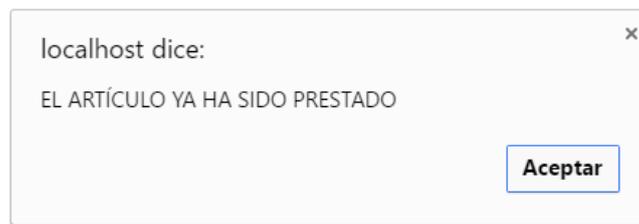
En caso tal de que el artículo ya cuente con un registro de préstamo el sistema informará al usuario.

Figura 19. Confirmación de préstamo de artículo.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Prestamo.aspx>

Figura 20. Validación de artículo que ya se encuentra en préstamo.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Prestamo.aspx>

6.5.5 Recepción de préstamos

Para proceder a descargar un artículo en préstamo del sistema, se seleccionará en la pestaña “Préstamos” la opción “Artículos en préstamo” que permitirá visualizar el registro de los equipos que se encuentran en estado de préstamo, donde se elegirá el artículo para su respectiva entrega confirmando de este modo en la opción “Recibir”.

Cabe resaltar que, al ingresar al registro de los artículos en préstamo, existe la opción de realizar una búsqueda más específica en el campo nombrado como “Productos”, en el cual a través del código RFID o el código del estudiante permitirá visualizar la búsqueda en detalle que se encuentre asociada a estos campos.

Figura 21. Visualización artículos en préstamo.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

Figura 22. Búsqueda de productos.

Productos

Buscar por código RFID, código estudiante. **Buscar** **Ver todos**

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/EnPrestamo.aspx>

Figura 23. Lista de productos en préstamo.

RFID Artículo: 1	Nombre: PORTATIL 29	Serial: 2CE1200GJ4
------------------	---------------------	--------------------

Seguimiento			
RFID	Nombre	Zona	Fecha
1	PORTATIL 29	zona recibido	05/06/2016 03:08:57 p.m.
1	PORTATIL 29	zona prestamo	04/06/2016 02:48:21 a.m.

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Prestamo.aspx>

Figura 24. Recepción de equipos en préstamo.

RFID Artículo: 1	Código Estudiante: 63206	Fecha Préstamo: 04/06/2016 02:48:21 a.m.
------------------	--------------------------	--

Seguimiento			
RFID Artículo	Artículo	Lugar	Fecha
1	PORTATIL 29	zona prestamo	04/06/2016 02:48:21 a.m.

Recibir

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Prestamo.aspx>

7. MAPA INTERACTIVO SEGUNDO PISO SEDE FUNDADORES PARA LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID

A continuación, se detallará la implementación del sistema propuesto, para el área de laboratorios de la Universidad Piloto de Colombia ubicada específicamente en el segundo piso de la sede Fundadores.

Figura 25. Plano 2D segundo piso sede Fundadores.



Elaborado en Floorplaner

Como requerimiento necesario para la implementación de este sistema interactivo es indispensable tener en cuenta que los equipos asociados deben contar con tecnología RFID correspondiente para la interacción.

La elaboración del mapa se realizó a través del editor de planos online Floorplaner. La ubicación de las antenas (visualizadas en el mapa interactivo con un círculo verde) se planteó por zonas que identifican un área diferente, con lo que se pretende establecer el seguimiento y ubicación dentro del área que comprende el segundo piso de la sede Fundadores. Se detalla a continuación la referenciación de cada área a una zona correspondiente.

- Área de préstamo: Zona préstamo- Zona recibido (Zona 2)
- Laboratorio 2: Zona 3
- Laboratorio 3: Zona 4
- Laboratorio 4: Zona 5
- Laboratorio 5: Zona 6
- Baños: Zona 7
- Ascensores: Zona 8
- Escaleras: Zona 9

7.1 ACOPLAMIENTO MAPA INTERACTIVO CON EL SISTEMA RFID

La interfaz de usuario que permitirá la gestión de los préstamos, cuenta con el plano o mapa interactivo en el cual se simulará la interacción del sistema RFID propuesto para la identificación y ubicación de los equipos, a partir de que el equipo entre en estado de préstamo, detallando en tiempo real el seguimiento a través de cual se validarán y apreciarán los siguientes datos:

Lectura: Cada lectura realizada está asociada a un número la cual queda relacionada al historial del equipo.

Salida: Corresponde a la zona identificada por donde se registra el paso del equipo.

Fecha: Registra la fecha y hora correspondiente a la última lectura realizada y capturada por el lector del equipo identificado.

Para que en el mapa se pueda visualizar la ubicación de un equipo por las diferentes zonas, es necesario que este se encuentre en constante interacción con la base de datos es decir las antenas se encuentran “escuchando” a la base de datos.

Figura 26. Interfaz del mapa interactivo 2D del segundo piso sede Fundadores y simulación gráfica para la ubicación de las antenas



Realizado y tomado de aplicativo de gestión <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

7.2 VISUALIZACIÓN MAPA INTERACTIVO

Inicialmente los equipos se van a encontrar registrados en la zona de préstamo; esta zona se encuentra ubicada en el laboratorio 1.

Una vez el usuario comience a realizar desplazamiento sobre las zonas del segundo piso; se van a ir alarmando (colocando en color rojo) los círculos por donde estén pasando los equipos, de esta manera se tendrá en forma visual el movimiento que estén realizando los equipos durante el préstamo; Mientras que en el software de administración el equipo registrado con el respectivo número de tag va a ir realizando registros de acuerdo a la lectura hecha por cada lector asociándolo a su movimiento final.

8. PRUEBAS SISTEMA RFID- SEGUIMIENTO TRAYECTORIAS ALTERNAS

Con base en las explicaciones previas referentes a la solución basada en un sistema RFID, se detallará y validará el seguimiento a un equipo que entra en calidad de préstamo, tomando en cuenta la interacción que existe entre el aplicativo que manejará el usuario y la base de datos controlada desde MySQL Server 2014 Express, para poder visualizar de una manera más gráfica el rastreo de un equipo por diferentes zonas del segundo piso de la sede Fundadores de la Universidad Piloto de Colombia.

Para el inicio de la prueba se tomará como ejemplo un equipo, el cual previamente ha sido agregado o creado en la base de artículos. Al proceder a generar el registro de préstamo se tendrá en cuenta en asociar a cada campo la información que se requiere y se generará el préstamo.

Figura 27. Proceso de registro de préstamo.

Universidad Piloto de Colombia

Inicio Artículos ▾ Préstamos ▾ Salir

Préstamo

Código RFID del Artículo

2024

Código estudiante

1020383

Generar préstamo

localhost dice:
PRESTAMO GUARDADO

Aceptar

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Prestamo.aspx>

En este punto es factible considerar que el equipo al que se hace mención ya haya sido prestado por lo cual, al validar el registro del préstamo, el sistema informará que dicho equipo ya se encuentra prestado y no permitirá realizar este registro.

Figura 28. Proceso de registro de un artículo que se encuentra en préstamo.

Universidad Piloto de Colombia

Inicio Artículos ▾ Préstamos ▾ Salir

Préstamo

Código RFID del Artículo

2024

Código estudiante

1020845

Generar préstamo

localhost dice: ×

EL ARTÍCULO YA HA SIDO PRESTADO

Aceptar

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/Prestamo.aspx>

Siendo validado el registro del préstamo del equipo se puede proceder a verificar que se encuentre en la lista de artículos en préstamo para posteriormente seleccionar la opción “Ver” y empezar a realizar el seguimiento al equipo.

Figura 29. Verificación lista de artículos en préstamo.

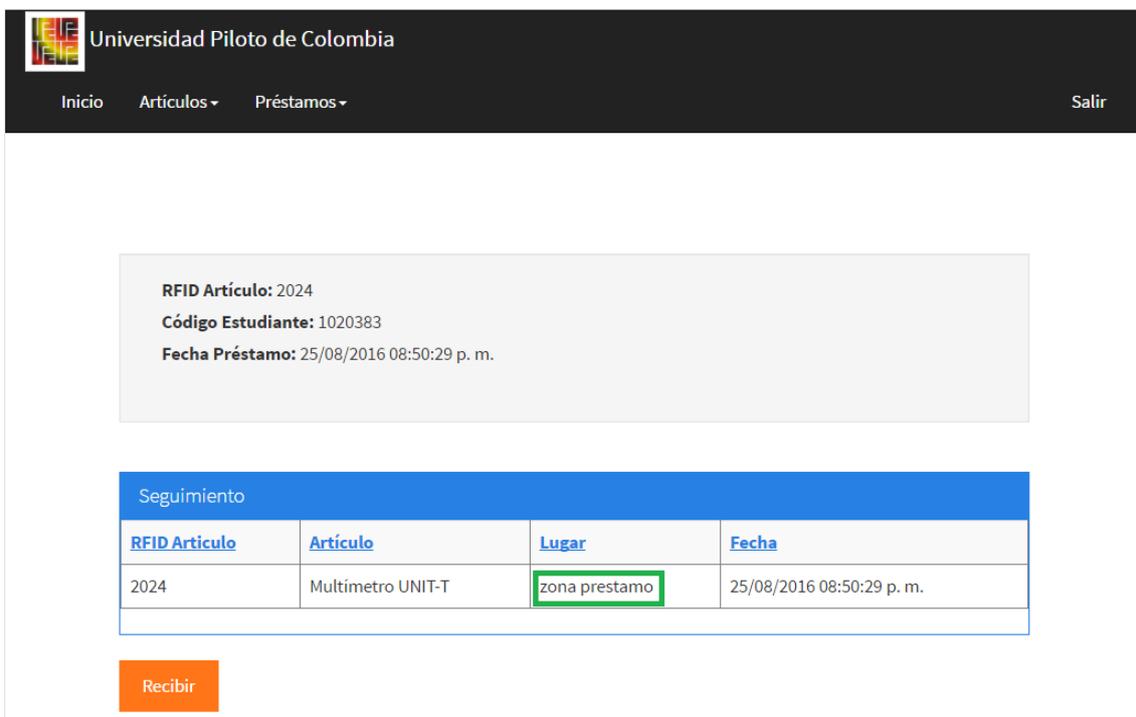


Productos						
Buscar por código RFID, código estudiante...					Buscar	Ver todos
	Id. Prestamo	RFID Artículo	Nombre artículo	Estudiante	Fecha de Prestamo	
Ver	3	2024	Multímetro UNIT-T	1020383	25/08/2016 08:50:29 p. m.	

Tomada de <http://localhost/SuiRFID/EnPrestamo.aspx>

Tal como se aprecia en la Figura 30 el equipo es identificado en su primera ubicación en la “zona de préstamo”

Figura 30. Identificación y registro del equipo.



Tomada de <http://localhost/SuiRFID/EnPrestamo.aspx>

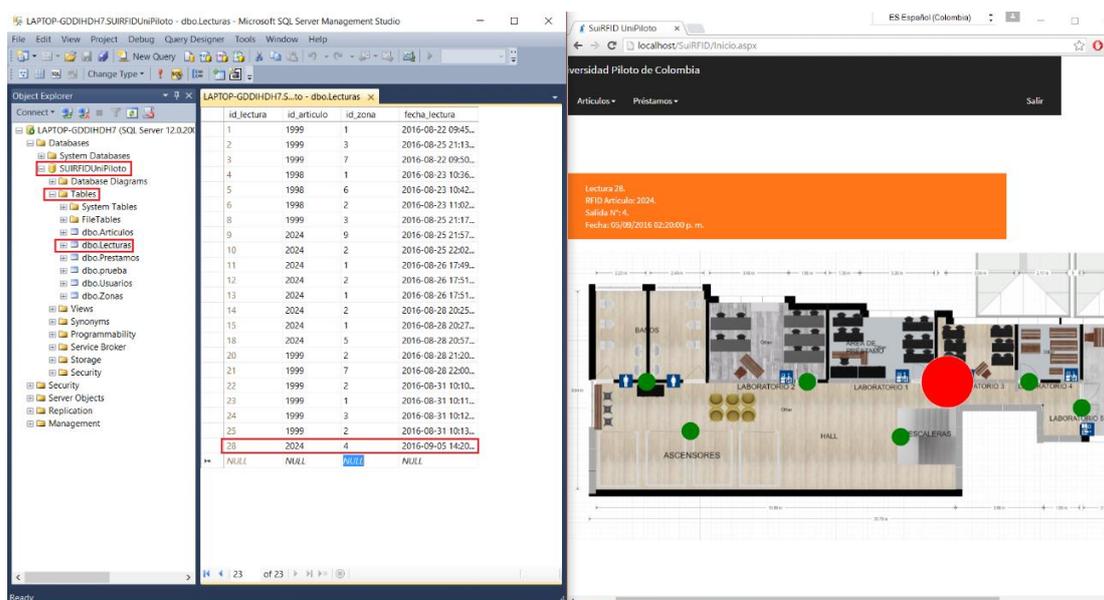
Ahora se va a suponer que el estudiante quien realizó el préstamo del equipo va a empezar a moverse por diferentes zonas en el segundo piso; es en este momento donde se empezará apreciar en el mapa interactivo la marcación por donde sea identificado el tag que lleva consigo el equipo.

Para precisar de una forma sencilla como es el funcionamiento entre el Reader y la base datos, se procede a realizar manualmente una “lectura”, lo que implica que el SQL será gestionado directamente sin intervención del reader.

Este proceso requiere que se acceda al Microsoft SQL Server Management Studio, donde ya se cuenta previamente con la base datos que está gestionando el sistema RFID. Básicamente la forma en que se interpreta el funcionamiento del reader hacia la base de datos, se enfoca en las lecturas que este se encuentra haciendo y la información que determina que cada una de estas lecturas permita interpretar visualmente la identificación y ubicación de un equipo.

En la tabla de “Lecturas” se completarán los siguientes campos: “id_lectura”, “id_articulo”, “id_zona” y una “fecha_lectura”, información que se requiere para que el SQL pueda ejecutar el proceso que equivale al comportamiento automático que estaría realizando cada reader. Una vez completada la información para una “lectura” se podrá apreciar en el mapa interactivo la marcación de la zona donde fue identificado el tag del equipo.

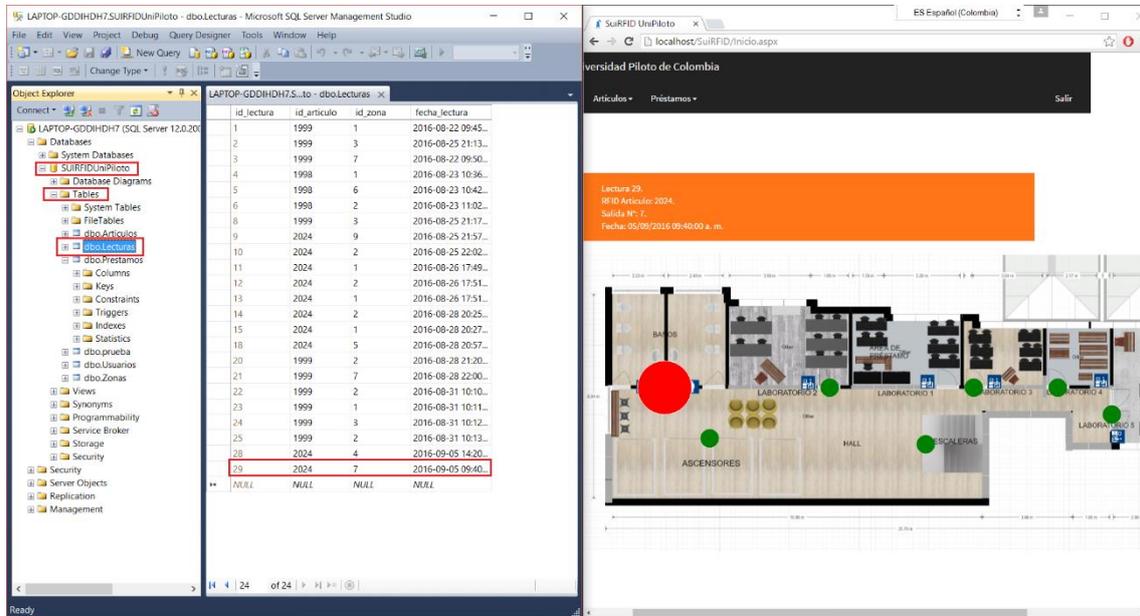
Figura 31. Trayectoria 1, seguimiento equipo en préstamo.



Tomada SUIRFIDUniPiloto - dbo.Lecturas - Microsoft SQL Server Management Studio y <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

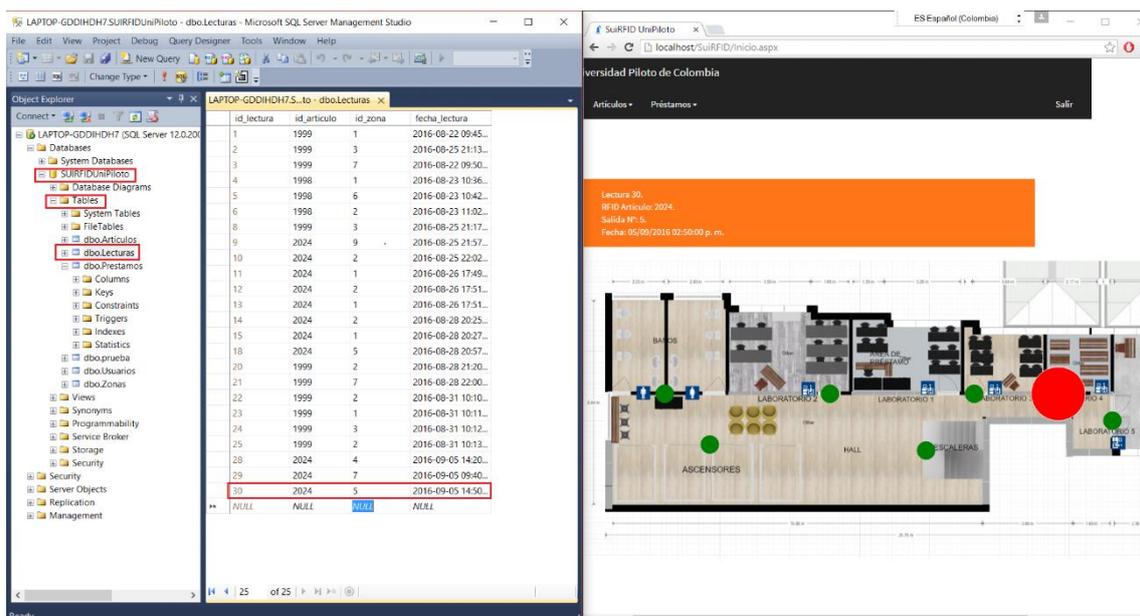
Siguiendo una posible trayectoria que pueda tener un equipo es necesario generar un nuevo registro de "lectura" en el SQL, teniendo en cuenta que el equipo se ubicará en otra zona, tal como se aprecia en la Figura 32.

Figura 32. Trayectoria 2, seguimiento equipo en préstamo



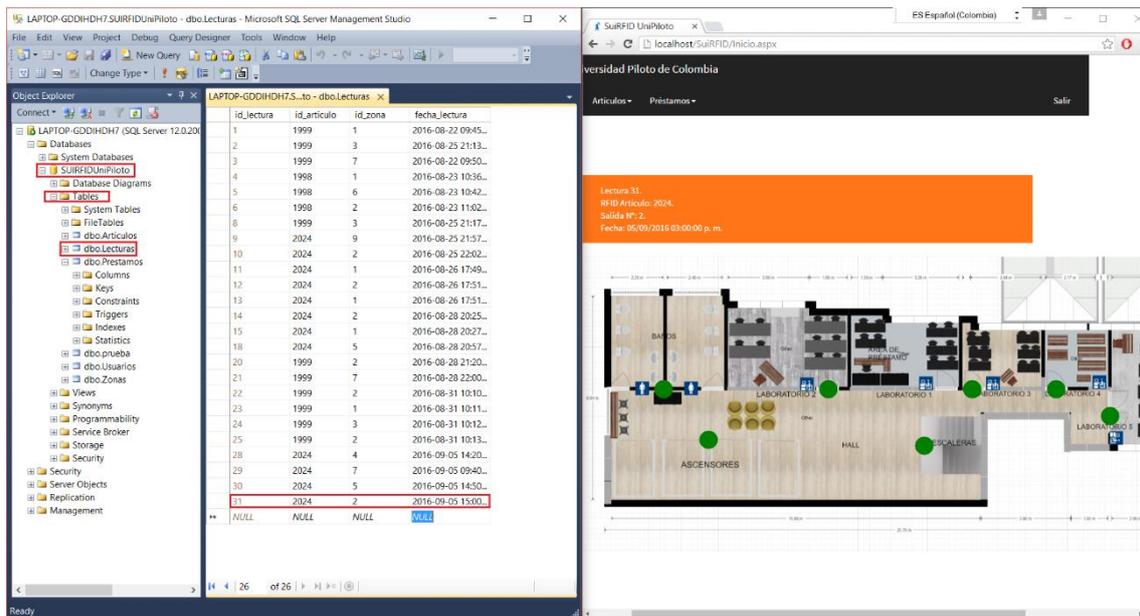
Tomada SUIRFIDUniPiloto - dbo.Lecturas - Microsoft SQL Server Management Studio y <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

Figura 33. Trayectoria 3, seguimiento equipo en préstamo



Tomada SUIRFIDUniPiloto - dbo.Lecturas - Microsoft SQL Server Management Studio y <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

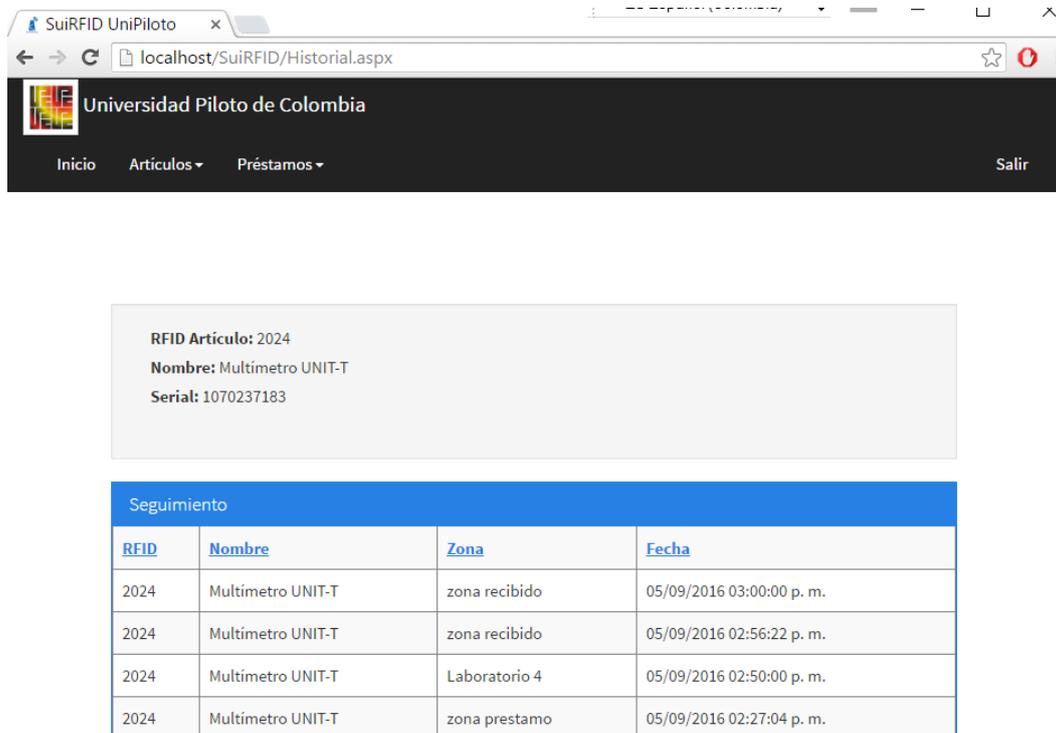
Figura 34. Trayectoria 4, seguimiento equipo en préstamo.



Tomada SUIRFIDUniPiloto - dbo.Lecturas - Microsoft SQL Server Management Studio y <http://localhost/SuiRFID/Inicio.aspx>

El registro detallado de las trayectorias por donde se identifique el equipo quedará en un historial que estará asociado al respectivo código RFID que identifica a cada equipo.

Figura 35. Historial generado seguimiento equipo en préstamo.



Tomada <http://localhost/SuiRFID/Historial.aspx>

9. COSTOS

El siguiente presupuesto está orientado al resultado de la estimación de costos de desarrollo propio del proyecto, contemplando los equipos y la parte del software de gestión para el sistema RFID en el segundo piso de la sede fundadores de la Universidad Piloto de Colombia.

Tabla 4. Cotización implementación propuesta para área de laboratorios segundo piso sede Fundadores

SISTEMA RFID VEHÍCULOS						
ITEM	DESCRIPCION	MARCA	REFERENCIA	CANT	VALOR UNIT. USD\$	VALOR TOTAL USD\$
1	Antena RFID salida Wiegand, incluye fuente de poder	AP	RFID12M	6	\$ 585	\$ 3,510
2	Controladora de acceso 4 puertas	AP	SISCA4R4D	1	\$ 316	\$ 316
3	Controladora de acceso 2 puertas	AP	SISCA2R2D	1	\$ 260	\$ 260
4	Etiqueta RFID UHF para ubicación en equipos de cómputo	Confidex	C-SWM	100	\$ 1.50	\$ 150
5	Servicio de verificación, grabación e identificación de etiqueta RFID	Automatiza	AUT-INS	100	\$ 0.04	\$ 4
					SUBTOTAL USD\$	\$ 4,240
					IVA USD\$	\$ 678
					TOTAL USD\$	\$ 4,918

Tomada de RFID Soluciones empresa.

El costo que comprende el desarrollo del aplicativo (interfaz del usuario) que gestiona el sistema RFID está basado en los requerimientos descritos en este documento.

CONCLUSIONES

Se puede evidenciar a lo largo del desarrollo del proyecto que RFID es una tecnología que, aunque es poco conocida e implementada, ofrece bastantes ventajas al ser implementada para identificación en entornos interiores.

El desarrollo del proyecto, desde el inicio del semillero permitió tener un acercamiento a una tecnología “nueva”, teniendo un mayor conocimiento de la misma y observando los alcances que RFID puede ofrecer y también los limitantes que presenta; ya teniendo en cuenta lo que se conocía y se estudió de la tecnología se logró proponer un sistema de implementación para mejorar el tema de control y seguridad de los equipos portátiles de la Universidad Piloto de Colombia.

Las herramientas que se desarrollaron a lo largo de este proceso se realizaron con la idea de que el alcance fuera accesible y de fácil uso para que así al ser implementado sea útil y no genere tareas complejas lo cual se hace eficiente para la implementación en este caso para el área de laboratorios y para una posible expansión por toda la universidad; por lo tanto en este proyecto se describe el uso del software de una manera comprensible, por lo tanto dirigido a el personal de la Universidad que tenga como rol el préstamo de equipos.

Es de tener en cuenta que, aunque RFID es una tecnología poco implementada, es una tecnología muy versátil que aún está en evolución y no cuenta con una estandarización definitiva por tal motivo en este proyecto los requerimientos propuestos para la implementación no se escogieron de acuerdo al que más ventajas ofrece frente a otros, si no al que mejor se acopla acorde a los requerimientos y el entorno que se propuso. Esto presenta un gran futuro en la tecnología ya que existen múltiples tipos de dispositivos que se pueden seleccionar de acuerdo a las necesidades de quien la quiera implementar, lo cual hace que RFID tenga campos de aplicación bastante amplios para ser ejecutada.

La integración entre las bases de datos y la tecnología RFID, hacen más fácil el procedimiento de comunicación entre los usuarios y la tecnología implementada, pues en este proyecto se evidencia también que de acuerdo a esta integración se pueden desarrollar múltiples proyectos.

El sistema que se desarrolla en este proyecto, busca acaparar todos los elementos que son usados en la tecnología RFID, se logró el resultado que tenía como objetivo tener un control de los dispositivos de los cuales se hace préstamo por el momento en el área de laboratorios teniendo conocimiento en tiempo real de la ubicación de los mismos, teniendo la oportunidad de en el software propuesto agregar, eliminar, visualizar, validar historiales de equipos, entre otras opciones, lo cual permite tener una interacción más visual con el proceso que lleva a cabo la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

SITIOS WEB

<http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/>

<http://www.logisticasud.enfasis.com/notas/66551-aumenta-uso-rfid-la-cadena-suministro>

<http://www.rfidpoint.com/noticias/rfid-%C2%BFcuando-y-donde/>

<http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/revistagpt/article/viewFile/1229/1159>
ubicar

http://www.webddigital.com/rfid_introduccion.aspx

http://www.webddigital.com/rfid_introduccion.aspx#lectores_rfid

<https://www.atlasrfidstore.com/custom-rfid-hang-tag/>

<http://www.perfectrfid.com/vehicle-tracking-systems>

http://www.htk-rfid.com/archivostags/PDF_45_39.pdf

<https://spanish.alibaba.com/product-gs/rfid-reader-long-distance-integrated-uhf-rfid-reader-860-960mhz-built-in-12dbi-antenna-1817664609.html?s=p>

ARTICULOS Y TESIS UNIVERSITARIAS

<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/7014/1/125060.pdf>

<http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/5441/1/C2.302.pdf>

Current Investigations at the ETH Zurich in Optical Indoor Positioning,
Sebastian Tilch and Rainer Mautz

A RFID Reader Configuration with an Enhanced Recognition Property for
Indoor Positioning, Sun ghee Jeon-Joongoo Park

Enhancing Indoor Positioning Accuracy utilizing signals from both the mobile
phone network and the Wireless Local Area Network, Jun yangZhou, -Wilson
Man-Chung Yeung-Joseph Kee-Yin Ng

ESTUDIO, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE RFID BASADO EN
EPC, José María Ciudad Herrera- Eduard Samá Casanovas.

Sistema de Control de Acceso con RFID, Jorge Alberto Alvarado Sánchez,
Centro de investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico
Nacional. México D.F 2008

SISTEMA DE REGISTRO Y CONTROL DE SALIDA DE ELEMENTOS
MEDIANTE DISPOSITIVOS RFID, Víctor José Acevedo-Alejandro García
Sandoval- Juan Sebastián Sandino, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá
Colombia, 2004

SITIOS WEB Y DATASHEETS

(Microsoft, s.f.)

<https://www.microsoft.com/es-co/download/details.aspx?id=42299>

Impinj, Inc. 701 N. 34th Street, Suite 300 Seattle, WA 98103 www.impinj.com

www.lairdtech.com

www.confidex.com

ANEXOS

ANEXO 1

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
Departamento De Audiovisuales

FECHA:

ESTUDIANTE: _____

DOCENTE: _____

No.doc (C.C./ Código): _____

FACULTAD: _____

MATERIAL /EQUIPO: _____

TELEFONO: _____

EMAIL: _____

SALON _____

Nota Importante:
He leído y acepto las condiciones de préstamo
según el reglamento interno del departamento.

 Universidad Piloto de Colombia	LABORATORIOS	CONTROL DE PRÉSTAMO DE MATERIAL Y EQUIPO	UPCLAB-R-002 Versión: 3 10/02/10
--	--------------	---	--

LABORATORIO : _____ PROGRAMA: _____
ASIGNATURA: _____ NOMBRE DE LA PRÁCTICA: _____
DÍA: _____ FECHA: _____ HORA: _____ A _____
NOMBRE DEL ESTUDIANTE: _____ CÓDIGO: _____
PRÁCTICA PROGRAMADA: ___ PRÁCTICA LIBRE: ___ PROFESOR: _____
ASISTENTE DE LAB. Y/O TÉCNICO LABORATORISTA: _____

RECURSOS ASIGNADOS

CANT.	ELEMENTOS, MATERIALES, EQUIPOS Y EQUIPOS DE COMPUTO	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO	SOFTWARE

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS: _____

FIRMA DEL ASISTENTE Y/O TÉCNICO LABORATORISTA

ANEXO 2

INSTRUCTIVO PARA INGRESO Y DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA



INSTRUCCIONES PARA EL INGRESO Y DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN LOS LABORATORIOS DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

1. Alcance de instructivo

El alcance del cumplimiento de las instrucciones dadas en este documento, aplica para:

- **USUARIOS DE PRÁCTICA PROGRAMADA Y LIBRE**
- **USUARIOS QUE DESARROLLAN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**
- **USUARIOS QUE DESARROLLAN TRABAJOS DE GRADO**

Con base en Políticas Institucionales y de Sistemas de Gestión de Calidad, se informa a los mencionados usuarios que se deben **CUMPLIR Y ATENDER OBLIGATORIAMENTE** las siguientes indicaciones:

1. Los Laboratorios de la Universidad Piloto de Colombia son una unidad de apoyo académico a los programas que los requieran; operan bajo las normas de un Sistema de Gestión de Calidad y por lo tanto tiene un organigrama, donde las jefaturas de área son apoyo al desarrollo y actualización de los procesos que la Coordinación de Laboratorios realiza bajo el direccionamiento inicial y solicitudes que hacen las Decanaturas y Coordinaciones Académicas.
2. El personal de apoyo académico - administrativo (laboratoristas) dependen directamente de la Coordinación de Laboratorios que asigna y responde por el cumplimiento de las funciones que les compete. Toda queja o reclamo puede ser hecha directamente en la Coordinación de Laboratorios o remitida a ésta por las directivas de la facultad. La coordinación debe dar respuesta en el menor tiempo posible.
3. Todo requerimiento de servicios ya sea de investigación, trabajos de grado u otros que deseen efectuar dentro de los laboratorios debe ser solicitado a la Coordinación de Laboratorios con anterioridad, para que esta dependencia realice la logística respectiva.



4. Las salas de laboratorios no deben ser utilizados para otras actividades como: atención de alumnos, reuniones de estudiantes, entre otros; son netamente para usos prácticos académicos previamente indicados.
5. Está terminantemente prohibido el consumo de alimentos y bebidas dentro de los laboratorios.
6. La participación e interacción del personal de apoyo dentro de las prácticas programadas son de alistamiento de material, equipos, insumos e implementación de ensayos si así lo requiere el docente titular. El personal de apoyo es quien suministra los recursos necesarios disponibles en el laboratorio para su normal funcionamiento y lleva control del mismo.

El personal de apoyo es quien le indica al usuario el funcionamiento correcto de los equipos, las precauciones y demás indicaciones necesarias para el normal y perfecto desarrollo de los ensayos.

7. El docente a cargo de una determinada asignatura debe entregar al técnico laboratorista el cronograma de actividades de prácticas a realizar durante el semestre, con copia a la Coordinación de Laboratorios.
8. El docente titular debe informarle a los estudiantes las normas preliminares de ingreso y comportamiento en los laboratorios como también acerca de los elementos exigidos de protección personal (EPP) para hacer uso de las instalaciones. Esta información se fortalece con las indicaciones adicionales dadas por el personal de apoyo y quien velará por el cumplimiento de éstas.
9. Antes del ingreso a los laboratorios, los usuarios pueden traer candado y dejar sus pertenencias dentro de los lockers designados para cada sala de práctica. Por ningún motivo deben entrar con maletas y/o paquetes. Al terminar la jornada académica (22:00 h) los lockers que permanezcan con candados serán abiertos en presencia de un funcionario de seguridad y lo que esté dentro se reclamará en la oficina de control de edificios, sede F, sótano 1.
10. Es obligatorio el acceso a los laboratorios con bata blanca y demás elementos de protección personal (EPP). El incumplimiento de este numeral implica la inasistencia a práctica programada, lo cual genera las sanciones académicas respectivas y no tendrá derecho a reposición en práctica libre.

Al inicio de una práctica libre, los estudiantes deberán ingresar con bata blanca y demás elementos de protección personal (EPP); de no hacerlo perderán el horario asignado para el desarrollo de dicha práctica.

11. El docente titular organizará los grupos de estudiantes, quienes agendarán con el técnico laboratorista inscribiéndose mediante formato o planilla en el horario disponible para práctica libre y respetarán su asignación durante todo el semestre.
12. Para el ingreso a práctica libre, los estudiantes deben entregar un carnet por grupo al técnico laboratorista; permaneciendo en el laboratorio correspondiente a la asignatura bajo la supervisión y apoyo del técnico laboratorista, acatando las indicaciones dadas por éste.
13. Los estudiantes NO deben manipular ni usar equipos, elementos e insumos sin las debidas indicaciones o supervisión del personal de apoyo. Si no conoce, ni está seguro del manejo de algún equipo, debe consultar con el docente a cargo o con el técnico laboratorista encargado en el momento. Reporte cualquier falla o irregularidad al personal de apoyo.
14. Los usuarios de laboratorio mantendrán en excelentes condiciones de orden todos los elementos y áreas utilizadas; al finalizar la práctica, deben entregarle al técnico laboratorista todos los elementos y áreas utilizadas debidamente aseadas.
15. En caso de daño o pérdida de equipos o materiales asignados a un grupo de estudiantes para una práctica, el grupo diligenciará el formato correspondiente y se hará responsable de su reposición en un máximo de 15 días con la factura de compra o reparación correspondiente.

**INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DE REACTIVOS Y MATERIALES
NOCIVOS PARA LA SALUD Y SU DISPOSICIÓN FINAL EN LOS
LABORATORIOS DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS**

1. Es de obligatoriedad indicar las condiciones de salud (profesores y alumnos) al personal de apoyo responsable del laboratorio para poder tomar las acciones pertinentes. Ejemplo; mujeres embarazadas, alergias, etc.
2. Es obligatorio ingresar a los laboratorios con los elementos de protección personal (EPP) como: bata (que debe permanecer cerrada durante toda la sesión), calzado de seguridad, guantes y gafas. Puede que en ocasiones se requiera el uso de respirador o careta facial.

ANEXO 3 REGLAMENTO INTERNO ÁREA DE AUDIOVISUALES

 **UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA**
DIRECCION DE METODOS DE ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE AUDIOVISUALES
REGLAMENTO INTERNO

El Departamento de Audiovisuales es un Centro de apoyo didáctico a la formación profesional en las diferentes disciplinas que se desarrollan en la Universidad Piloto.

Su objetivo se fundamenta en proporcionar elementos teórico-prácticos a través de trabajos particulares. Utilizando el proceso de comunicación aplicado a la enseñanza. Quiere esto decir que a partir de estudios de la comunicación se produce material técnicamente elaborado que sirve de apoyo directo a las áreas académicas rompiendo la verticalidad (profesor -alumno) y enriqueciendo el proceso cognoscitivo de los mismos.

En coordinación con los Decanos y Directores de programa, el Departamento registra su operatividad a través de la producción de sonovisos, audiovisuales, videos formas y medios de comunicación que tiene un empleo directo en el proceso enseñanza - aprendizaje.

Se ha conformado además una recopilación de material elaborado por los estudiantes y profesores que sirve de apoyo al desarrollo de los diferentes cursos estando disponible permanentemente para la consulta.

SERVICIOS Y MATERIAL DIDACTICO

El Departamento facilita las salas, equipos de proyección y material según la reglamentación interna.

Ejecución de materiales. Producción y realización del material audiovisual.

Asesoría: Los Decanos y Directores de los Programas podrán solicitar los servicios de asesoría en la planeación, producción, presentación y evaluación en las áreas de Audiovisuales.

En la actualidad se cuenta con el siguiente material:

EQUIPOS

Televisores	Telones
Videograhadoras VHS y DVD	Proyectores de Acetatos
Proyectores de Diapositivas	Grabadoras
Proyectores de Opacos	Video Beam
Equipos de sonido	C.P.U. Y Conexiones
Cámaras Fotográficas	Computadores portátiles
Amplificadoras de Video	Cámaras de video

AUDITORIOS: La universidad cuenta con tres auditorios con capacidad para 250,230 y 50 personas los cuales se encuentran dotados con Video Beam incorporado sonido y telones de proyección automáticos. Al igual que la sala de juntas para docentes, en la sede Académica y la sala de conciliatoria en presidencia.

VIDEOTECA: Videos en formato DVD ,CD, VHS, Video 8, Mini DV.(Filmaciones de eventos Seminarios y Conferencias etc..)

DIAPOTECA: Colecciones del Arte y la pintura, Trabajos de investigación y análisis de la malla vial de Bogotá, Municipios y Ciudades, elaborados por estudiantes de la Facultad de Arquitectura.

MEDIOS DE CONSULTA

Se actualiza este material semestralmente y se hace referencia de el a través de catálogos de información. En el Departamento y en la página Mi Piloto WWW.unipiloto.edu.co/

BOGOTA D.C.

UNIVERSIDAD DE COLOMBIA

DEPARTAMENTO DE AUDIOVISUALES

DEPARTAMENTO DE AUDIOVISUALES

REGlamento INTERNO

REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AUDIOVISUALES

USUARIO: Los estudiantes debidamente matriculados en la Universidad, catedráticos y funcionarios de la misma, como de otras entidades identificados con el carnet respectivo y vigente.

PRESTAMOS: Para la consulta del material y ayudas Audiovisuales con que cuenta el Departamento, existen los catálogos y la página en internet mencionados anteriormente.

Los préstamos de "Equipos" se efectuarán "**Personalmente**" a estudiantes y Administrativos directamente en el departamento mediante planillas de registro y verificación del respectivo carnet, a Docentes mediante planilla la cual debe solicitar en este departamento o en la respectiva facultad, diligenciarla y remitirla a la Dirección de correo audiovisuales@unipiloto.edu.co en el que a vuelta de correo se le dará respuesta a su solicitud.

Para los préstamos a Estudiantes, de VIDEO BEAM Y COMPUTADOR estos se deben solicitar "**mínimo con un (1) día de anterioridad.**" Excepto para los salones en los cuales se encuentra video Beam instalado por lo que se debe solicitar la conexión VGA en el Departamento al momento de su utilización, al igual que los demás equipos se pueden solicitar el mismo día.

El préstamo de toda clase de videos y material de diapositivas se hará por dos días excepto material de sala.

MULTAS.

La demora en la entrega de este material se sanciona con una multa diaria de \$2000 incluyendo Domingos y Festivos.

INSTALACION DE EQUIPOS

La instalación de equipos así como el retiro de estos se hace única y exclusivamente por el personal del Departamento previa verificación del buen funcionamiento de estos. Los equipos se entregaran únicamente a la persona que lo haya solicitado, la cual firma el recibido así como la respectiva entrega.

SANCIONES: En caso de que algún equipo o material sea retirado de las instalaciones de la Universidad sin autorización del Departamento de Audiovisuales se hará acreedor a las sanciones del presente reglamento, y cancelara el valor por multa correspondiente a \$25.000, Transcurrido un día y el material no ha sido entregado se dará por perdido y será adquirido nuevamente por el Dpto., por lo tanto el usuario pagara el valor de este más la multa antes mencionada.

El Docente o Estudiante que habiendo solicitado un equipo y no lo utilice, lo deje abandonado o no avise al Departamento con suficiente anterioridad su no utilización será sancionado con una multa equivalente a (\$25.000.00) Después de 15 minutos sedara por no utilizado el equipo y se reubicara a un usuario en turno.

El estudiante que se encuentre dando uso inadecuado, instalando juegos o deteriorando los equipos, se hará acreedor a la sanción que considere pertinente la dirección del departamento.

El Docente o estudiante que tenga deuda con este departamento al finalizar el semestre, esta se remitirá al área de Sindicatura, donde se le hará efectivo en el recibo de (pago / matricula) respectivamente.

PAZ Y SALVO

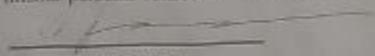
El estudiante lo requiere para efectos de Matricula, Certificados, Constancias de paz y salvo por todo concepto.

FUNCIONARIOS: Los préstamos se realizan en las mismas condiciones que a los estudiantes y Docentes.

OTRAS DISPOSICIONES: En caso de pérdida o daño de algún material o equipo el usuario deberá informar de este al personal del Departamento (teniendo así tres días de plazo para reponer dicho material.)

Las personas que alteren, falsifiquen o suplanten a otras personas perderán el derecho a los servicios del Departamento por dos semestres académicos mas la respectiva sanción.

El material solicitado no se podrá renovar a la misma persona consecutivamente, deberán pasar mínimo dos días para su renovación.


DIRECTOR

AGOSTO DE 2010

ANEXO 4

Inventario laboratorios Universidad Piloto de Colombia

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA								
INVENTARIO DE LABORATORIO DE REDES Y PROCESADORES								
I SEMESTRE DE 2013								
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODEL O	ESTAD O			SERIAL	PLAC A
				B	R	M		
1/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			107023718 3	00031 995
2/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080797 7	00031
3/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080798 3	00031 997
4/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080799 2	00031 998
5/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080797 5	00032 000
6/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080799 5	00032 001
7/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			108044341 3	00032 002
8/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080798 1	00032 003
9/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080798 2	00032 004
10/10	Multímetro	UNI-T	UT70A	X			106080798 4	00032 005
1/6	Fuente DC	Extech	382213	X			N96132142	00011 685
2/6	Fuente DC	Extech	382213	X			N96138021	00021 749
3/6	Fuente DC	Extech	382213	X			N96138096	00021 741
4/6	Fuente DC	Extech	382214	X			N96137999	00021 751
5/6	Fuente DC	Extech	382213	X			N96138082	00021 753
6/6	Fuente DC	Extech	382213	X			N96138081	00021 754
1/6	Generador Digital	PeakTech	DDS- 4025	X			14618030	00038 301
2/6	Generador Digital	PeakTech	DDS- 4025	X			14618043	00038 302
3/6	Generador Digital	PeakTech	DDS- 4025	X			14618044	00038 303
4/6	Generador Digital	PeakTech	DDS- 4025	X			14618045	00038 304

5/6	Generador Digital	PeakTech	DDS-4025	X		14618046	00038 305
6/6	Generador Digital	PeakTech	DDS-4025	X		14618047	00038 306
1/1	Datarase	Walling CO	D J ACT	X		No tiene	No tiene
1/1	Mullion Reader	TEXAS	S6420	X		100947	00029 510
1/4	Cámara IP	D-LINK	DCS-5220	X		D54929300 0013	00038 736
2/4	Cámara IP	D-LINK	DCS-5220	X		D54C2990 00031	00038 737
3/4	Cámara IP	D-LINK	DCS-5220	X		D54C2990 00038	00038 738
4/4	Cámara IP	D-LINK	DCS-5220	X		D54C2990 00036	00038 739
1/4	Radio Canopy	Canopy	5400B HG	X			00043 420
2/4	Radio Canopy	Canopy	5400B HG	X			00043 421
3/4	Radio Canopy	Canopy	5400B HG	X			00043 422
4/4	Radio Canopy	Canopy	5400B HG	X			00043 423
1/6	Quemador PicsStar	Microchip	GX520	X		JIT093996 995	00039 928
2/6	Quemador PicsStar	Microchip	GX520	X		JIT101227 982	00039 931
3/6	Quemador PicsStar	Microchip	GX520	X		JIT093996 984	00039 933
4/6	Quemador PicsStar	Microchip	GX520	X		JIT091896 160	00039 935
5/6	Quemador PicsStar	Microchip	GX520	X		JIT101027 614	00039 936
6/6	Quemador PicsStar	Microchip	GX520	X		JIT093996 994	00039 937
1/7	Punta Lógica	BK Precisión	DP-52	X		8-17050- 74520-7	00022 610
2/7	Punta Lógica	BK Precisión	DP-52	X		8-17050- 74520-7	00022 611
3/7	Punta Lógica	BK Precisión	DP-52	X		8-17050- 74520-7	00022 612
4/7	Punta Lógica	BK Precisión	DP-52	X		8-17050- 74520-7	00022 613
5/7	Punta Lógica	BK Precisión	DP-52	X		8-17050- 74520-7	00022 614
6/7	Punta Lógica	BK Precisión	DP-52	X		8-17050- 74520-7	00022 615
7/7	Punta Lógica	BK Precisión	DP-52	X		8-17050- 74520-7	00022 616
1/2	Antena Wireless con accesorios	PLANET	ANT- 0M8	X		No tiene	00022 200
2/2	Antena Wireless con accesorios	PLANET	ANT- 0M8	X		No tiene	00022 201

1/2	Antena DirectionalOutdoor	TRENDnet	TEW-OA14DK	X			20050200254	00029599
2/2	Antena DirectionalOutdoor	TRENDnet	TEW-OA14DK	X			20050200250	00029600
1/2	Antena Yagi Direccional	PLANET	No tiene	X				00022202
2/2	Antena Yagi Direccional	PLANET	No tiene	X				00022203
1/2	Antena de Grilla	HYPERLIN K	HG2424G	X			XA-2424G	00029448
2/2	Antena de Grilla	HYPERLIN K	HG2424G	X			XA-2424G	00029449
2/2	Herrajes para antenas de grilla	HYPERLIN K		X				
1/2	Protector de grilla 3GHz	PLANET	No tiene	X			No tiene	No tiene
2/2	Protector de grilla 3GHz	PLANET	No tiene	X			No tiene	No tiene
1	Antena sistema radio frecuencia	RFS	MGAR3-23N	X			334230	00022426
3	Adaptador cable coaxial	No tiene	No tiene	X			No tiene	No tiene
1	Cable de cuadretes en estrella	LEYBOLD	736481	X			W432515200	00029478
1/4	Cargador Radio Canopy	Motorola		X				00043428
2/4	Cargador Radio Canopy	Motorola		X				00043429
3/4	Cargador Radio Canopy	Motorola		X				00043430
4/4	Cargador Radio Canopy	Motorola		X				00043431
1/3	Kit tester Link Master	IDEAL	No tiene	X				00022166
2/3	Kit tester Link Master	IDEAL	No tiene	X				00022167
3/3	Kit tester Link Master	PLUKC	No tiene	X			47D02L00495	00022009
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	ESTADO			SERIAL	PLACA
				B	R	M		
1/4	Antena para radio canopy con base	Canopy		X				00043416
2/4	Antena para radio canopy con base	Canopy		X				00043417
3/4	Antena para radio canopy con base	Canopy		X				00043418
4/4	Antena para radio canopy con base	Canopy		X				00043419
1/4	Ponchadoras	PROSKIT	No tiene	X			No tiene	No tiene

2/4	Ponchadoras	PROSKIT	No tiene	X		No tiene	No tiene
3/4	Ponchadoras	PROSKIT	No tiene	X		No tiene	No tiene
4/4	Ponchadoras	PROSKIT	No tiene	X		No tiene	No tiene
1/5	Ponchadoras	QUEST	TEL-6001	X		No tiene	00022139
2/5	Ponchadoras	QUEST	TEL-6001	X		No tiene	00022140
3/5	Ponchadoras	QUEST	TEL-6001	X		No tiene	00022148
4/5	Ponchadoras	QUEST	TEL-6001	X		No tiene	00022149
5/5	Ponchadoras	QUEST	TEL-6001	X		No tiene	00022150
1/4	Ponchadoras	QUEST	No tiene	X		No tiene	No tiene
2/4	Ponchadoras	QUEST	No tiene	X		No tiene	No tiene
3/4	Ponchadoras	QUEST	No tiene	X		No tiene	No tiene
4/4	Ponchadoras	QUEST	No tiene	X		No tiene	No tiene
1/6	Ponchadora de Impacto	Ideal	No tiene	X			00022154
2/6	Ponchadora de Impacto	Ideal	No tiene	X			00022138
3/6	Ponchadora de Impacto	Ideal	No tiene	X			00022137
4/6	Ponchadora de Impacto	Ideal	No tiene	X			00022151
5/6	Ponchadora de Impacto	Ideal	No tiene	X			00022153
6/6	Ponchadora de Impacto	Ideal	No tiene	X			00022152
1/2	Pela cable Coaxial		No tiene	X			Sin placa
2/2	Pela cable Coaxial		No tiene	X			Sin placa
1	Wireless AP Router	TRENDnet	TEW-411BR Pplus	X		4D24222000216	00029583
1/3	Wireless USB 2.0 Adapter	TRENDnet	TEW-424UB	X		100014CS T30682	00029590
2/3	Wireless USB 2.0 Adapter	TRENDnet	TEW-424UB	X		100014CS T30687	00029591
3/3	Wireless USB 2.0 Adapter	TRENDnet	TEW-424UB	X		100014CS T30689	00029592
1/4	Router	CISCO	1800	X		FTX1244Y035	00039076
2/4	Router	CISCO	1800	X		FTX1244Y03C	00039077

3/4	Router	CISCO	1800	X			FTX1245Z 1DQ	00039 078
4/4	Router	CISCO	1800	X			FTX1245Y 1L0	00039 079
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	ESTADO			SERIAL	PLACA
				B	R	M		
1/4	Switch	CISCO	CATALYST 2960	X			FOC1222U 3XN	00039 072
2/4	Switch	CISCO	CATALYST 2960	X			FOC1244U 27P	00039 073
3/4	Switch	CISCO	CATALYST 2960	X			FOC1240V 3GS	00039 074
4/4	Switch	CISCO	CATALYST 2960	X			FOC1240V 3GG	00039 075
1/6	Switch	3COM	4200G- 24.	X			YBFCAR4 F1300	00038 903
2/6	Switch	3COM	4200G- 24.	X			YBFCAR4 F0300	00038 904
3/6	Switch	3COM	4200G- 24.	X			YBFCAR4 F1000	00038 905
4/6	Switch	3COM	4200G- 24.	X			YBFCAR4 F2980	00038 906
5/6	Switch	3COM	4200G- 24.	X			YBFCAR4 F1780	00038 907
6/6	Switch	3COM	4200G- 24.	X			YBFCAR4 F2500	00038 908
1/2	Router	CISCO	Cisco 805	X			JMX076F1 B9	00022 131
2/2	Router	CISCO	Cisco 805	X			JMX0726F 1BB	00022 132
1/2	Router	3COM	Cisco 805	X			BVD03141 12914	00022 133
2/2	Router	3COM	Cisco 805	X			BVD03141 13007	00022 134
1/3	Access Point	D-LINK	DWL- 2100AP	X			DR3914C0 00695	00029 444
2/3	Access Point	D-LINK	DWL- 2100AP	X			DR3914C0 00694	00029 445
1/3	Access Point	PLANET	WAP- 1965	X			3401143	00022 161
2/3	Access Point	PLANET	WAP- 1965	X			3603914	00022 160
3/3	Access Point	PLANET	WAP- 1965	X			3603911	00022 159
1/2	Access Point	CISCO	AIR- AP1231 6	X			FTX0909E 271	00029 560
2/2	Access Point	CISCO	AIR- AP1231	X			FTX0909R 0G2	00029 561

			6				
1/4	Access Point	CISCO	SB WIRELESS N WAP-4410N	X		SER17040 3GK	00047 055
2/4	Access Point	CISCO	SB WIRELESS N WAP-4410N	X		SER17040 36V	00047 056
3/4	Access Point	CISCO	SB WIRELESS N WAP-4410N	X		SER17040 3GI	00047 057
4/4	Access Point	CISCO	SB WIRELESS N WAP-4410N	X		SER17040 3HJ	00047 058
1/2	Access Point	3COM	WL-455	X		75TF40BA B4957	00029 446
2/2	Access Point	3COM	WL-455	X		75TF40BA B4B3D	00029 447
1/2	Fuente convertora AC DC	TRIPP-LITTE	No tiene	X			00029 655
2/2	Fuente convertora AC DC	TECHMAN	TIA-400	X			00029 654
1/3	Sensor	L-COM	HA240 1GX-1000	X		ADJ090115 2	00038 740
2/3	Sensor	L-COM	HA240 1GX-1000	X		ADJ090116 7	00038 741
3/3	Sensor	L-COM	HA240 1GX-1000	X		ADJ090116 3	00038 742
4	Patch panel categoría 6	LEVITON	DWA-160	X			Sin placa
1/2	Rack abierto		DWA-160	X			00047 063
2/2	Rack			X			00022 011
1/4	Universal ethernet surge suppressor	ROHS	600SS D	X			00043 424
2/4	Universal ethernet surge suppressor	ROHS	600SS D	X			00043 425
3/4	Universal ethernet surge suppressor	ROHS	600SS D	X			00043 426
4/4	Universal ethernet surge suppressor	ROHS	600SS D	X			00043 427
1/6	Tarjeta de red inalámbrica USB	SISCO	DWA-160	X		PV0R3C50 00194	00047 059

			Xtreme N				
2/6	Tarjeta de red inalámbrica USB	SISCO	DWA- 160 Xtreme N	X		PV0R3C50 00193	00047 060
3/6	Tarjeta de red inalámbrica USB	SISCO	DWA- 160 Xtreme N	X		PV0R3C50 00198	00047 061
4/6	Tarjeta de red inalámbrica USB	SISCO	DWA- 160 Xtreme N	X		PV0R3C50 00186	00047 062
5/6	Tarjeta de red inalámbrica USB	SISCO	DWA- 160 Xtreme N	X		PV0R3C50 00126	00047 064
6/6	Tarjeta de red inalámbrica USB	SISCO	DWA- 160 Xtreme N	X		PV0R3C50 00140	00047 065
1/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		112650030 16	sin placa
2/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		109706019 95	sin placa
3/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		112650030 15	sin placa
4/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		113611026 75	sin placa
5/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		109706020 24	sin placa
6/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		113611026 80	sin placa
7/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		123806020 03	sin placa
8/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		123880020 07	sin placa
9/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		123880020 01	sin placa
10/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720 0ND	X		123880020 02	sin placa
11/11	Adaptador USB	TP-LINK	TL- WN720	X		123880020 05	sin placa

			OND					
1/4	Kit Maletín Conectorización Fibra óptica	3M	VF-45	X			00029 593	
2/4	kit Maletín conectorización Fibra óptica			X			00022 198	
3/4	kit Maletín conectorización Fibra óptica	macGuireni cholas		X			sin placa	
4/4	kit Maletín conectorización Fibra óptica	LEVITON		X				
1	Juego de líneas coaxiales			X			29484	
1	antena yagui grande			X			sin placa	
1	Radio Frequency Identification Systems	TEXAS	RI-K2A- 001A	X		RI-RFM- 104B-04	00029 511	
		MUEBLES Y EQUIPO DE COMPUTO						
CANTI DAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODEL O	ESTAD O			SERIAL	PLAC A
				B	R	M		
1	Estante metálico 4 puertas	-	-	X			00011 143	
1	Estante 2 puertas	-	-	X			00030 034	
1	Estante de 3 gavetas						00022 918	
1	Escritorio Profesor			X			00018 708	
24	Silla	-	-	X				
1	Extintor	SOLKAFLA M	-	X			00022 225	
1	Buzón de sugerencias			X			00039 390	
1	Video Beam	Panasonic		X			00040 179	
1	Panel para video beam			X				
1/12	Mouse	Dell	M-S69	X		No tiene	No tiene	
2/12	Mouse	Dell	M-S69	X		No tiene	No tiene	
3/12	Mouse	Dell	M-S69	X		No tiene	No tiene	
4/12	Mouse	Dell	M-S69	X		No tiene	No tiene	
5/12	Mouse	Dell	M-S69	X		No tiene	No tiene	
6/12	Mouse	Dell	M-S69	X		No tiene	No	

								tiene
7/12	Mouse	Dell	M-S69	X			No tiene	No tiene
8/12	Mouse	Dell	M-S70	X			No tiene	No tiene
9/12	Mouse	Dell	M-S71	X			No tiene	No tiene
10/12	Mouse	Dell	M-S72	X			No tiene	No tiene
11/12	Mouse	Dell	M-S73	X			No tiene	No tiene
12/12	Mouse	Dell	M-S74	X			No tiene	No tiene
1/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-07MB	00038 205
2/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-0AXD	00037 976
3/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-086I	00038 202
4/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-0AZW	00037 955
5/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-07M7	00038 187
6/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-0AWA	00038 008
7/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-07M8	00037 952
8/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-086Q	00038 214
9/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-086N	00037 982
10/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-086H	00038 208
11/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-07ME	00037 967
12/12	Teclado	Dell	SK-8115	X			-95T-0AX6	00038 232
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODEL O	ESTAD O			SERIAL	PLAC A
				B	R	M		
3/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X			8WV4NK1	00038 216
4/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X			30R4NK1	00038 007
5/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X			4WV4NK1	00038 204
6/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X			GWV4NK1	00037 975
7/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X			72Y4NK1	00037 954
8/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X			CZY4NK1	00038 189

9/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X		BZY4NK1	00037 951
10/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X		DWV4NK1	00038 201
11/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X		B0R4NK1	00037 990
12/12	CPU	Dell	VOSTR O 220s	X		5815NK1	00038 234
1/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3ZFL	00037 649
2/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3ZXL	00037 489
3/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3NSL	00037 647
4/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-25PL	00037 574
5/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3MHL	00037 653
6/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3NAL	00037 496
7/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-259L	00037 562
8/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3NDL	00037 658
9/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3Z9L	00037 491
10/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3MCL	00037 650
11/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-25KL	00037 560
12/12	Monitor	Dell	E1709 WC	X		-96P-3NNL	00037 643

ANEXO 5

MANUAL DE PRÉSTAMO ÁREA DE LABORATORIOS Y AUDIOVISUALES

Para realizar la solicitud del préstamo de equipos se debe proceder de la siguiente manera ya sea para una práctica programada o libre:

1. Acercarse personalmente al área donde solicita los equipos
2. Solicitar el formato de préstamo (anexo), diligenciando en su totalidad los siguientes campos:

Nombre

Código

Programa

Fecha

Hora

Docente

Práctica libre o programada

Equipo solicitado

Cantidad

Referencia

Práctica dentro o fuera del laboratorio

Firma

De la siguiente manera:

Nombre: Nombres y apellidos de la persona que usará el equipo

Código: Código generado en el carné.

Programa: Programa en el cual se encuentra inscrito.

Fecha: Fecha de solicitud de préstamo

Hora: Hora de solicitud de equipo

Docente: Nombre de docente que dirige la materia que está desarrollando.

Práctica libre o programada: Definir si está dentro de los horarios de clase o se encuentra en práctica no programada

Equipo solicitado: Definir el equipo que debe usar.

Cantidad: Número de equipos que solicita

Referencia: Referencia de los equipos solicitados (información la provee el personal a cargo del préstamo de equipos)

Practica dentro o fuera del laboratorio: Es importante definir en qué lugar se llevará a cabo la práctica.

3. El laboratorista verificará los datos registrados en el formato junto con la información del carné (importante tener en cuenta que sin el carné no se realizará ningún préstamo).
4. Una vez verificados los datos podrá tomar el equipo solicitado y dirigirse al lugar indicado en el formato para realizar la respectiva práctica dentro de la de la Universidad Piloto de Colombia.
5. No olvide tener siempre los equipos solicitados en un lugar visible para que el proceso de identificación de equipos se lleve a cabo de manera adecuada.
6. Ya finalizada la práctica diríjase a el área donde solicitó el equipo, realizando la respectiva devolución de este a la persona encargada y solicite nuevamente su carné.

Tenga en cuenta que estos equipos no se pueden llevar a la casa; si usted no entrega los equipos el día y fecha acordadas se realizarán respectivas sanciones y/o multas de acuerdo al incumplimiento por la no devolución de los equipos.

Si solicita personal para ayuda de instalación de algún equipo deberá realizar la solicitud con mayor tiempo para realizar respectivas adecuaciones de tiempo

ANEXO 6.

Datasheet Lector Speedway Revolution

http://rfid.atlasfidstore.com/hs-fs/hub/300870/file-1326702221-pdf/Tech_Spec_Sheets/Impinj/ATLAS_Impinj_Speedway_Revolution_Readers_Brochure.pdf