



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN
INGENIERÍA EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

**“Diseño de un sistema de control perimetral en recintos
enfocados a la población infantil con tecnología inalámbrica
RFID”**

T E S I S

**QUÉ PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

PRESENTAN:

C. Blaz Rodríguez Aleida Margarita

C. Hernández Garnica Juan José

ASESORES

Dr. Elsa González Paredes

M.en C. José Efrén Pérez Carmona



Ciudad de México 2016

IPN
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COLECTIVO

Que como prueba escrita de su Examen Profesional para obtener el Título de INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA deberán desarrollar los CC.:

ALEIDA MARGARITA BLAZ RODRIGUEZ
JUAN JOSE HERNANDEZ GARNICA

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PERIMETRAL EN RECINTOS ENFOCADOS A LA POBLACIÓN INFANTIL CON TECNOLOGÍA INALÁMBRICA RFID".

Título del Trabajo:

El presente trabajo se realizó para cubrir la necesidad de un sistema de seguridad en el área de cuneros del hospital de especialidades "Dr. Enrique Cabrera", que disminuya el riesgo de sustracción de menores. Este sistema de seguridad ofrecerá una etapa de detección y seguimiento del infante dentro del perímetro, y permitirá a los gestores a su vez, percatarse de posibles intrusiones o evitando extravíos no deseados.

CAPITULADO:

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

JUSTIFICACIÓN

OBJETIVOS

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE.- LA TECNOLOGÍA NFC Y LA SEGURIDAD SOCIAL

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.- LA INGENIERÍA COMO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

CAPÍTULO 3: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.- CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA DE SEGURIDAD UTILIZANDO NFC-RFID

CAPÍTULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS

CAPÍTULO 5: ASPECTO ECONÓMICO Y TÉCNICO

CONCLUSIONES

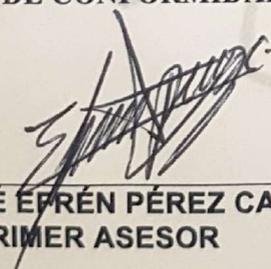
REFERENCIAS

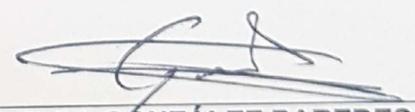
CIBERGRAFÍA

Ciudad de México a 31 de octubre del 2016

FIRMA DE CONFORMIDAD:

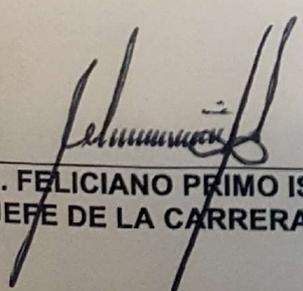
FIRMA DE CONFORMIDAD:

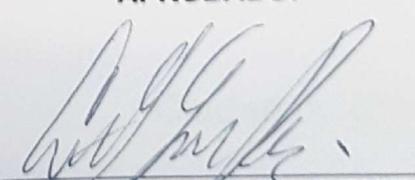

M. EN C. JOSÉ EPRÉN PÉREZ CARMONA
PRIMER ASESOR


DRA. ELSA GONZÁLEZ PAREDES
SEGUNDO ASESOR

Vo. Bo.

APROBADO:


ING. FELICIANO PRIMO ISIDRO CRUZ
JEFE DE LA CARRERA DE I.C.E.


ING. CARLOS AQUINO RUIZ
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 6 |
| JUSTIFICACIÓN | 10 |
| OBJETIVOS | 12 |
| GENERAL:..... | 12 |
| PARTICULARES:..... | 12 |
| CAPÍTULO I:..... | 13 |
| LA TECNOLOGÍA NFC Y LA SEGURIDAD SOCIAL | 13 |
| ESTADO DEL ARTE | 14 |
| 1.1 SISTEMA DE ÁREA PRÓXIMA. | 14 |
| 1.2 APLICACIÓN EN ESCENARIOS DE SEGURIDAD | 15 |
| 1.3 VIABILIDAD DEL USO DE RFID PARA COMUNICACIÓN CON DISPOSITIVOS MÉDICOS | 17 |
| 1.4 MEDICIÓN DE LA TASA ESPECÍFICA DE ABSORCIÓN EN EL CUERPO HUMANO CAUSADO POR DISPOSITIVOS NFC-RFID..... | 18 |
| CAPÍTULO II:..... | 20 |
| LA INGENIERÍA COMO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD | 20 |
| MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1 TECNOLOGIAS INALAMBRICAS..... | 21 |
| 2.1.1 Wi-Fi..... | 21 |
| 2.1.2 IR DA | 21 |
| 2.1.3 BLUETOOTH | 22 |
| 2.1.4 SENSOR DE PROXIMIDAD ULTRASÓNICO HC-SR04 | 23 |
| 2.1.4 COMUNICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA. (RFID)..... | 26 |
| 2.1.4.1 NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC) | 26 |
| 2.1.4.2 DISPOSITIVOS ACTIVOS (LECTORES)..... | 27 |
| 2.1.4.3 DISPOSITIVOS PASIVOS (TAGS) | 27 |
| 2.2 TARJETAS DE DESARROLLO | 29 |
| 2.2.1 ARDUINO | 29 |
| 2.3 COMUNICACIÓN SERIAL..... | 32 |
| 2.3.1 RS-232 | 32 |
| 2.3.2 USB..... | 32 |
| 2.4 ENTORNO DE DESARROLLO C# CON MANEJO DE DATOS PUERTO SERIAL. | 33 |
| 2.5 BASES DE DATOS. | 35 |
| 2.5.1 TABLAS | 36 |
| 2.5.2 FORMULARIOS | 37 |
| 2.5.3 CONSULTAS..... | 38 |
| 2.5.4 INFORMES..... | 39 |
| 2.5.5 CARDINALIDAD | 39 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO III:..... | 41 |
| CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA DE SEGURIDAD UTILIZANDO NFC-RFID | 41 |
| DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN..... | 43 |
| 3.1 APLICACIÓN DEL USUARIO Y BASE DE DATOS | 43 |
| 3.1.1 MYSQL WORKBENCH..... | 46 |
| 3.2 MODULO ARDUINO DE ESCRITURA (ÁREA DE GESTIÓN)..... | 49 |
| 3.3 ACTUALIZACIÓN Y COMUNICACIÓN DE DATOS (COMUNICACIÓN VIA BLUETOOTH)..... | 52 |
| 3.4 MÓDULO ARDUINO DE LECTURA | 55 |
| CAPÍTULO IV:..... | 59 |
| PRUEBAS Y RESULTADOS. | 59 |
| PRUEBAS Y RESULTADOS. | 60 |
| 4.1 LECTURA DE UN BLOQUE ESPECÍFICO EN EL CHIP DE LA TAG | 60 |
| 4.1.1 ESCRITURA EN UN BLOQUE ESPECÍFICO DE LA MEMORIA DE LA TAG | 61 |
| 4.2 CONFIGURACION DEL MÓDULO BLUETOOTH..... | 62 |
| 4.2.1 COMANDOS AT EN MÓDULO BLUETOOTH “GESTIÓN” | 62 |
| 4.2.2 COMANDOS AT EN MÓDULO BLUETOOTH “PUERTA” | 62 |
| CAPÍTULO V:..... | 66 |
| ASPECTO ECONÓMICO Y TÉCNICO..... | 66 |
| ESTUDIO DE MERCADO | 67 |
| GASTOS Y COSTOS | 67 |
| VENTAJAS Y DESVENTAJAS TÉCNICAS DEL PROYECTO | 68 |
| PRECIO DEL PRODUCTO | 69 |
| CONCLUSIONES | 70 |
| REFERENCIAS: | 72 |
| CIBERGRAFÍA | 73 |

INTRODUCCIÓN

El proposito de este proyecto es diseñar e implementar un prototipo que servirá de apoyo en el monitoreo perimetral de recintos enfocados a las estancias de infantes, primero para el control de acceso de los niños y segundo de los familiares que acudan por ellos. Todo esto con el proposito de dar solución a la problemática que vulnera la seguridad de los menores en lugares donde corren riesgo de ser raptados o sustraídos ilegalmente para propósitos que atenten contra su integridad.

En el presente trabajo se analizarán algunas alternativas que ayudarán a minimizar el problema de sustracción ilegal de infantes; por lo cual se tiene estimado que una vez implementado el prototipo, se reduzca considerablemente esta clase de incidentes.

Para poder alcanzar los propósitos y objetivos fue necesario hacer una profunda investigación acerca de la problemática así como de los lugares para los que está destinado el prototipo, para permitirnos adaptarnos a ellos. De una forma lamentable, un suceso ocurrido en el año 2015 sirvió como fundamento primordial para la realización del presente proyecto.

La solución propuesta conjunta tres aspectos importantes: el uso de las bases de datos como fuentes confiables de almacenamiento de registros, el uso de una interfaz gráfica para la interpretación de la información y las tecnologías inalámbricas para intercomunicar dos puntos separados físicamente sin necesidad de cableado; la interacción de estas nos da un conjunto tecnológico versátil que hasta el momento no se había implementado en este campo dentro de nuestro país, por lo que se introduce una alternativa innovadora, sin el requisito de un conocimiento amplio en el ámbito tecnológico ya que se ha realizado con el propósito explícito de ser amigable con los usuarios no especializados.

Las principales herramientas para el diseño de esta solución han sido las bases de datos, la tecnología RFID, Bluetooth, el uso de programación orientada a objetos y la plataforma de desarrollo Arduino, por lo que se ofrece un proyecto interesante y gracias a la compatibilidad de los módulos con Arduino resultará de fácil mantenimiento, adquisición y bajo costo.

Con el uso de la tecnología propuesta se logrará solucionar problemas de índole social y de seguridad una vez identificadas las necesidades que deben cubrirse; después de un análisis exhaustivo de posibles tecnologías conociendo ventajas, desventajas, viabilidad y factibilidad de las mismas, se unificaron en una sola solución que presentamos a continuación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día una de las mayores preocupaciones de la sociedad es la desaparición de infantes, que desde hace mucho tiempo representa un enorme problema para las autoridades a nivel mundial, ya que la cifra de niños desaparecidos no es exacta.

Para América Latina el problema se agrava ya que son contados los países que poseen una legislación y una base de datos para estos casos, a escala global existe el Centro Internacional para Niños Desaparecidos y Explotados (CINDE), cuya encargada para Latinoamérica, Katia Dantas, declaró en 2013 acerca de los países de esta región: “Los (países) que tienen datos a menudo presentan números dispares de bases distintas. Y esa es la realidad para toda la región. Algunos ni siquiera tienen una compilación real. Tienen registros, pero no se hace un seguimiento de los casos, no se conoce cuántos se solucionan, cuántos continúan desaparecidos, qué ocurre con los que fueron encontrados, etc.”. BBC (2013)

En México lamentablemente no existe una legislación específica que atienda este problema, sin embargo hay organizaciones no gubernamentales (ONG) que trabajan en la búsqueda y seguimiento de estos pequeños; a nivel gubernamental es la Secretaría de Gobernación (SEGOB) quien se encarga de proporcionar la cifra anual de personas desaparecidas cada año. Estas cifras muestran que de 2012 a 2014 el número de personas desaparecidas en México ha aumentado cerca de un 34%, la cifra aproximada de desaparecidos de acuerdo a la SEGOB es de 25,293 personas con averiguación previa por desaparición, dentro del fuero común, lo que nos ubica como uno de los países con mayor número de desaparecidos a nivel mundial.

Cabe mencionar que el máximo histórico de reportes de desaparición se obtuvo el pasado 2014 con 5,098 reportes.

Personas no localizadas por sexo*

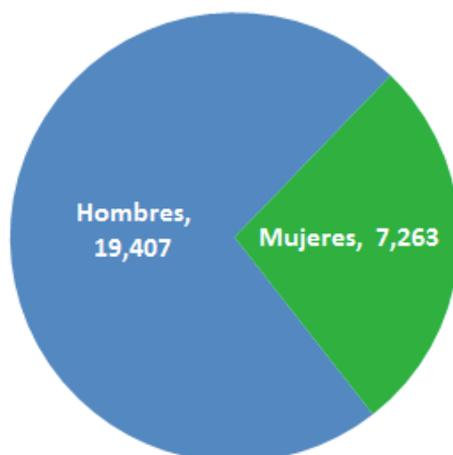


Figura 1. Personas no localizadas por sexo.

De acuerdo con el reporte de la ONG denominada Registro Nacional de Personas Extraviadas o Desaparecidas (RNPED) que abarca hasta el 31 de enero de 2015, existen cerca de 26,670 personas extraviadas donde cerca de 19,407 son hombres y 7,263 son mujeres(Figura 1), datos en donde están involucrados tanto personas de la tercera edad como infantes. En la Tabla 1 se muestra que cerca del 23.84% de los desaparecidos son menores, es decir tienen entre 0 y 19 años; esta cifra es de suma importancia ya que denota un peligro evidente para la infancia mexicana siendo cerca de un cuarto de la población reportada como desaparecida.

A continuación se muestra la información completa sobre los rangos de edad de personas desaparecidas.

Tabla 1: Personas no localizadas por rango de edad.

| Rango de Edad | Personas no localizadas |
|-----------------|-------------------------|
| 0-4 | 348 |
| 5-9 | 313 |
| 10-14 | 1,543 |
| 15-19 | 4,154 |
| 20-24 | 3,348 |
| 25-29 | 2,203 |
| 30-34 | 2,912 |
| 35-39 | 2,476 |
| 40-44 | 1,842 |
| 45-49 | 1,220 |
| 50-54 | 851 |
| 55-59 | 569 |
| 60 y más | 1147 |
| No especificado | 2,744 |

La cifra que corresponde a menores de entre 15 a 19 años es alarmante y ocuparía el quinto lugar a nivel nacional. Es necesario aclarar que las cifras de menores desaparecidos varían ampliamente según la fuente de información. Además de no tener una base de datos orientada a recabar dicha información, la subsecretaria de Asuntos Jurídicos y Derechos Humanos de la Segob, la Lic. Lía Limón aseguró en el año 2013 la conformación de una base de datos única y útil “con el propósito de determinar aquellos casos en los que la no localización está relacionada con algún ilícito; así como aquellos en los que obedezca a otras razones, como migración, el abandono de hogar por conflictos familiares u otros motivos, y desastres naturales, entre otras causas” señaló.

En el año 2011 se realizó una evaluación de código de respuesta ante una contingencia de robo de recién nacidos en el Hospital Metropolitano “Dr. Bernardo Sepúlveda” donde el resultado final arrojó que el 14.5% del personal obtuvo un porcentaje aprobatorio, arriba del 80% de aciertos totales, en encuestas sobre el llamado “Código Rosa” el cual se aplica a nivel de hospitales consistiendo en protocolos ante diferentes problemáticas internas, siendo una de ellas la sustracción de menores sin autorización previa dentro de un área protegida.

El resultado previo es preocupante debido a que la mayoría del personal encuestado admitió no haber recibido preparación previa acerca de una contingencia de dicha índole. El **tema** cobra relevancia si se resaltan los hechos sucedidos en el DIF Sonora en 2015, cuando se manifestaron varios casos del tráfico de infantes en hospitales del DIF, así como el desmantelamiento de células criminales dedicadas a esta actividad ilícita operada por funcionarios internos, quienes separaban a los bebés de sus madres para venderlos. Todo esto en el marco de una dependencia oficial creada para velar por los infantes, pero que no contaba con un estricto control del ingreso y egreso de los menores.

Otro punto clave respecto a este suceso es que a pesar de que las autoridades de EUA ya habían advertido a la procuraduría de Justicia del Estado de Sonora, y de que la investigación comenzó con prontitud la corrupción por parte del subdirector en la Procuraduría de la Defensa del Menor y la Familia, Vladimir Arzate, quien “está acusado de hacer mal uso de datos de adopción, pues contaba con una lista de las personas que querían adoptar bebés, así como información de las madres en situación de vulnerabilidad (de quienes no se tiene información) que llegaban al Hospital de la Mujer de Sonora” (Excelsior 01/09/2015) hace que no solo la creación de bases de datos sea necesaria si no también que se requieran mecanismos de registro en el alta de pacientes. Motivo por el cual se fundamentó la propuesta de solución que se presenta a continuación.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a las estadísticas previamente presentadas, es posible percatarse de la gravedad de la situación que se vive en México.

A pesar de que las ONGS han propuestos diversas alternativas de prevención como la cartilla de identificación infantil, que se muestra en la figura 2, los esfuerzos aún no son suficientes para combatir este delito.

DATOS

Nombre: _____

Fecha de Nacimiento: _____

Sexo M F

Color de Cabello: _____

Color de Ojos: _____

Tipo de Sangre: _____

Señas Particulares (marcas, cicatrices, lentes, etc.) _____

Enfermedades Importantes: _____

Alergias: _____

Adhiera **AQUI** con cinta transparente varios cabellos con raíz para la identificación de A.D.N.

Huellas Digitales Mano Derecha

Pulgar | Índice | Medio | Anular | Meñique

Huellas Digitales Mano Izquierda

Meñique | Anular | Medio | Índice | Pulgar

| Edad | Persona | Estatura(cm) |
|---------|---------|--------------|
| 0 | | |
| 6 meses | | |
| 1 año | | |
| 2 años | | |
| 3 años | | |
| 4 años | | |
| 5 años | | |
| 6 años | | |
| 7 años | | |
| 8 años | | |
| 9 años | | |
| 10 años | | |
| 11 años | | |
| 12 años | | |

Figura 2. Cartilla de identificación

Como es posible observar, el formato propuesto por la Fundación Nacional de Investigaciones de Niños Robados y Desaparecidos, resulta útil para el momento en que el menor se encuentre desaparecido, pero no forma parte de una estrategia que evite que el siniestro ocurra.

Una propuesta innovadora surgió en España, sin embargo sólo es útil cuando los padres o la persona encargada de cuidar a los menores está presente; el proyecto Near Kids (NEKI) combina la tecnología Bluetooth de modo que “Cuando el niño se aleja más de una distancia que el padre ha determinado en su móvil, éste le avisa de que el niño se está alejando” (Rafael Ferrer, 3/03/2015.) el dispositivo llamado Nock es una gran ayuda para los padres, ya que brinda un grado de seguridad extra para sus pequeños, sin embargo aún tiene una desventaja, es el padre quien tendrá que estar monitoreando constantemente a sus hijos además de que el dispositivo en cuestión posee un tamaño considerable, requiere baterías y en situaciones de tipo hospitalario sería poco conveniente.

En México se presentó una solución muy similar al proyecto NEKI, cuya diferencia con el diseñado en España es el uso de un cinturón en vez de una pulsera.

En el caso de recintos hospitalarios donde los niños se encuentran al cuidado del personal médico, existen las llamadas “nueve soluciones para la seguridad del paciente” anunciadas por la Organización Mundial de la Salud en 2007, donde uno de los aspectos clave es la correcta identificación del paciente, que junto con la comunicación durante el traslado de pacientes y el aseguramiento de la medicación durante las transiciones asistenciales, hacen necesario innovar la forma en que se identifica a un paciente de otro, de modo que sea más fácil acceder a todos sus datos y que facilite la comunicación de estos entre los distintos médicos que los atiendan.

A pesar de que estas innovaciones resultan una excelente medida de prevención, en la mayoría de las ocasiones los menores son sustraídos en lugares públicos, sobre todo en aquellos donde la vigilancia de los padres es escasa o nula, lugares donde están al “cuidado” de personas ajenas; de modo que los dispositivos antes mencionados no resuelven del todo este problema.

Debido a esto se propone la realización de un módulo móvil de seguridad para infantes enfocado a los recintos hospitalarios, que ayude a prevenir las desapariciones.

OBJETIVOS

GENERAL:

Desarrollo del algoritmo del sistema de seguridad utilizando un dispositivo de comunicación con tecnología RFID, para el control de acceso y salida del personal autorizado, innovando el control de seguridad de infantes.

PARTICULARES:

- Implementación de la tecnología RFID para el control de acceso y salida.
- Controlar el perímetro del recinto así como de accesos principales mediante tecnología RFID.
- Desarrollo de una interfaz gráfica y base de datos.
- Escribir ID en la base de datos mediante el grabador RFID.
- Detectar las señales de identificación (ID) en el receptor RFID para activar una alerta de seguridad.

CAPÍTULO I:

LA TECNOLOGÍA NFC Y LA SEGURIDAD SOCIAL

ESTADO DEL ARTE

El uso de tecnologías RFID y NFC ha permitido solucionar problemas de soporte personalizado en diversas áreas. En los artículos que se presentan a continuación se realiza una comparación de tecnologías, así como su implementación lo cual servirá de base para identificar similitudes con el proyecto propuesto.

1.1 SISTEMA DE ÁREA PRÓXIMA.

Un caso particular llevado a cabo en Italia para el museo Wolfsoniano nos ejemplifica el éxito de un proyecto basado en estas tecnologías. Para impulsar el turismo en el área de Liguria, se desarrolló un Asistente personal para el sistema móvil-ciudadano (PALM-C por sus siglas en inglés), optando por un conjunto de la tecnología NFC y el bluetooth tal como lo menciona U. Biader Ceipidor en su artículo “*NFC technology applied to touristic-cultural field: a case study on an Italian museum*”.

El sistema presentado por Biader es parte de un área próxima de aplicación para la investigación de la facilidad de uso y la experiencia del usuario con tecnología NFC aplicada al campo cultural y turístico. Los desarrolladores de este proyecto presentaron su propuesta centrándose en la experiencia de usuario, por lo cual los involucraron en las etapas tempranas del proyecto.

El equipo encargado del proyecto optó por una combinación de tags NFC-RFID y códigos QR, colocados cerca de cada obra de arte incluida en el recorrido, para ellos fue necesario integrar una aplicación de lectura de códigos.

La aplicación del Wolfsoniana Smart Museum se diseñó y desarrollo para Android NFC y iOS, el sistema completo incluye las siguientes partes:

- Aplicación móvil: capaz de leer tags RFID y códigos QRD, permite visualizar contenido adicional e interactuar con el sistema.
- Tags RFID embebidos en posters inteligentes: en concreto utilizaron el Mifare Ultralight, un tag pasivo funcionando a 13.56 MHz.
- Códigos QR impresos en posters inteligentes.
- Sistema de manejo de contenido (CMS).
- Middleware para alojar la aplicación y comunicarla con el CMS.

- Red Wi-Fi LAN.
- Access point Wi-Fi.

Los códigos QR y tags RFID contienen un ID único capaz de redireccionar a páginas web con el formato HTML5.

Para el equipo de Biader lo más importante fue la experiencia de usuario y por ello tanto el diseño, como las pruebas estuvieron centradas en la experiencia de los visitantes.

Ellos no tuvieron la necesidad de realizar cambios a los códigos (ID) de los tags, sólo les fue necesario leerlo y guardar la ID en una base de datos para validar los accesos al contenido.

1.2 APLICACIÓN EN ESCENARIOS DE SEGURIDAD

El siguiente artículo menciona particularmente un estudio y aplicación del sistema de NFC en diferentes escenarios comparando cuales son los más atractivos para implementar esta tecnología tal y como lo menciona Heljä Franssila del departamento de estudios de información y medios interactivos de la Universidad de Tampere en Finlandia.

La problemática principal que se menciona es la implementación de la tecnología NFC en los servicios Business-to-Business (B2B) la cual cuenta con ciertos factores que no han tenido buena aceptación en el ámbito del mantenimiento, limpieza, seguridad y guardia de los mismos ya sea por la falta de una exploración detallada y un análisis profesional de las experiencias de los usuarios con los efectos que se producen.

El nivel de seguridad, fiabilidad, uso y ahorro de esfuerzo mediante tecnología NFC puede aumentar en cierta medida aplicándolo a diferentes sistemas con distintos escenarios (guardia local y guardia circuital) donde en ambos modos de guardia daban como resultado el dar soporte en el campo de trabajo, algunos beneficios tangibles e intangibles para los usuarios finales, el campo móvil y la fuerza de trabajo.

Mediante el uso de NFC-RFID se define el grado de utilidad en un sistema particular explorando el uso común de NFC-RFID en un servicio habilitado y el potencial de aceptación de un nuevo servicio a futuro en algún sistema del cual es posible determinar los pros y contras de la implementación en distintos escenarios.

La tecnología NFC-RFID se implementó en el patrullaje de los guardias de una empresa donde mediante un teléfono especial custodiaban ciertos objetivos mediante Tags de NFC-RFID.

Al tocar directamente la Tag con el teléfono podían verificar que todo estuviera en orden ya que las condiciones del objetivo y sus alrededores no cambiaban (locales). La verificación producía un sistema de respaldo donde se monitoreaba que la ruta de patrullaje se hubiera realizado con éxito. El procedimiento varía conforme al tipo de sistema empleado.

Se realizó una comparación entre diferentes escenarios posibles para determinar si la utilidad de la tecnología resulta viable entre los cuales se detalla en la Tabla 2.

TABLA 2. UTILIDAD DEL NFC-RFID SEGÚN SU ESCENARIO DE APLICACIÓN

| Escenario | Poco útil % | Extremadamente útil % |
|---|--------------------|------------------------------|
| Posibilidad de rastrear mediante la tag la exacta localización de un guardia sin algún otro tipo de comunicación en una situación de riesgo. | 23 | 63 |
| Posibilidad de rellenar y mandar un reporte directamente del lugar y objeto que esté siendo custodiado. | 29 | 54 |
| Posibilidad de adjuntar contenido multimedia (fotos o video) en el reporte. | 26 | 43 |
| Cuando el patrullaje concluye, el teléfono permite notificar si todos los tags fueron registrados con éxito. | 40 | 31 |

1.3 VIABILIDAD DEL USO DE RFID PARA COMUNICACIÓN CON DISPOSITIVOS MÉDICOS

La tecnología RFID ha logrado desarrollarse en distintos ambientes, en el área médica ha sido probada en aplicaciones que incluyen los implantes directos de receptores RFID en organismos vivos. Uno de los campos usuales es la veterinaria que utiliza receptores de baja frecuencia (134kHz) que permiten una baja transferencia de datos (5Kb/s).

Otra de las bandas de frecuencia disponible, comúnmente utilizada dentro del área médica es la de 400-405 MHz y está reservada para la comunicación con dispositivos médicos, existen además tarjetas que trabajan en la banda UHF que son capaces de traspasar la piel humana gracias a su alta frecuencia de portadora. La investigación realizada por la universidad de Texas demostró las ventajas de RFID para usos médicos en implantes dentro de organismos vivos, ya que permiten una comunicación confiable con los aparatos médicos así como un posible medio para el almacenamiento del historial clínico del paciente. Como ya se mencionó RFID trabaja en frecuencias que no interfieren con el resto del instrumental médico.

Las pruebas realizadas por la universidad de Texas incluyeron:

Determinar la distancia máxima de lectura en implantes intradermales

- El modo en que ciertos obstáculos (en este caso piel y grasa) afectan la eficiencia de la comunicación RFID
- La posibilidad de acceder a la información almacenada en el tag RFID

Los resultados obtenidos por los investigadores prueban que RFID pueden llegar a funcionar a una distancia máxima de 9.5 cm sin importar que estén implantados en grasa corporal y que si bien su confiabilidad al comunicar datos puede verse afectada, circunstancia que en el caso de nuestro proyecto no es relevante.

1.4 MEDICIÓN DE LA TASA ESPECÍFICA DE ABSORCIÓN EN EL CUERPO HUMANO CAUSADO POR DISPOSITIVOS NFC-RFID

Debido a que el campo magnético causado por los dispositivos NFC-RFID puede considerarse alto, el Instituto Austriaco de Tecnología realizó una investigación para comprobar que la tasa específica de absorción (SAR) para el cuerpo humano causada por dispositivos NFC-RFID estuviese dentro de los límites permitidos por la comisión internacional para la protección de radiaciones no ionizantes (ICNIRP).

Los niveles máximos de SAR permitidos son 2 Watts/Kg para la cabeza y el tronco y 4 W/Kg para las extremidades respecto a 10g de tejido y por un tiempo de exposición de 6 minutos.

El procedimiento seguido para estas pruebas fue el siguiente:

- Los dispositivos NFC-RFID fueron colocados a una distancia típica y a una distancia mínima de un simulador de cuerpo y los niveles de SAR fueron medidos mediante pruebas isotrópicas en miniatura.
- Se realizaron simulaciones numéricas y estas mismas fueron comprobadas para conocer la distribución del SAR

Las pruebas concluyeron con niveles de SAR mucho más bajos (11.18 mW/kg) que el máximo permitido, por lo que se concluye que el uso de NFC-RFID cerca del cuerpo humano no resulta dañino para la salud.

De los artículos que se presentaron con anterioridad es posible rescatar y combinar las tecnologías para nuestro proyecto, innovando de cierta forma la viabilidad y utilidad de las mismas con un propósito específico y adaptable a las necesidades requeridas.

El aumento desmedido de sustracciones de menores en hospitales públicos y privados así como en recintos con población infantil es un grave problema en la sociedad mexicana que comparte similitud con el resto del mundo.

La causa de dicho delito como tal, no está especificado sin embargo el incremento de incidencia es mucho mayor en niños menores de 10 años.

Mediante el monitoreo de la seguridad perimetral de dichos recintos es posible vigilar a los infantes que interactúan con personas ajenas a ellos y sin la necesidad de la presencia de los padres. Gracias a la tecnología NFC-RFID permite este tipo de comunicación a distancia.

Se propone la tecnología a través de sensores de lectura y escritura utilizando “Tags” o etiquetas personalizadas que al rebasar un determinado perímetro, así como en entradas y accesos principales, se ejecutará una acción inmediata de seguridad (alarma, clausura de accesos, etc.)

La metodología previamente explicada contará con diversos dispositivos tales como:

- Lector y escritor de códigos personalizables (módulo RC-522 que sustituye al módulo PN532 Breakout Board de Arduino)
- Tags o etiquetas personalizables las cuales envían mediante RF una señal a un receptor, el cual responderá de manera correspondiente solo si el código está previamente registrado en un sistema ya existente (basado en una interfaz con Visual Studio C#).
- Pulsera/tobillera de goma ó tela con seguro antirrobo.
- Sensor ultrasónico para detección a distancia.

Las cuales ya fueron consideradas en previas investigaciones exitosas como las expuestas en esta tesis.

CAPÍTULO II:

LA INGENIERÍA COMO DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

MARCO TEÓRICO.

2.1 TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

Se considera que una tecnología es inalámbrica cuando no son necesarios cables para interconectar dispositivos, en ellas se hace uso de radiofrecuencias ó señales infrarrojas.

Las tecnologías inalámbricas utilizan ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre para transmitir entre dispositivos. Estas condiciones de libertad de utilización, sin necesidad de licencia, han propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente.

Por mencionar las tecnologías inalámbricas con mayor aceptación son:

2.1.1 Wi-Fi

Wi-Fi o red de área local inalámbrica (WLAN) es una red de TI de tamaño medio que utiliza las radio frecuencias (2.4GHz y 5GHz) bajo los estándares 802.11a, 802.11b o 802.11g y permite realizar diversas conexiones inalámbricas a Internet. Si sabe dónde se encuentra una red Wi-Fi o WLAN, puede navegar por Internet, utilizar el correo electrónico y acceder a la red privada de una empresa.

2.1.2 IR DA

Esta tecnología, basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo. Los estándares IR DA soportan una amplia gama de dispositivos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps.

2.1.3 BLUETOOTH

Bluetooth es un estándar de comunicación inalámbrica que permite la transmisión de datos utilizando radiofrecuencia en la banda de operación de 2.4 GHz.. Permite conectar un ordenador portátil o un dispositivo de bolsillo con otros ordenadores portátiles, teléfonos móviles, cámaras, impresoras, teclados, altavoces e incluso un ratón de ordenador. Es una tecnología muy utilizada en la actualidad que simplifica la interconexión de dispositivos.

Mediante el estandar UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) es posible transmitir y recibir atos de forma casi inmediata ya sea de forma síncrona o asíncrona siendo esta última la más utilizada vía fullduplex. Cuándo el puerto serial se encuentra habilitado el protocolo utilizará ambos pines de configuración Tx y Rx para propósito general con ayuda del protocolo RS-232 (Recommended Estándar), USART utiliza niveles lógicos de señal (1,0)

Existen diversos dispositivos que ayudan de cierta manera el uso de la comunicación bluetooth con la posibilidad de modificar el entorno y su funcionamiento de acuerdo a las necesidades. Algunos tipos de dispositivos de fácil adquisición, manejo y portabilidad son los llamados módulos HC-05 y HC-06.

El módulo HC-05 puede ser maestro/esclavo (master/slave), y el HC-06 sólo puede actuar como esclavo (slave). La diferencia entre maestro y esclavo es que en modo esclavo es el dispositivo quien se conecta al módulo, mientras que en modo maestro es el módulo quien se conecta con un dispositivo.

Físicamente, los dos módulos son muy parecidos, solo varían algunas conexiones (Fig 2.1). Los pins que encontraremos son los siguientes:

- VCC: Alimentación del módulo entre 3,6V y 6V.
- GND: La masa del módulo.
- TXD: Transmisión de datos.
- RXD: Recepción de datos a un voltaje de 3,3V.

- KEY: Poner a nivel alto para entrar en modo configuración del módulo (solo el modelo HC-05)
- STATE: Para conectar un led de salida para visualizar cuando se comuniquen datos.

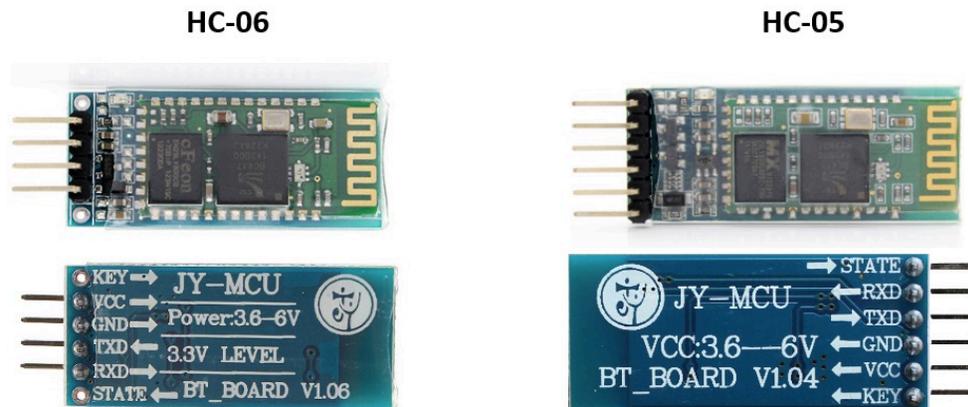


Fig. 2.1 Módulos Bluetooth

Al comparar ambos dispositivos se optó por usar el dispositivo HC-05 por la opción y facilidad de configuración en comparación con HC-06 el cual no cuenta con modo de configuración. Más adelante se detallará el proceso de modificación interna del dispositivo.

2.1.4 SENSOR DE PROXIMIDAD ULTRASÓNICO HC-SR04

Los sensores ultrasónicos permiten detectar un objeto que interfiere con su trayectoria de medición a una distancia máxima aproximada de 8 metros. Mediante un micrófono y un altavoz a cierta frecuencia determinada (40KHz), permite calcular la distancia por medio de la emisión de un pulso ultrasónico midiendo el tiempo que tarda en regresar dicho pulso al “rebotar” con el objeto.

Para fines prácticos del proyecto, se utilizó el módulo HC-SR04. Para su funcionamiento y configuración, se siguieron ciertos pasos:

1. Envía un Pulso "1" de al menos de 10uS por el Pin Trigger (Disparador).
2. El sensor enviará 8 Pulsos de 40KHz (Ultrasonido) y coloca su salida Echo a alto (seteo), se debe detectar este evento e iniciar un conteo de tiempo.
3. La salida Echo se mantendrá en alto hasta recibir el eco reflejado por el obstáculo a lo cual el sensor pondrá su pin Echo a bajo, es decir, terminar de contar el tiempo.
4. Se recomienda dar un tiempo de aproximadamente 50ms de espera después de terminar la cuenta. (Fig 2.2)
5. La distancia es proporcional a la duración del pulso y puede ser calculada con la siguiente formula (Utilizando la velocidad del sonido = 340m/s)

$$\text{Distancia en cm (centímetros)} = \text{Tiempo medido en us} \times 0.017$$

$$\text{Distancia de prueba} = (\text{Tiempo de medición} \times 340\text{m/s}) / 2$$

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SENSOR ULTRASÓNICO

| | |
|--|--|
| Voltaje de operación | 5V DC |
| Corriente de operación | 15mA |
| Frecuencia de operación | 40KHz |
| Máximo rango de alcance | 4m |
| Mínimo rango de alcance | 2cm |
| Ángulo de medición | 15° |
| Señal de entrada disparador (Trigger) | 10us Pulso TTL |
| Señal de salida ECHO | Entrada TTL la proporción depende del rango de medición. |
| Dimensiones | 45x20x15mm |

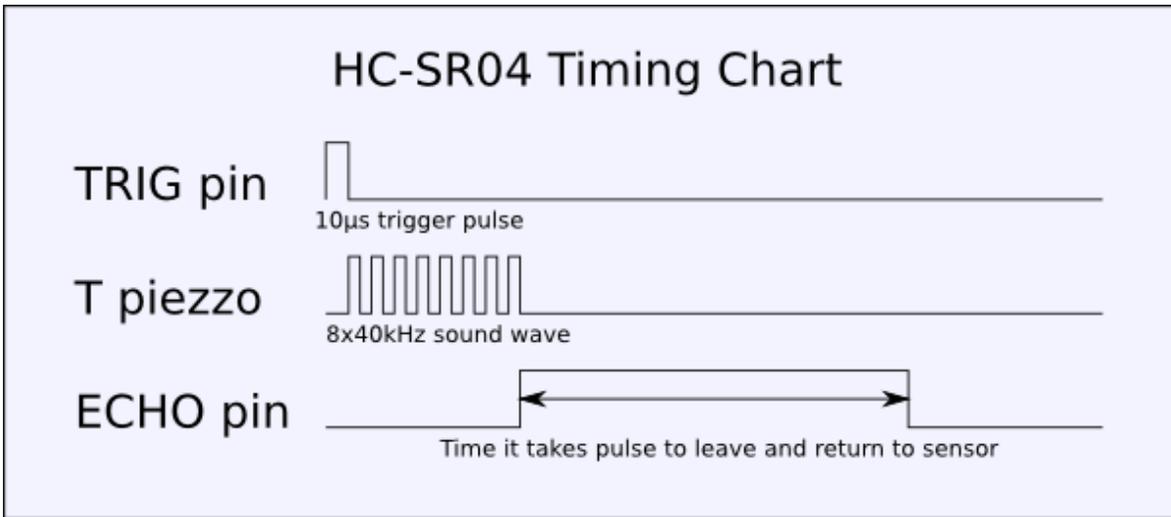


Fig 2.2. Funcionamiento interno del sensor.

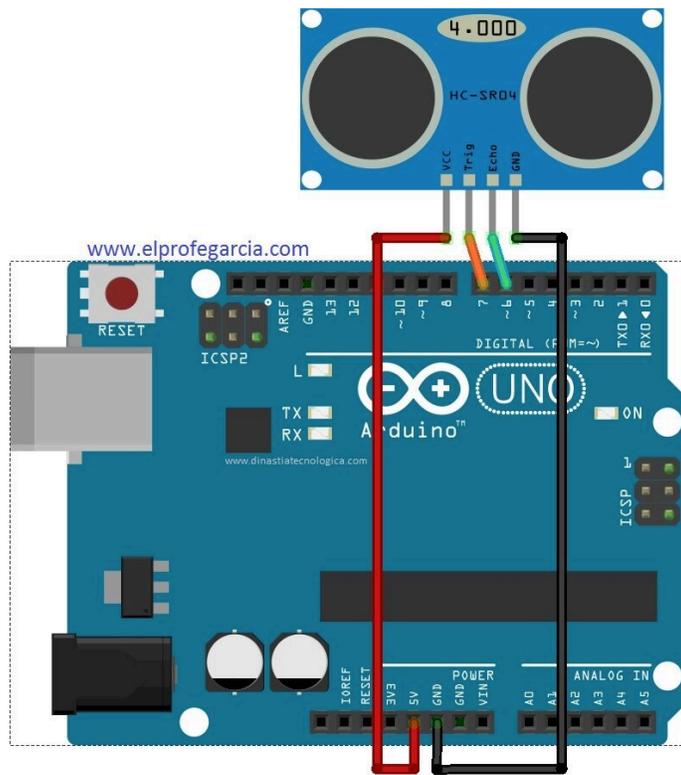


Fig 2.3. Diagrama de conexión sensor ultrasónico.

2.1.4 COMUNICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA. (RFID)

NFC se basa en los sistemas de RFID, al permitir la comunicación de dos vías entre los puntos finales, donde los sistemas anteriores, tales como tarjetas inteligentes sin contacto eran de un solo sentido. Las etiquetas NFC también pueden ser leídas por dispositivos de NFC, que también son capaces de reemplazar las aplicaciones de un solo sentido de antes.

2.1.4.1 NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC)

La tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) permite a un dispositivo conocido como lector (dispositivo activo) crear una corriente de radio frecuencia que le permite comunicarse con otros dispositivos activos o con dispositivos pasivos de los cuales puede tomar información, pero ellos no podrán leer otros dispositivos. NFC está basado en la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID), por lo que hace uso de un campo de radio electromagnético, el cual está diseñado para trabajar a distancias cortas (entre 4 y 5 cm).

Los dispositivos compatibles con NFC envían una señal de radio frecuencia para interactuar con los tags NFC y así poder intercambiar datos e información. Al ser una tecnología de comunicación requiere de los siguientes estándares los cuales en este caso son ISO/IEC 14443, ISO 18000-3 que originalmente fueron creados para RFID pero también es compatible con NFC. Tanto RFID como NFC son tecnologías optimizadas para requerir menos de 15mA en comunicaciones a distancias menores de 20cm, ya que usan el espectro de radiofrecuencia de 13.56 MHz. En cuanto a los tags, estos son capaces de almacenar un rango de información de entre 96-512 Mb y transferir esta información a velocidades de 106Kb/s 212Kb/s 424Kb/s u 848Kb/s, lo que nos brinda una comunicación casi instantánea.

Las interfaces NFC están definidas en base a dos estándares, ISO/IEC 18092 / ECMA-340 el cual define los modos de comunicación permitidos y los aspectos relevantes de los esquemas de modulación, la velocidad de transmisión y el control de colisiones. El estándar ISO/IEC 21481 / ECMA-352 por su parte especifica los modos de comunicación para minimizar la interferencia con otros dispositivos.

2.1.4.2 DISPOSITIVOS ACTIVOS (LECTORES)

Dentro de los estándares que rigen la comunicación NFC los dispositivos lectores, son conocidos como dispositivos interrogadores, los cuales envían una señal al tag y lo energizan para obtener información de él. Este dispositivo se encarga de enviar un primer mensaje

2.1.4.3 DISPOSITIVOS PASIVOS (TAGS)

Los tags son dispositivos pasivos portátiles conectados a un microchip con almacenamiento limitado de memoria (aproximadamente 1KB), que no requieren una fuente de poder propia ya que son energizados por el dispositivo activo; una vez conectados el tag dependiendo de su tipo puede solo enviar la información solicitada por el lector mediante acoplamiento inductivo. En la figura 2.4 se muestra la estructura interna de una tag.

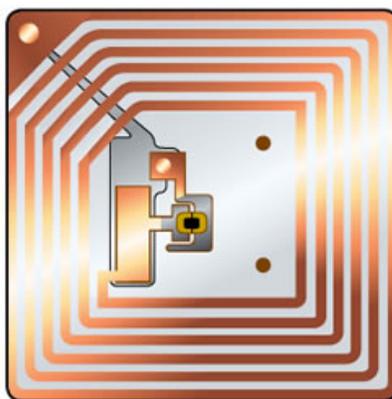


Fig. 2.4 Antena interna Tag NFC

Internamente cuenta con una memoria de tipo EEPROM donde es posible escribir cadenas de caracteres siempre y cuando sean almacenados en el lugar correspondiente; de lo contrario el bloque o inclusive todo el dispositivo de almacenamiento puede quedar inservible.

Los dispositivos NFC que permiten almacenar información en su memoria siguen determinados protocolos para el almacenamiento, su acceso y protección.

La memoria se divide en sectores, bloques y bytes. Los sectores son llamados en la librería como “Sector Trailer” y los bloques como “Data Block”. La memoria tiene 16 sectores, cada uno de ellos tiene 4 bloques y a su vez estos contienen 16 bytes de información. De esos 4 bloques, el primero de ellos contiene una clave de acceso para acceder a los tres bloques de datos de ese sector.

Lo cual quiere decir que si queremos leer o escribir información del bloque 25 por ejemplo, debemos antes introducir la clave del bloque 23. En la Tabla 4 se muestra la estructura interna de la memoria de la tag.

| | | | |
|----------------------|-------------------------|----------|--------------------|
| 6D 42 5A 26 53 8 4 0 | 62 63 64 65 66 67 68 69 | Block 0 | Manufacturer Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 1 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 2 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 FF 7 | 80 69 FF FF FF FF FF | Block 3 | Sector Trailer |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 4 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 5 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 6 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 FF 7 | 80 69 FF FF FF FF FF | Block 7 | Sector Trailer |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 8 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 9 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 10 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 FF 7 | 80 69 FF FF FF FF FF | Block 11 | Sector Trailer |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 12 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 13 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 14 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 FF 7 | 80 69 FF FF FF FF FF | Block 15 | Sector Trailer |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 16 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 17 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 18 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 FF 7 | 80 69 FF FF FF FF FF | Block 19 | Sector Trailer |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 20 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 21 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 22 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 FF 7 | 80 69 FF FF FF FF FF | Block 23 | Sector Trailer |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 24 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 25 | Data Block |
| 0 0 0 0 0 0 0 0 | 0 0 0 0 0 0 0 0 | Block 26 | Data Block |

Tabla 4. Estructura de la memoria interna de la Tag NFC

En caso de que se modifique algún valor del sector “trailer”, para poder acceder al bloque de memoria correspondiente, se tendrás que ingresar los valores exactos por los cuales fueron cambiados, sin embargo no hay seguridad alguna de que el acceso al bloque sea exitoso con una alta probabilidad de que la memoria quede inservible.

Las tags vienen en diferentes presentaciones fig(2.5) tales como:

- Tarjetas de identificación
- Llaveros
- Circulares del tamaño de una moneda de \$2 MXN



Fig. 2.5. Tipos de Tags NFC-RFID

2.2 TARJETAS DE DESARROLLO

Las tarjetas de desarrollo son dispositivos en los cuales se integran un CPU, unidades de memoria RAM y ROM, puertos de entrada y salida es decir es una microcomputadora que nos permite programarla para diferentes usos.

El propósito fundamental de las tarjetas de desarrollo es el de leer y ejecutar los programas que el usuario le escribe.

2.2.1 ARDUINO

Esta tecnología se presenta como plataforma para el cómputo físico, basada en un microcontrolador sencillo y un ambiente sencillo para escribir el software en el microcontrolador. ARDUINO está diseñados para tomar y procesar una gran variedad de entradas (sensores, switches, etc.) y por lo tanto permite el control de un número grande de salidas. El lenguaje de programación de ARDUINO toma las bases de WIRING que

también es una plataforma para programación física, y que a su vez está basado en PROCESSING el cual es un entorno de programación multimedia. Está basado en microcontroladores de ATMEL.

A continuación en la Tabla 5 se muestran las características de varios modelos de Arduino.

TABLA 5. Comparación entre los modelos de ARDUINO considerados para el proyecto

| NOMBRE | PROCESADOR | VOLTAJES | PINES | | SRAM [KB] | FLASH [KB] | VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO |
|-----------------|------------|----------|-------------------|------------------|--------------|---------------|-------------------------------|
| | | | ANALOGICOS I/O | DIGITALES I/O | | | |
| UNO | ATMEGA328 | 5V/7-12V | 6/0 | 14/6 | 2 | 32 | 16 MHZ |
| LEONARDO | ATMEGA32u4 | 5V/7-12V | 12/0 | 20/7 | 96 | 512 | 16MHZ |
| MEGA | ATMEGA2560 | 5V/7-12V | 16/0 | 54/15 | 8 | 256 | 16MHZ |

Con base a esta información, se concluyó que el modelo más conveniente para el proyecto es el modelo “Arduino UNO”, ya que nos permite cumplir con los objetivos propuestos, cuenta con las características necesarias para alcanzar nuestros objetivos de comunicación (Fig 2.6) y sobretodo a un bajo costo.

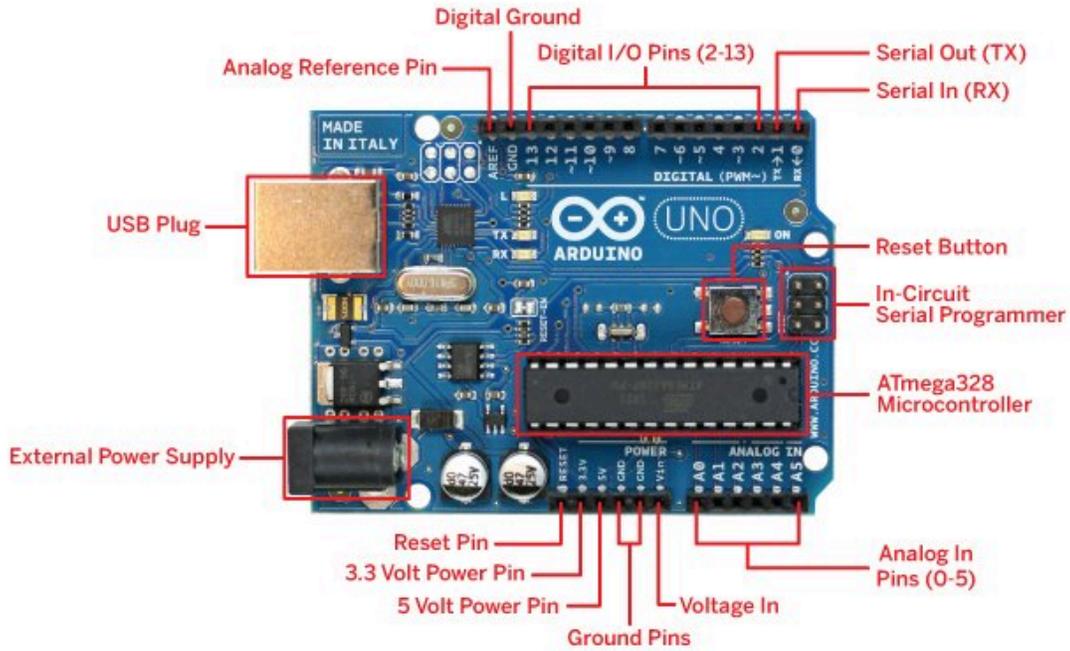


Fig. 2.6 Características de la tarjeta de desarrollo Arduino

Tabla 6: Especificaciones técnicas Arduino UNO

| Microcontrolador | Atmega 328 |
|-------------------------------------|------------------------|
| Voltaje de Operación | 5v |
| Voltaje de alimentación recomendado | 7-12v |
| Pines digitales I/O | 14 (con 6 salidas PWM) |
| Corriente CD por I/o pin | 40 mA |
| Corriente CD por 3.3v | 50 mA |
| SRAM | 2 kb |
| EEPROM | 1 kb |
| Clock speed | 16 MHz |

2.3 COMUNICACIÓN SERIAL

La comunicación serial consiste en el envío de un bit de información a la vez y a un ritmo acordado entre el emisor y el receptor. Existen en la actualidad diferentes ejemplos de puertos que comunican información de manera serial. El conocido como “puerto serial” ha sido gradualmente reemplazado por el puerto USB (Universal Serial Bus) que permite mayor versatilidad en la conexión de múltiples dispositivos. Aunque en naturaleza serial, no suele referenciarse de esta manera ya que sigue sus propios estándares y no los establecidos por el RS-232.

2.3.1 RS-232

La norma RS-232 está definida tanto para la transmisión síncrona como para asíncrona, pero cuando se utiliza esta última, sólo un conjunto de terminales (de los 25), es utilizado. RS-232 considera nivel lógico “1” cuando la tensión esté ligeramente debajo de -3v y “0” cuando está ligeramente por encima de 3v.

2.3.2 USB

Con base en la tarjeta de desarrollo elegida y ya que esta cuenta con un puerto USB, se ha optado por la comunicación serial con USB.

USB (Bus Serie Universal) nació como un estándar de entrada/salida de velocidad media-alta que permite conectar dispositivos que hasta ahora requerían de una tarjeta especial para sacarles todo el rendimiento, lo que ocasionaba un encarecimiento del producto además de ser productos propietarios ya que obligaban a adquirir una tarjeta para cada dispositivo.

No obstante, USB nos proporciona un único conector para solventar casi todos los problemas de comunicación con el exterior, pudiendo formar una auténtica red de periféricos de hasta 127 elementos.

USB es hoy en día un estándar en todas las placas base, donde podemos conectar todos los dispositivos con los que contamos, tales como el teclado, mouse, impresoras, pendrives, discos duros externos, joystick, gamepad, scanners, cámaras

digitales, de video, plotters, entre muchos otros; sin necesidad de que nuestro PC disponga de un conector dedicado para cada uno de estos elementos, permitiendo ahorrar espacio y dinero.

USB es PnP (Plug and Play) y permite conectar y desconectar los periféricos sin necesidad de reiniciar el ordenador.

2.4 ENTORNO DE DESARROLLO C# CON MANEJO DE DATOS PUERTO SERIAL.

El entorno de desarrollo Visual Studio es una herramienta de gran utilidad que facilita la relación con el usuario y el escenario de programación. La plataforma Microsoft Visual Studio 2010 es un ambiente para crear aplicaciones de escritorio ya sea para la nube o vía web.

Visual Studio consta de diferentes plataformas con diversos lenguajes de programación orientados en un entorno más visual e interactivo sin dejar de lado el código.

Uno de sus beneficios es la libertad de elegir el tipo de programación ya que no necesita complementos ni extensiones para su funcionamiento contando con dos tipos: Programación Estructurada y Programación Orientada Objetos.

La Programación Orientada a Objetos es un lenguaje de alto nivel, derivado de su antecesor C que se basa como su nombre lo indica, en variables compuestas llamadas “objetos” los cuales son los que interactúan en el entorno para poder diseñar e implementar aplicaciones y programas. Están compuestos por clases, métodos (como se comporta) y atributos (estado en el que está) además cuenta con algunas características particulares como encapsulamiento, herencia y polimorfismo. Entre los diferentes lenguajes de programación con lo que podemos contar algunos de los más conocidos son: C#, C++, Java, Visual Basic entre otros.

C# (C-Sharp: inspirado por “sostenido” en el lenguaje musical y compuesto por 4 cruces + haciendo referencia a un lenguaje superior) se encuentra entre los lenguajes más utilizados en el mundo por su simplicidad y modernidad además de su fácil

migración a otros lenguajes. Una de sus particularidades es su entorno visual bastante amigable con el usuario debido a que fue desarrollado por Microsoft, compartiendo su diseño de ventanas o “forms” (formularios) permitiéndole al usuario final una experiencia de simplicidad sin olvidar el objetivo primordial.

De esta manera, el usuario solo requerirá de conocimientos básicos de computación para manejar el sistema, ya que de fondo la aplicación hará lo correspondiente.

Por lo tanto resulta más llamativo a la vista que muchas líneas de código, además de ahorrar tiempo valioso en las actividades que se realicen en el área.

Para nuestro proyecto utilizaremos la interfaz gráfica o forms las cuales son representaciones de cualquier ventana mostrada en su aplicación. Un tipo especial de formulario de interfaz de múltiples documentos (MDI), puede contener otros formularios denominados formularios MDI secundarios.

La conexión entre un ordenador y otro dispositivo completamente ajeno al primero puede realizarse mediante la ya mencionada comunicación serial, la cual consiste en un protocolo de comunicación entre dos dispositivos donde se envía un bit de información a la vez de manera secuencial a cierta frecuencia establecida entre el receptor y el transmisor. Originalmente los ordenadores tenían puertos seriales RS-232 (Recommend Estándar 232), pero con el paso del tiempo y la innovación tecnológica hoy en día es casi imposible conseguir un equipo que tenga este tipo de conexión.

En la actualidad el puerto RS-232 fue remplazado por el USB permitiendo mayor versatilidad en la conexión de dispositivos siguiendo sus propios estándares.

La mayoría de los microcontroladores, entre ellos Arduino, poseen un puerto de comunicación serial. Para comunicarse con los computadores personales actuales que poseen únicamente puerto USB requieren de un dispositivo “traductor”. Arduino emplea el integrado FT232R, el cual es un convertidor USB-Serial. A través de este integrado el microcontrolador puede recibir y enviar datos a un computador de manera serial.

La parte física encargada de la comunicación serial es la UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) y USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver and Transmitter)

En la comunicación asincrónica, la velocidad de envío de los datos es acordada a priori entre el emisor y el receptor. En la comunicación sincrónica, el envío de los datos es sincronizado por el emisor a partir de un pulso constante de reloj (Clock), con cada pulso envía un nuevo dato.

Además de realizar las conexiones físicas entre el microcontrolador y el computador, para que pueda establecerse la comunicación serial debe existir un acuerdo previo en la manera cómo van a ser enviados los datos.

Este acuerdo debe incluir los niveles de voltaje que serán usados, el tamaño y formato de cada uno de los mensajes (número de bits del tamaño de la palabra) si existirá o no un bit de inicio y/o de parada, bit de paridad o no, el tipo de lógica empleada (voltaje = 1 o 0), el orden en que serán enviados los datos (el bit de mayor peso o el de menor peso) y la velocidad de envío de datos.

La interfaz gráfica de Arduino presenta un “monitor serial” donde pueden observarse los datos recibidos por el computador a través del puerto USB. En este monitor debe especificarse la velocidad a la cual el microcontrolador está enviando los datos, de tal manera que el computador pueda leer el puerto a esa misma velocidad.

Los datos se interpretarán con la plataforma Visual Studio C# la cual cuenta con sus propias opciones de interconexión para la comunicación serial con cualquier dispositivo.

2.5 BASES DE DATOS.

Es una herramienta de recopilación y organización de cualquier tipo de información. En un inicio comienzan como una lista de personas, productos, pedidos entre otras variables más, pero a medida que comienzan a aumentar su tamaño se vuelve más complicada su gestión y organización ya que al buscar una información

específica suele llevar más tiempo del necesario haciendo ineficiente a la base de datos sin contar una mala organización de la información.

Las bases de datos tradicionales se organizan por campos, registros y archivos. Un campo es una pieza única de información; un registro es un sistema completo de campos; y un archivo es una colección de registros. Por ejemplo, una guía de teléfono es análoga a un archivo. Contiene una lista de registros, cada uno de los cuales consiste en tres campos: nombre, dirección, y número de teléfono.

Generalmente una base de datos consta de una o más tablas donde la información se almacena de acuerdo a las necesidades del cliente estando estas interconectadas entre sí con referencia a los campos necesarios para una conexión congruente.

Algunas de sus funciones básicas en la gestión de base de datos son:

- Agregar más datos a una base de datos, por ejemplo, un elemento nuevo en un inventario.
- Modificar datos existentes en la base de datos, por ejemplo, cambiar la ubicación de un elemento.
- Eliminar información, por ejemplo, si se ha vendido o retirado un artículo.
- Organizar y ver los datos de distintas formas.
- Compartir los datos con otros usuarios mediante informes, mensajes de correo electrónico, una intranet o Internet.

2.5.1 TABLAS

Una tabla de una base de datos es similar en apariencia a una hoja de cálculo, en cuanto a que los datos se almacenan en filas y columnas. Como consecuencia, normalmente es bastante fácil importar una hoja de cálculo en una tabla de una base de datos. La principal diferencia entre almacenar los datos en una hoja de cálculo y hacerlo en una base de datos es la forma de organización.

Para lograr la máxima flexibilidad para una base de datos, la información tiene que estar organizada en tablas, para que no haya redundancias. A este proceso se le conoce como normalización.

Por ejemplo, si se almacena información sobre empleados, cada empleado se insertará una sola vez en una tabla que se configurará para contener únicamente datos de los empleados. Los datos sobre productos se almacenarán en su propia tabla, y los datos sobre sucursales también tendrán su tabla aparte.

Cada fila de una tabla se denomina registro. En los registros es donde se almacena cada información individual. Cada registro consta de campos (al menos uno). Los campos corresponden a las columnas de la tabla. Por ejemplo, puede trabajar con una tabla denominada "Empleados", en la que cada registro (fila) contiene información sobre un empleado distinto y cada campo (columna) contiene un tipo de información diferente, como el nombre, los apellidos, la dirección, o similares. Los campos se deben configurar con un determinado tipo de datos, ya sea texto, fecha, hora, numérico, o cualquier otro tipo.

Otra forma de describir registros y campos es imaginando un catálogo de fichas tradicional de una biblioteca. Cada ficha del armario corresponde a un registro de la base de datos. Cada información contenida en una ficha (autor, título, etc.) corresponde a un campo de la base de datos.

2.5.2 FORMULARIOS

Los formularios se conocen a veces como "pantallas de entrada de datos". Son las interfaces que se utilizan para trabajar con los datos y, a menudo, contienen botones de comando que ejecutan diversos comandos. Se puede crear una base de datos sin usar formularios, editando los datos de las hojas de las tablas. No obstante, casi todos los usuarios de bases de datos prefieren usar formularios para ver, escribir y editar datos en las tablas.

Los formularios proporcionan un formato fácil de utilizar para trabajar con los datos. Además, se les puede agregar elementos funcionales, como botones de comando. Puede programar los botones para determinar qué datos aparecen en el formulario, abrir otros formularios o informes, o realizar otras tareas diversas. Por ejemplo, podría crear un formulario denominado "Formulario de cliente" para trabajar con datos de clientes. El formulario de cliente podría tener un botón para abrir un formulario de pedido en el que se pudiese escribir un pedido nuevo del cliente.

Los formularios también permiten controlar la manera en que otros usuarios interactúan con los datos de la base de datos. Por ejemplo, puede crear un formulario que muestre únicamente ciertos campos y que permita la ejecución de determinadas operaciones solamente. Así, se favorece la protección de los datos y se facilita la entrada correcta de datos.

Visual Studio C# proporciona una conexión directa con algún gestor de base de datos mediante consultas. He aquí el propósito de nuestro proyecto al almacenar la información en bases de datos para su correcta gestión y manipulación.

2.5.3 CONSULTAS

Las consultas o queries son las que verdaderamente hacen el trabajo en una base de datos. Pueden realizar numerosas funciones diferentes. Su función más común es recuperar datos específicos de las tablas. Los datos que desea ver suelen estar distribuidos por varias tablas y, gracias a las consultas, puede verlos en una sola hoja de datos. Además, puesto que normalmente no desea ver todos los registros a la vez, las consultas le permiten agregar criterios para "filtrar" los datos hasta obtener solo los registros que desee. Las consultas a menudo sirven de origen de registros para formularios e informes.

Algunas consultas son "actualizables", lo que significa que es posible editar los datos de las tablas base mediante la hoja de datos de la consulta. Si trabaja con una consulta actualizable, recuerde que los cambios se producen también en las tablas, no solo en la hoja de datos de la consulta.

Hay dos tipos básicos de consultas: las de selección y las de acción. Una consulta de selección simplemente recupera los datos y hace que estén disponibles para su uso. Los resultados de la consulta pueden verse en la pantalla, imprimirse o copiarse al portapapeles. O se pueden utilizar como origen de registros para un formulario o un informe.

Una consulta de acción, como su nombre indica, realiza una tarea con los datos. Las consultas de acción pueden servir para crear tablas nuevas, agregar datos a tablas existentes, actualizar datos o eliminar datos.

2.5.4 INFORMES

Los informes sirven para resumir y presentar los datos de las tablas. Normalmente, un informe responde a una pregunta específica, como "¿Cuánto dinero se ha facturado por cliente este año?" o "¿En qué ciudades están nuestros clientes?" Cada informe se puede diseñar para presentar la información de la mejor manera posible.

Un informe se puede ejecutar en cualquier momento y siempre reflejará los datos actualizados de la base de datos. Los informes suelen tener un formato que permita imprimirlos, pero también se pueden consultar en la pantalla, exportar a otro programa o enviar por correo electrónico.

2.5.5 CARDINALIDAD

La correspondencia de cardinalidad indica el número de entidades con las que puede estar relacionada una entidad dada. La cardinalidad hace su aparición en las relaciones entre entidades y se pueden encontrar de la siguiente forma:

Una a una (1:1) En una relación uno a uno, cada registro de la Tabla A sólo puede tener un registro coincidente en la Tabla B y viceversa. Este tipo de relación no es habitual, debido a que la mayoría de la información relacionada de esta forma estaría en una sola tabla. Puede utilizar la relación uno a uno para dividir una tabla con muchos

campos, para aislar parte de una tabla por razones de seguridad o para almacenar información que sólo se aplica a un subconjunto de la tabla principal.

Por ejemplo, puede crear una tabla que registre los empleados participantes en un partido de fútbol. Cada jugador de fútbol de la tabla 'Jugadores' pertenece a una entidad llamada 'Empleado' donde solo los empleados pueden jugar.

Una a varios(1:N) La relación uno a varios es el tipo de relación más común. En este tipo de relación, un registro de la Tabla A puede tener muchos registros coincidentes en la Tabla B, pero un registro de la Tabla B sólo tiene un registro coincidente en la Tabla A. Ejemplo: Un usuario de correo electrónico puede tener distintas cuentas pero esas cuentas no pueden tener más que un solo usuario porque son únicas.

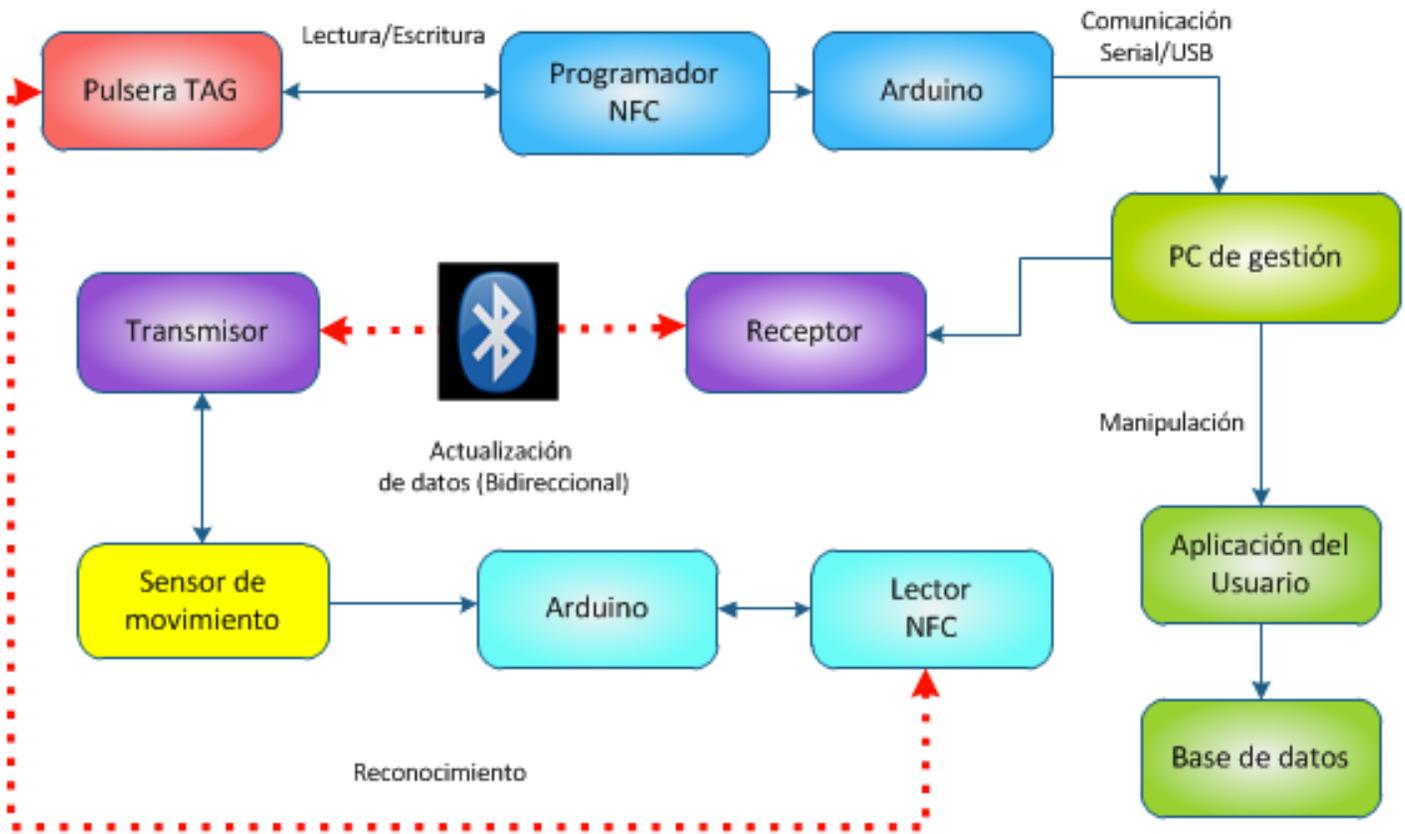
Varios a Uno: Una entidad en A se puede relacionar con muchas entidades B pero una entidad B se relaciona exclusivamente con una entidad en A. Ejemplo:

Muchos a muchos(N:N). En una relación mucho a mucho, un registro de la Tabla A puede tener muchos registros coincidentes en la Tabla B, y viceversa. Este tipo de relación sólo es posible si se define una tercera tabla (denominada tabla de unión) cuya clave principal (Clave principal: uno o más campos (columnas) cuyos valores identifican de manera exclusiva cada registro de una tabla. Una clave principal no puede permitir valores Nulo y debe tener siempre un índice exclusivo.

CAPÍTULO III:

CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA DE SEGURIDAD UTILIZANDO NFC-RFID

Diagrama a bloques



- Bloque 1: ID
- Bloque 2: Módulo Arduino Escritura
- Bloque 3: Módulo Arduino Lector
- Bloque 4: Bluetooth
- Bloque 5: Gestión y Software
- Bloque 6: Detección

Fig 3. Diagrama a bloques del proyecto

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

3.1 APLICACIÓN DEL USUARIO Y BASE DE DATOS

El software diseñado consta de tres módulos que se describirán a continuación permitiendo la interacción del usuario y el almacenamiento de la información

- El sistema cuenta con un inicio de sesión usuario-contraseña único que permitirán limitar el acceso al sistema a solo cierto personal, con la posibilidad de añadir y borrar un registro si así lo determina la autoridad superior correspondiente.
- Posteriormente un menú principal nos divide las opciones de gestión de datos en: Pacientes, Personal y Consulta de datos. . (Fig. 3.1)

⇒ Pacientes: En esta opción se gestionan las entradas y salidas de pacientes. Es la sección de mayor importancia ya que dentro de esta sección se le asignará un código de identificación única a cada paciente. (Fig. 3.2) La información de registro se almacena en la base de datos, la cual se explicará posteriormente.

⇒ Personal: En esta opción se gestionan los registros de entrada de personal asignado tales como: Médico, Enfermero(a), residentes y administrativos al área para delimitar responsabilidades en caso de ocurrir un siniestro.

⇒ Consulta de datos: Dicha opción permite realizar una búsqueda de información, previamente guardada en la base de datos para su manipulación y uso correcto de la misma ya sea en el ámbito puramente informativo, de consulta o aclaraciones sin opción de modificación.

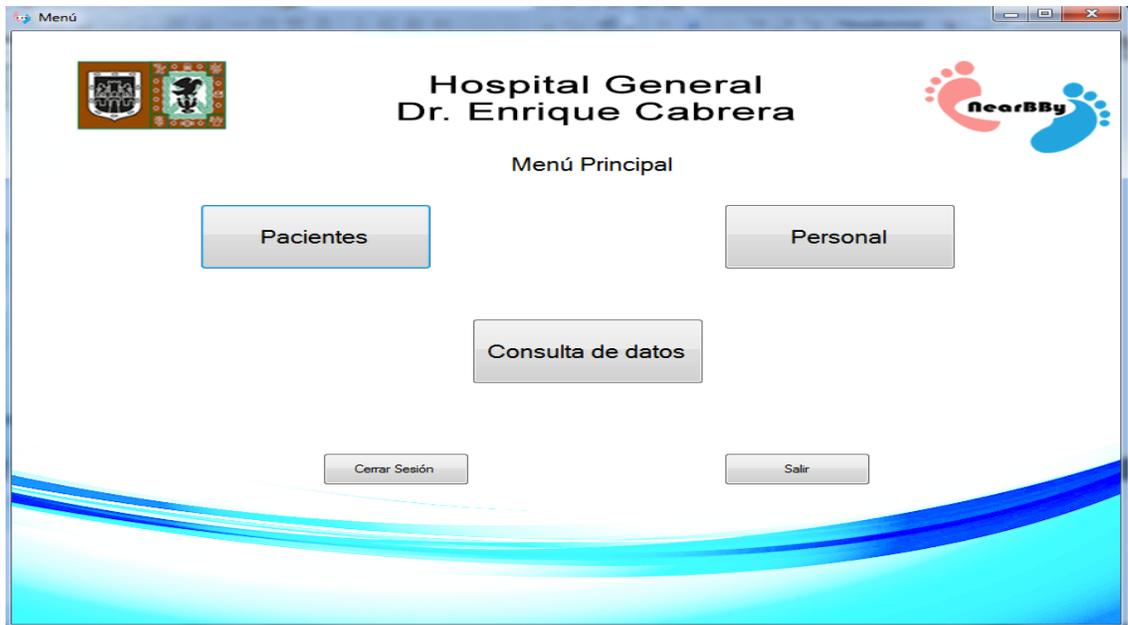


Fig. 3.1 Menú de acceso

Pacientes

Hospital General
Dr. Enrique Cabrera

Control de pacientes

Alta de pacientes

Baja de pacientes

Regresar

Alta de Pacientes

| | | | |
|-------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Nombre de la madre | Apellidos | Tiempo de Gestación (semanas) | Sexo del Bebé: |
| MARIA | MORALES | 38 | FEMENINO |
| Fecha de nacimiento | Hora de nacimiento | Peso de nacimiento (grs): | Talla de nacimiento (cm): |
| miércoles, 23 de dicien | 12 : 05 | 1500 | 50 |
| Valor APGAR: 7.4 | Área: 1 | Cunero: 6 | |

APGAR

Asignación de Área

Guardar

Limpiar

Generar Código

Fig. 3.2 Registro de Pacientes

APGAR

Hospital General Dr. Enrique Cabrera

nearBBY

Factor de APGAR

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Frecuencia Cardíaca (Pulso) | <input type="text" value="2"/> |
| Respiratorio (Ritmo y Esfuerzo) | <input type="text" value="1"/> |
| Irritabilidad (Respuesta reflejada) | <input type="text" value="1"/> |
| Actividad (Tono Muscular) | <input type="text" value="2.1"/> |
| Aspecto (Color de piel) | <input type="text" value="1.3"/> |
| Total | <input type="text" value="7.4"/> |

Aceptar Limpiar

Fig. 3.3 Registro APGAR

Area

Hospital General Dr. Enrique Cabrera

nearBBY

Área asignada

Cuidados intensivos

| | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="text" value=""/> | <input type="text" value=""/> | <input type="text" value="Cunero"/> |
| <input type="text" value=""/> | <input type="text" value=""/> | <input type="text" value="6"/> |

Aceptar Limpiar

Fig. 3.4 Registro de área y cunero

3.1.1 MySQL WORKBENCH

Paralelamente, para el almacenamiento de la información se hacen uso de las bases de datos mediante el programa MySQL Workbench, el cual consta de un gestor de base de datos y una herramienta bastante útil para realizar los diagramas de Entidad-relación (Entidad es un “objeto” que contiene atributos o características propias que los describen y Relación es la asociación entre varias entidades).

MySQL Workbench es un programa que simplifica y reduce la posibilidad de elegir realizar la base de datos a partir de las palabras reservadas e instrucciones para ir codificando e ir ejecutando las consultas; y por otro lado mediante los diagramas de entidad-relación nos genera el código con todas las especificaciones que se requieran para posteriormente solo ejecutar las consultas.

En los diagramas de entidad-relación solo basta con añadir las tablas y sus columnas correspondientes las cuales serán rellenadas con la información pertinente. (Fig. 3.5)

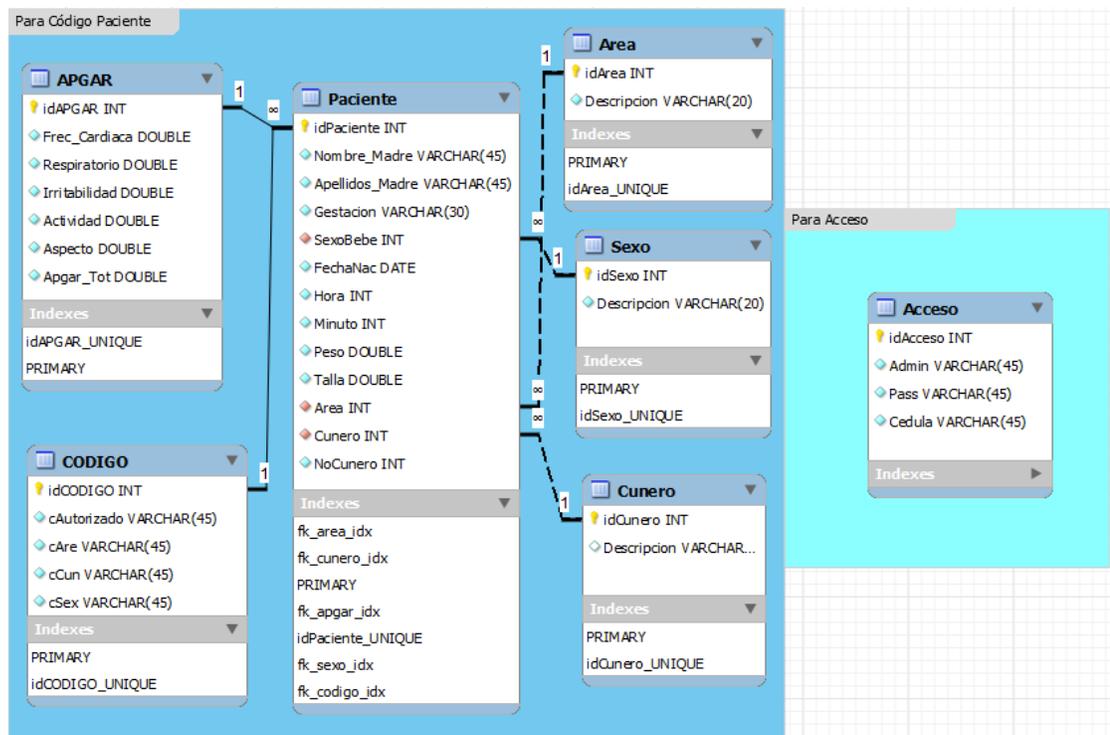


Fig. 3.5 Diagrama Entidad-Relación de la base de datos del sistema

La información se almacena en columnas con base en las tablas previas. Cada campo de la tabla representa una columna en donde la información será almacenada en un “registro” de forma horizontal, en orden de incidencia adoptando la forma de PILA (LIFO: Last In, First Out) con la diferencia de que para leer o eliminar el registro no es necesario eliminar o leer el registro previo.

Solo basta hacer la consulta correspondiente a la acción que deseamos realizar tal como lo muestra la Fig 3.6

1 • `select * from paciente`

| idPaciente | Nombre_Madre | Apellidos_Madre | Gestacion | SexoBebe | FechaNac | Hora | Minuto | Peso | Talla | Apgar | Area | Cunero | NoCunero |
|------------|--------------|-----------------|-----------|-----------|------------|------|--------|------|-------|-------|------|--------|----------|
| 2 | MARIA | MORALES | 37 | FEMENINO | 2015-11-18 | 12 | 12 | 123 | 50 | 6.2 | 1 | 1 | 6 |
| 3 | MARY | PEREZ | 34 | MASCULINO | 2015-11-22 | 1 | 12 | 124 | 40 | 6.4 | 2 | 2 | 7 |
| 4 | Mary | Zepeda | 24 | Femenino | 2000-04-03 | 12 | 14 | 123 | 50 | 0 | 3 | NULL | 1 |
| 6 | M | M | 32 | MASCULINO | 2015-11-25 | 1 | 1 | 12 | 12 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| 7 | H | H | 35 | FEMENINO | 2015-11-23 | 1 | 12 | 23 | 123 | 8 | 2 | 2 | 15 |
| 9 | J | M | 32 | MASCULINO | 2015-11-26 | 1 | 1 | 12 | 12 | 5.1 | 3 | 3 | 27 |
| NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL | NULL |

Fig. 3.6 Consulta en la base de datos

Para una mejor interpretación del funcionamiento del software, se presenta a continuación el diagrama de flujo. (Fig. 3.7)

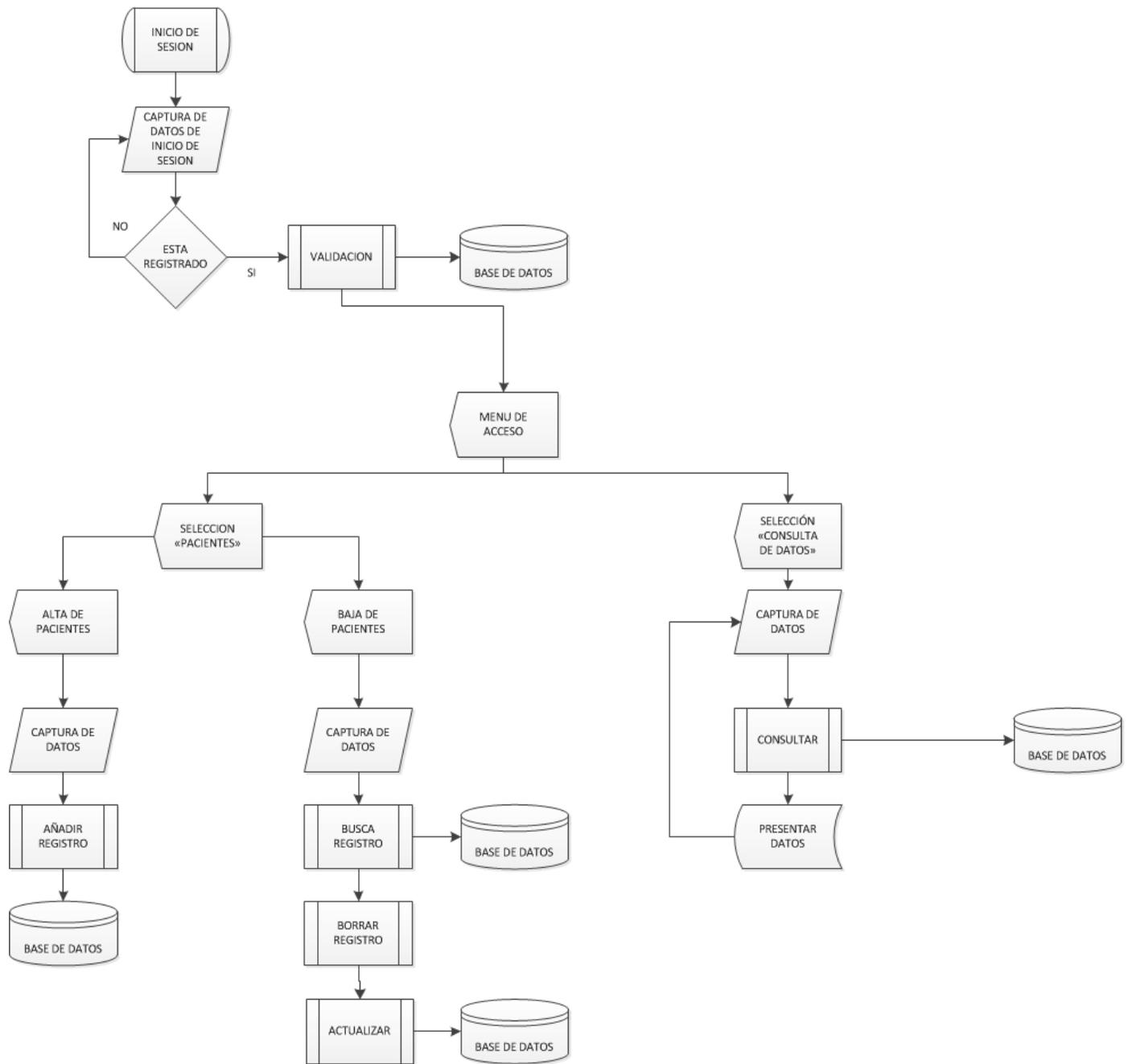


Fig. 3.7 Diagrama de flujo Software

3.2 MODULO ARDUINO DE ESCRITURA (ÁREA DE GESTIÓN)

En el área de gestión se encuentra uno de los módulos Arduino, el cual tiene la capacidad de escribir y leer los datos provenientes de las tags. Este módulo se compone de un módulo Arduino UNO y el Lector NFC RC-522. Las conexiones existentes se muestran en la Tabla 7.

TABLA 7: Conexiones al módulo RC-522.

| PIN ARDUINO | DISPOSITIVO | PIN |
|-------------|-------------|------|
| 9 | RC-522 | RST |
| 10 | RC-522 | SDA |
| 11 | RC-522 | MOSI |
| 12 | RC-522 | MISO |
| 13 | RC-522 | SCK |

El siguiente diagrama muestra la conexión realizada entre el módulo RC-522 y el Arduino UNO Fig. 3.8

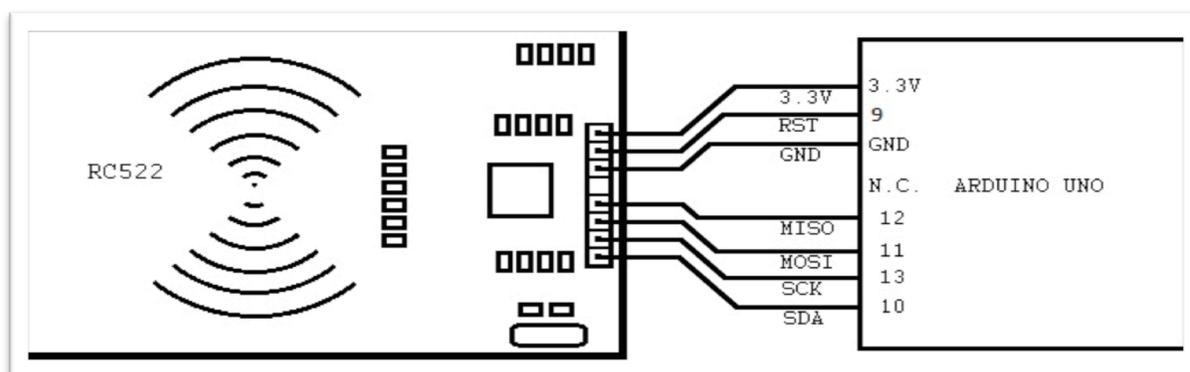


Fig 3.8 Conexiones del lector NFC

La conexión mostrada fue ligeramente modificada respecto a la recomendación del fabricante, ya que SDA (serial data line) y RST (reset) se definieron para los pines digitales 10 y 9 respectivamente, con el fin de tener las conexiones lo más ordenadas posible, sin que esto modifique el comportamiento del módulo. El pin SDA permite los protocolos I²C y SPI, en nuestro caso utilizamos SPI.

La función de este módulo es algo compleja ya que lee el contenido de las tags y también puede escribir un código asignado en el bloque 4 del sector 1, para lo cual se utiliza el siguiente bloque de código mostrado en la Fig. 3.9

```
///Entrada al bloque 4
status=gestion.PCD_Authenticate(MFRC522::PICC_CMD_MF_AUTH_KEY_A, block, skey, s(gestion.uid));

if (status !=MFRC522::STATUS_OK)
{
  non=1;
  Serial.print(F("Autenticación de PCD erronea"));
  return;
}
///Escritura en el Bloque 4
status=gestion.MIFARE_Write(block,buffer,16);//L40
if (status !=MFRC522::STATUS_OK)
{
  Serial.print(F("No es posible escribir en este chip"));
  return;
}
else Serial.println("Código escrito correctamente");
```

Fig. 3.9 Código de escritura para bloque 4

Fue necesario crear un código capaz de acceder a un bloque específico de la memoria de la tag para que de este modo la manipulación de los datos, en este caso el ID de paciente fuera más fácil de encontrar y manejar. Se optó por el bloque 4 del sector uno ya que es uno de los que permiten acceso utilizando una de las llaves predefinidas por el fabricante (en esta caso la llave A), y se encuentra en el sector de más fácil acceso. La longitud de la variable buffer es de 16 bytes, es decir recupera toda la información escrita en el bloque 4, esto le da cierta flexibilidad al programa ya que el ID del usuario podría crecer hasta los 16 bytes o inclusive más allá, para lo cual bastaría continuar la escritura en el bloque 5. Para los fines del proyecto y la longitud esperada del ID (no mayor a 5 dígitos, uno por cada byte) el ocupar un solo bloque es más que suficiente.

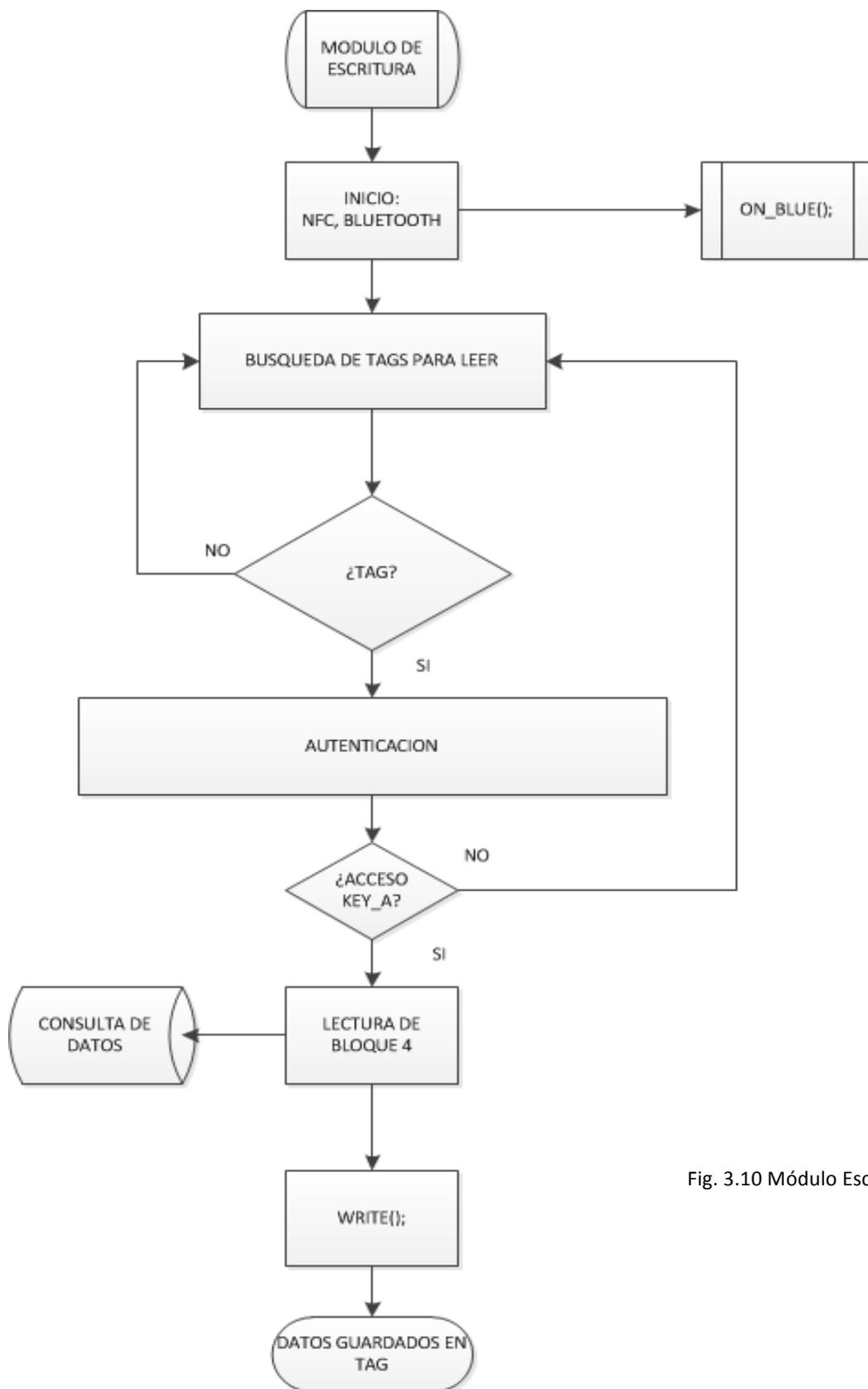


Fig. 3.10 Módulo Escritor

3.3 ACTUALIZACIÓN Y COMUNICACIÓN DE DATOS (COMUNICACIÓN VIA BLUETOOTH)

Una de las características destacables dentro de este bloque es el hecho de que los módulos HC-05 tanto del área de Gestión como el de la Puerta están configurados para vincularse con un módulo único identificado mediante su dirección MAC (dirección física del dispositivo), de modo que ningún otro dispositivos pueda interferir, reduciendo así los tiempos de búsqueda previos a la vinculación además de almacenar la dirección MAC en caso de desconectar el dispositivo; cabe mencionar que el emparejamiento de los dispositivos solo se hace una sola vez.

Se utilizó el siguiente código para la configuración.

```
void setup()
{
  //pinMode (KEY, OUTPUT);      //Modo AT
  pinMode (RST, OUTPUT);      //Alimentación
  digitalWrite(RST, HIGH);
  digitalWrite(KEY, HIGH);    //se alimenta 5v el key para
comandos AT
  delay(500);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Levantando el modulo HC-05");
  digitalWrite(KEY,HIGH);
  Serial.println("Esperando comandos AT: ");
  BT1.begin(38400); //Velocidad para los comando AT
}
```

Fig. 3.11 Código para configuración de comandos AT

Existe un modo de configuración global para los módulos HC-05 donde es posible consultar y cambiar algunas funciones y características del módulo. Mencionaremos algunos de los más importantes y orientados a las especificaciones de nuestro proyecto:

- Nombre de identificador: AT + NAME = “nombre del módulo”
- Dirección MAC AT + ADDR
- Asignar una dirección MAC específica AT + BIND = “xxxx, xx, xxxxxx”
- No. De Baudios AT + BAUD = 9600 default
- Modo de configuración AT + ROLE =
 - 1 -> Modo MASTER
 - 0 -> Modo SLAVE
- Modo de conexión (pasivo o activo) AT + CMODE =
 - 1 -> Busca y conecta a cualquier dispositivo
 - 0 -> Busca un dispositivo específico

Para acceder al modo de configuración global de los comandos AT en los módulos bluetooth es necesario “resetear” el dispositivo antes de alimentarlo; esto se logra con el botón integrado con el que cuenta el dispositivo manteniéndolo apretado mientras se alimenta. El led comenzará a parpadear a menor frecuencia.

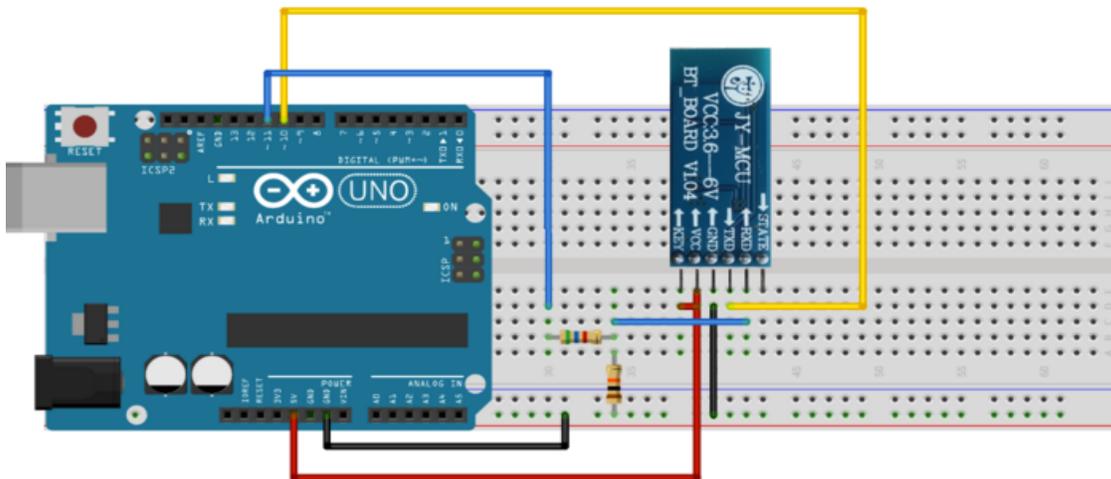


Fig. 3.12 Conexión del módulo Bluetooth HC-05 a la placa Arduino

Dentro de la programación para Arduino UNO, se creó la función ON_BLUE (), que se muestra en la siguiente figura para inicializar el puerto serial del dispositivo.

Esta función debe ejecutarse junto con la activación del protocolo SPI para comunicar de manera síncrona, que usará el RC522, ya que los dos módulos HC-05 requieren un breve tiempo para sincronizarse tal como se muestra con el siguiente bloque de código en la Fig. 3.13

```
void ON_BLUE()
{
  unsigned char i;
  if(i==1)
  {
    SoftwareSerial PortBlue(6,7);
    PortBlue.begin(9600);
    delay(100);
  }
  else
  {
  }
}
```

Fig. 3.13 Código de función ON_BLUE para inicializar el dispositivo

3.4 MÓDULO ARDUINO DE LECTURA

La etapa del proyecto está constituida por un lector NFC que fue programado para realizar una lectura continua de datos, en busca de un dispositivo pasivo (TAG).

En un principio se tenía contemplado utilizar un dispositivo de lectura y escritura NFC de DFROBOT (Fig. 3.14) elegido por su tamaño compacto (11x5 cm) con alternativa de alimentación a 5 y 3.3V. El módulo elegido para recabar los datos funciona a una velocidad de 115200 baudios por default, de modo que fue necesario tomar en cuenta este parámetro al momento de realizar la programación para que la tarjeta lectora NFC de Arduino pudiera aceptar los datos entrantes.

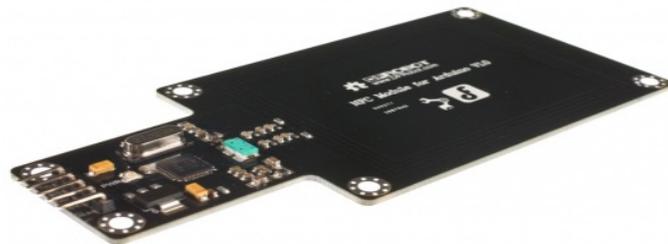


Fig. 3.14 Módulo Lector/Escritor NFC

La alimentación para el módulo NFC durante esta etapa se realiza mediante el programador Arduino, a través del puerto USB. (Fig 3.15)

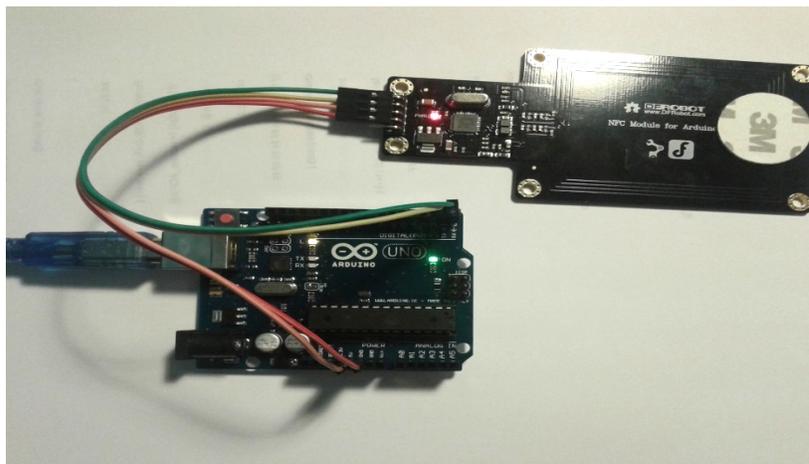


Fig. 3.15 Módulo Lector/Escritor NFC alimentado por Arduino

Sin embargo se obtuvieron diversos inconvenientes al momento de trabajar con dicho módulo, los cuáles se describen a continuación:

- No fue posible identificar las tags al momento de realizar la lectura.
- La biblioteca para el funcionamiento del dispositivo no funcionaba correctamente ya que arrojaba elementos no deseados en el monitor serial.
- La cantidad de baudios necesaria para su funcionamiento era excesiva. Necesitábamos que tanto el dispositivo bluetooth como el lector NFC trabajaran sincronizados a la misma tasa de transferencia.
- El protocolo UART con el que realiza sus funciones era más complicado de manipular.

Con base en lo anterior, se decidió incursionar en la búsqueda de otro dispositivo más simple pero con la misma funcionalidad, aunado al poco tiempo de realización.

Después de una ardua búsqueda, se decidió utilizar el mismo Lector NFC RC-522 (Fig 3.16) utilizado en el proceso de Escritura previamente detallado en este documento.

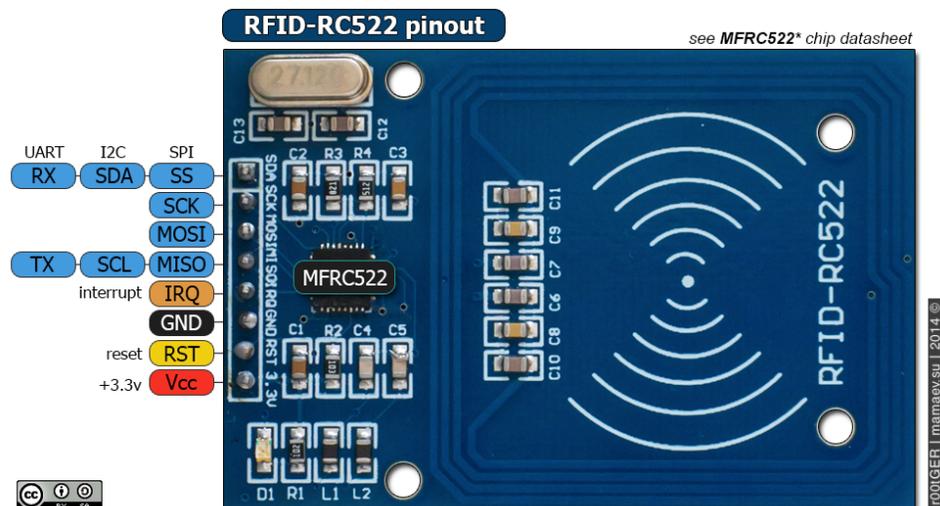


Fig. 3.16 Módulo Lector/Escritor NFC RC-522

El módulo de lectura está compuesto por un Arduino UNO y un módulo NFC RC-522 con la misma configuración de pines mostrada en la tabla 4, la cual tiene la misma configuración del hardware del módulo de Escritura. La figura 3.17 muestra un diagrama simple de interacción entre el chip tag pasivo y el lector/escritor en el módulo RC-522, el cuál se encuentra limitado en cuanto a sus funciones, las cuales se muestran en el diagrama de flujo. (Fig 3.17)

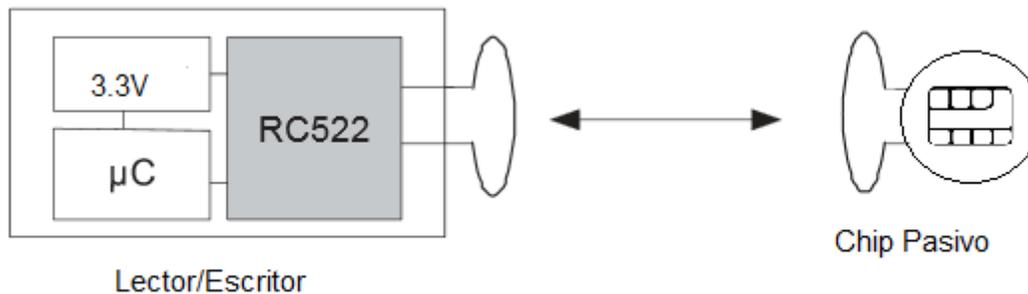


Fig. 3.17 Diagrama de interacción TAG y Lector

La función primordial del bloque de escritura (Fig. 3.18) es la comparación del valor leído del bloque 4 almacenado en la tag con los códigos almacenados en la base de datos; de modo que si la clave obtenida no concuerda con alguno de los códigos, se alerte al módulo de gestión. Para lo cual se creó la función AUTORIZA();

```

void AUTORIZA()
{
  byte comp=0;
  for(byte i=0; i<17; i++)
  {
    int alert=0;
    if (clave[i]==s1[i])
    {
      comp++;
      if(comp==17)
      {
        return;
      }
    }
    else |
    {
      alerta=1;
      SEND_ALERT();
    }
  }
  else if(clave[i]==s2[i])
  {
    comp++;
    if(comp==17)
    {
      return;
    }
  }
  else
  {
    alerta=1;
    SEND_ALERT();
  }
}
}

```

Fig. 3.18 Código función AUTORIZA()

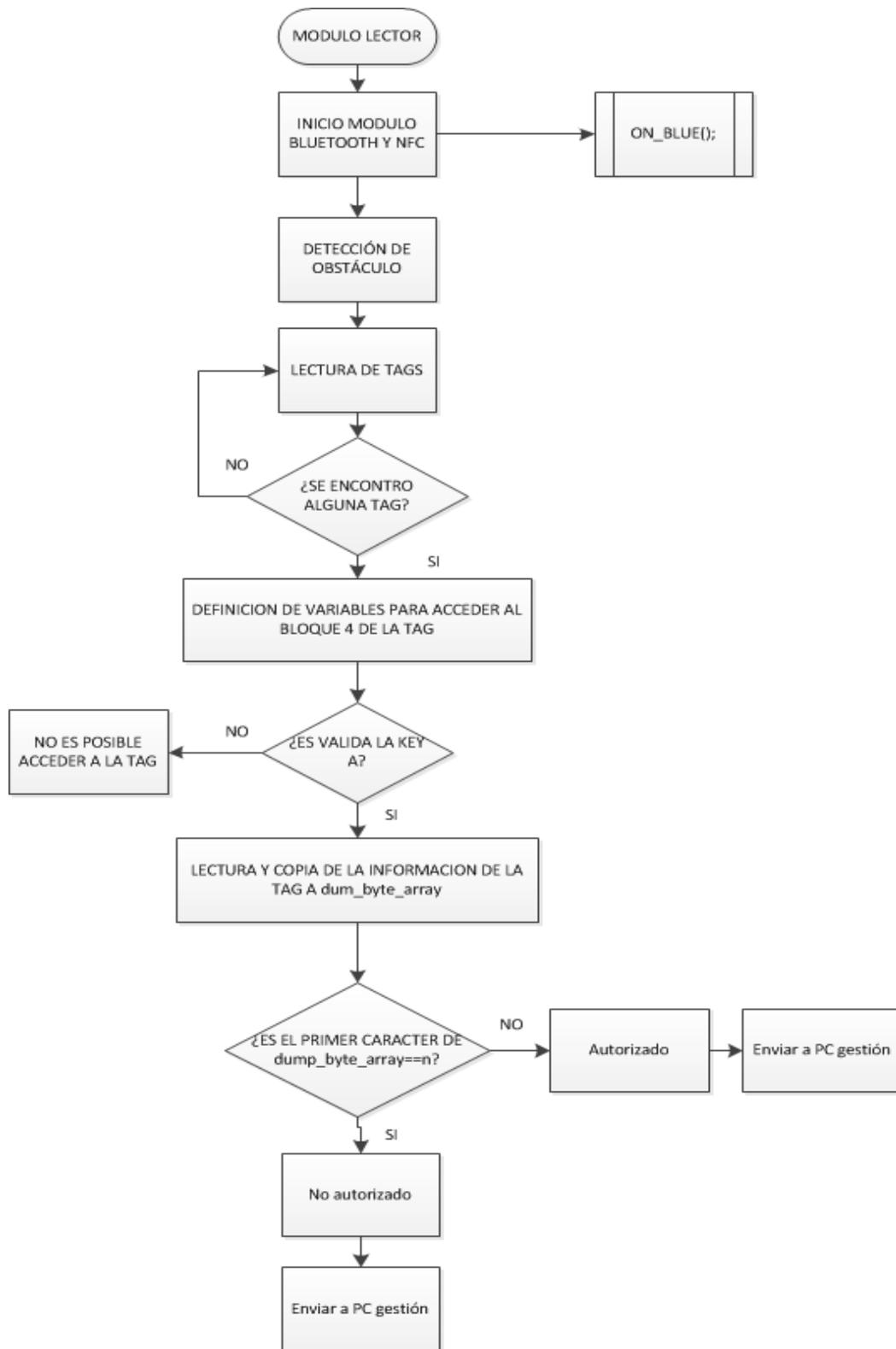


Fig. 3.19 Diagrama de flujo “Módulo Lector”

CAPÍTULO IV:

PRUEBAS Y RESULTADOS.

PRUEBAS Y RESULTADOS.

En este capítulo se muestran las pruebas y resultados del proyecto “Monitoreo de la seguridad perimetral en recintos enfocados a la población infantil mediante tecnología inalámbrica NFC”, donde el primer apartado muestra las pruebas individuales a cada uno de los bloques, indicado en el diagrama a bloques del capítulo tres y posteriormente se mostraran las pruebas hechas al conjunto completo de dispositivos.

4.1 LECTURA DE UN BLOQUE ESPECÍFICO EN EL CHIP DE LA TAG

Esta prueba nos permite apreciar la disponibilidad de acceso del módulo RC522 al bloque 4 del sector 1 de la memoria interna de la tag, mostrándonos en el monitor serial los códigos hexadecimales que llegue a localizar.

En el caso de una tag vacía o que no contiene código almacenado, se obtendrá lo siguiente:

```
Apertura del sector con llave A...
Datos del bloque 4 ...
ID DEL PACIENTE :
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

Datos en el sector:
  1      7  00 00 00 00 00 00 FF 07 80 69 FF FF FF FF FF FF [ 0 0 1 ]
        6  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
        5  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
        4  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 [ 0 0 0 ]
```

Fig. 4.1 Muestra de sector de almacenamiento vacío

Para un tag con un ID de 16 bytes previamente escrito se tiene:

```

Apertura del sector con llave A...
Datos del bloque 4 ...
ID DEL PACIENTE :
 01 02 03 04 05 06 07 08 08 09 FF 0B 0C 0D 0E 0F

Datos en el sector:
 1      7  00 00 00 00  00 00 FF 07  80 69 FF FF  FF FF FF FF  [ 0 0 1 ]
      6  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  [ 0 0 0 ]
      5  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  [ 0 0 0 ]
      4  01 02 03 04  05 06 07 08  08 09 FF 0B  0C 0D 0E 0F  [ 0 0 0 ]

```

Fig. 4.2 Muestra de sector de almacenamiento con ID grabado

Se puede observar que la tag ha sido grabada con éxito y este código permanecerá en la tag hasta que se decida borrar el sector.

4.1.1 ESCRITURA EN UN BLOQUE ESPECÍFICO DE LA MEMORIA DE LA TAG

Esta etapa del proyecto es básica por lo cual es necesario probar que no sólo se envíen los datos mediante el módulo a la tag, sino que también debe existir una confirmación de que estos han sido grabados con éxito:

```

Datos en el sector
 1      7  00 00 00 00  00 00 FF 07  80 69 FF FF  FF FF FF FF  [ 0 0 1 ]
      6  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  [ 0 0 0 ]
      5  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  [ 0 0 0 ]
      4  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  00 00 00 00  [ 0 0 0 ]

...
ID encontrado 4:
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

ID a escribir 4 ...
01 02 03 04 05 06 07 08 08 09 FF 0B 0C 0D 0E 0F

Confirmando escritura ...
ID grabado 4:
01 02 03 04 05 06 07 08 08 09 FF 0B 0C 0D 0E 0F

```

Fig. 4.3 Escritura de información en bloque de memoria

4.2 CONFIGURACION DEL MÓDULO BLUETOOTH

Como bien se mencionó en el capítulo 3, el módulo Bluetooth HC-05 en primera instancia debe ser configurado mediante su modo de configuración AT de acuerdo a las necesidades del usuario.

4.2.1 COMANDOS AT EN MÓDULO BLUETOOTH “Gestión”

```
Levantando el modulo HC-05
Esperando comandos AT:
+ADDR:98d3:31:4041d6
OK
+CMOD:0
OK
+ROLE:0
OK
OK
```

Fig. 4.4 Comandos AT Bluetooth “Gestión”

4.2.2 COMANDOS AT EN MÓDULO BLUETOOTH “Puerta”

```
δLevantando el modulo HC-05
Esperando comandos AT:
+ADDR:2015:3:302911
OK
+CMOD:1
OK
+ROLE:0
OK
```

Fig. 4.5 Comandos AT Bluetooth “Puerta”

Haciendo especial mención para el primer dispositivo Bluetooth, es necesario seguir un formato específico para asignar la dirección Mac Address (dirección física) para que el dispositivo se conecte una vez que lo encuentre:

```
COM4 (Arduino/Genuino Uno)
AT+BIND*2015,33,029111]
```

Fig. 4.6 Comando para asignar una MAC

La siguiente figura muestra el módulo de lectura en modo de prueba.

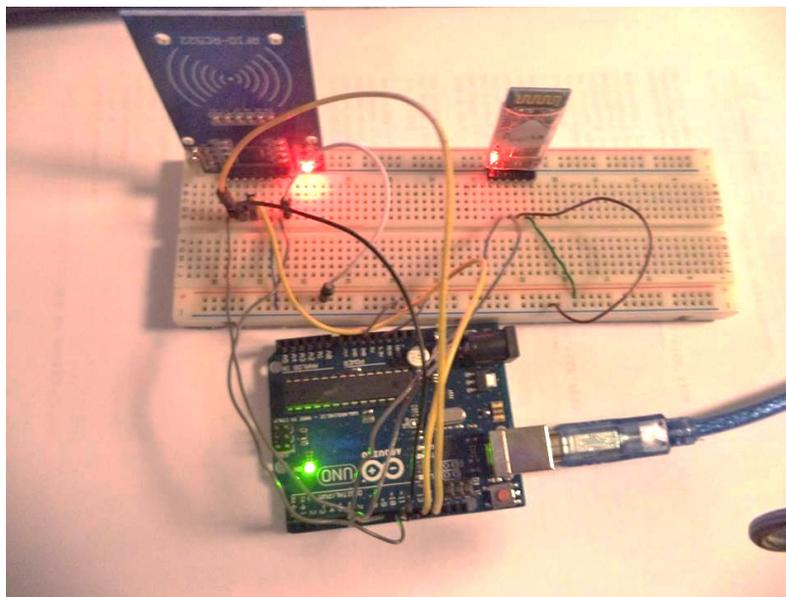


Fig. 4.7 Prototipo armado para implementación

Constará de dos módulos: “Gestión” y “Puerta”, los cuales realizarán una tarea específica de “Lectura y Escritura” así como de “Escritura” respectivamente. Como se mencionó en capítulos anteriores, se comunicarán inalámbricamente y estarán instalados en dos puntos específicos del recinto.



Fig. 4.8 Módulo de "Gestión" para lectura y escritura

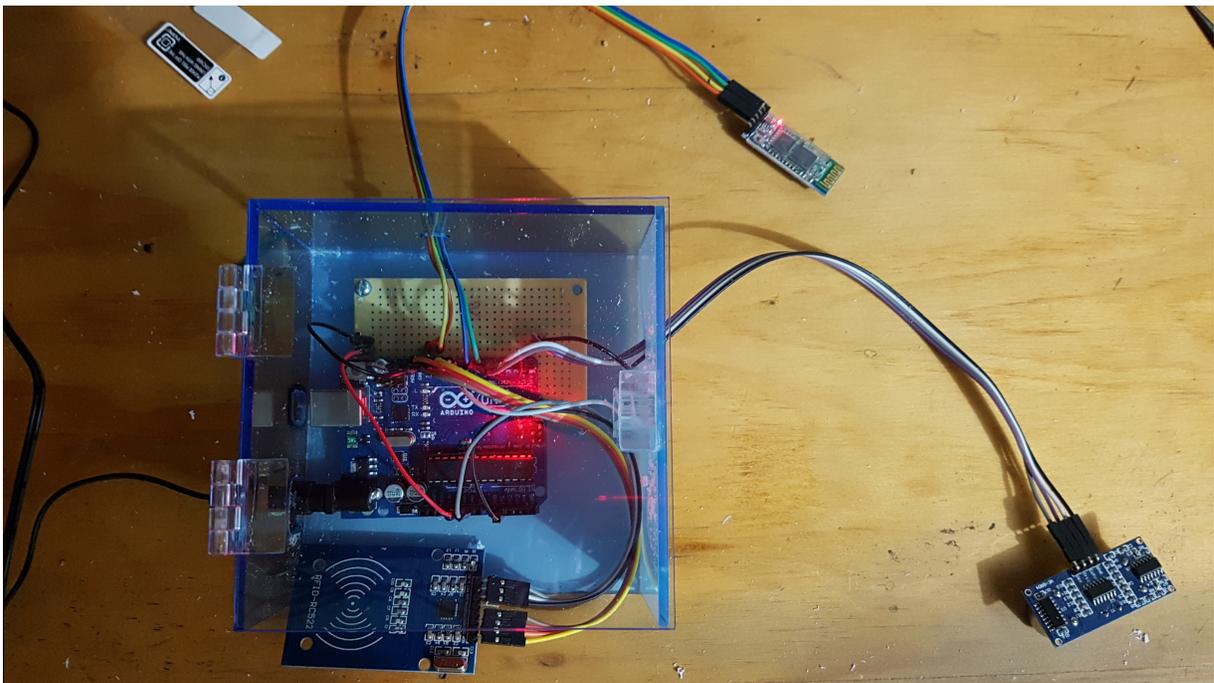


Fig. 4.9 Módulo de "Puerta" para detección y lectura

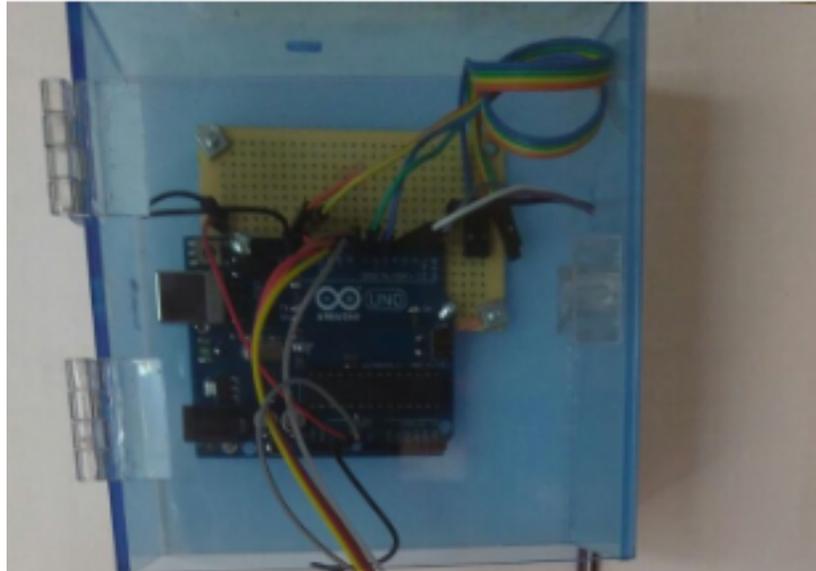


Fig. 4.10 Módulo de “Puerta” para detección y lectura instalado



Fig. 4.11 Módulo de “Puerta” para detección y lectura instalado

CAPÍTULO V:

ASPECTO ECONÓMICO Y TÉCNICO.

ESTUDIO DE MERCADO

Existen algunas soluciones innovadoras alrededor del mundo como fueron mencionadas anteriormente.

Lamentablemente en México no se tiene conocimiento de ninguna alternativa para contrarrestar la desaparición forzada de menores. Los esfuerzos realizados por el gobierno federal en conjunto con las instituciones de seguridad pública sólo han minimizado más no resuelto en su totalidad el problema. (Para más información al respecto consultar Capítulo 2 “Estado del arte”)

Respecto a este proyecto se puede decir que **es viable**, al menos fabricar un primer prototipo, ya que se cuenta con recursos económicos para realizarlo, sin necesidad de un crédito o financiamiento externo.

Una de las peculiaridades de este proyecto es que su comercialización sería sobre pedido, debido a que el número de módulos varía de acuerdo a las características de los recintos donde se instale.

Cuando un proyecto es factible significa que la inversión que se está realizando es justificada por la relación costo-beneficio que se generará. Para ello es necesario trabajar con un esquema que contemple los costos y los ingresos:

- Costos: Desembolso que se incorporará directamente al proceso. Identificando la estructura de costos correspondientes (costos fijos y variables)
- Ingresos: En este punto el precio del producto ó servicio es fundamental, ya que determina el volumen de ventas, por lo que debe explicarse brevemente cómo se ha definido el mismo.

GASTOS Y COSTOS

- Costo de oportunidad es el máximo beneficio al tomar una decisión económica sobre otra posible. Nuestro costo de oportunidad fue orientado al sector salud para términos de implementación, sin embargo la maleabilidad de nuestro proyecto permite aplicarse a otros sectores.
- El costo de oportunidad lo podemos observar al elegir las diversas tecnologías utilizadas en este proyecto y descartar otras como en el caso del Módulo NFC-RFID. Sin embargo estas decisiones se tomaron buscando la una mejor relación costo-beneficio para el proyecto. Es decir, se propuso elegir las tecnologías que permitirán desarrollar el proyecto de la mejor manera posible sin exceder el presupuesto disponible.

En la Tabla 8 se muestra el tipo, cantidad y costo del material utilizado en el proceso de producción.

Tabla 8: Lista de materiales y precios

| Descripción | Cantidad | Precio unitario \$ MXN | Total |
|-------------------------------|----------|---------------------------|-------|
| R/W RFID-NFC RC522 | 2 | 120 | 240 |
| Arduino UNO | 3 | 200 | 600 |
| NFC DFRobot | 1 | 390 | 390 |
| Cables de conexión | 20 | 5 | 100 |
| Módulo Bluetooth | 2 | 120 | 240 |
| Pulsera de Tela | 1 | 60 | 60 |
| Sensor ultrasónico | 1 | 35 | 35 |
| Tags RFID | 10 | 75 | 75 |
| Piezas de acrílico | 2 | | |
| TOTAL | | | 1540 |

Para la reducción de costos se debe considerar el tamaño del recinto en el que se implementará; por lo que estará en función del número de accesos, requiriendo más módulos de lectura, así como el número total de pulseras (tags) que serán monitoreadas. Por tanto, se puede concluir que la reducción de costos será variable y en cierto modo, impredecible sin un estudio previo.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

- **Ventajas**

- ✓ Precio accesible de los materiales
- ✓ Requerimiento mínimo de equipo en comparación a otros proyectos
- ✓ Facilidad de ensamblaje
- ✓ Conocimientos técnicos y experiencia del equipo de trabajo

- **Desventajas**

- ✓ Calidad del equipo para pruebas insuficiente.
- ✓ Poca disponibilidad de materiales en el país.
- ✓ Sensibilidad en los componentes para funcionamiento y pruebas.

PRECIO DEL PRODUCTO

El costo de implementar el prototipo es de \$1430 contemplando el material para su fabricación más una ganancia del 25% y un extra por imprevistos del 5%

$$\mathbf{\$1430(1.30)=\$1,859}$$

Cabe recalcar, que no se tomaron en cuenta maquinarias especiales, ni los servicios que deberán pagarse, ya que el tipo de comercialización será sobre proyecto, el cual varía según el recinto y sobretodo de acuerdo a las necesidades del cliente.

CONCLUSIONES

La seguridad se vuelve una prioridad cuando existe un ambiente externo que atente de cualquier manera contra el mismo y sus habitantes. Una vez arriesgando la integridad de las personas que conviven en un espacio determinado, el factor de seguridad que se desarrolle en el entorno, ya sea interno, externo o ambos, puede jugar un papel muy importante.

Los infantes y los adultos mayores son los más propensos a ser afectados en casi cualquier sitio en caso de que ocurra algún siniestro. Nos enfocamos principalmente en niños recién nacidos que suelen estar indefensos ante cualquier situación.

La sustracción de menores en México no es algo nuevo, la facilidad con la que son sustraídos de áreas supuestamente “vigiladas”, causa gran alarma entre la ciudadanía e incertidumbre en los padres de familia al no saber si su hijo o hija estarán seguros.

Con el uso de la tecnología es posible crear soluciones de tipo social y de seguridad al implementar proyectos enfocados a combatir este tipo de problemas. Es por eso que nuestro proyecto se adjudica a convertirse más allá de una simple propuesta, quizá una posible solución una vez que sea implementada.

Si bien, el uso de la tecnología ha facilitado y hecho más cómodo el modo de vida que llevamos en la actualidad, por ello se hace incapie en la aplicación de la misma en el ámbito de seguridad. No es tarea fácil, debido a la profundidad que debe de realizarse previamente para considerar viabilidad y factibilidad en la aplicación de alguna solución.

En los aspectos técnicos, el uso de diferentes tecnologías embebidas que comparten similitud de funciones tales como son Arduino, facilitan y hacen la experiencia del usuario más agradable. Es importante recalcar que muchas de las tecnologías fabricadas hoy en día tienen mucho potencial para ser explotado; para lo cual es requerido tiempo, dedicación y esfuerzo para obtener un desarrollo considerable. A su vez, es sorprendente ver de la accesibilidad que tenemos a dichas tecnologías para poder explotarlas de la manera que corresponda. Todo depende del límite personal que uno desee asignarse.

Afortunadamente nuestro proyecto está abierto a implementaciones en casi cualquier recinto donde se desee monitorear y controlar accesos, personal y habitantes de los mismos. Brinda otro nivel de seguridad más avanzado al no hacer uso del personal debido a la automatización en la credencialización (tags), las entradas y salidas.

El proyecto presentado en este documento, está en proceso de aprobación por parte del Hospital de Especialidades Enrique Cabrera, donde si, recibe una aceptación favorable, hay altas probabilidades de obtener un financiamiento externo para seguir la línea de investigación y desarrollo, e inclusive producirlo en masa.

El proyecto podría evolucionar en una versión conectada directamente a la nube con una interfaz gráfica similar a la presentada en el siguiente trabajo, así como dispositivos optimizados de mayor capacidad con lo cual reduciríamos recursos y costos de operación y mantenimiento.

La tecnología avanza a pasos agigantados, es por ello que nuestro deber como estudiantes, futuros ingenieros y entes que conviven con ella día a día, el poder llevar el mismo ritmo y por qué no, adelantarnos a ella.

"Equivocarse es una opción. Si las cosas no están fallando, no estás innovando lo suficiente"

-Elon Musk, CEO Tesla Motors, SpaceX, PayPal

REFERENCIAS:

“User experiences and acceptance scenarios of NFC applications in security service field work”

Heljä Franssila, Department of Information Studies and Interactive Media, University of Tampere

“NFC technology applied to touristic-cultural field: a case study on an Italian museum” A. Caridi - Sapienza University of Rome

“Numerical Assesment of Specific Absorption Rate in the human body caused by NFC Devices”, S Cecil, G. Schmid, K Lamedschander, J. Morak, G. Schreier et al, Austrian Institute of Technology and Seibersdorf Laboratories

“Suitability of NFC for Medical Device Communication and power Delivery”, E. Freudenthal, D. Herrera, F. Kautz, et al., University of Texas

Cibergrafía

http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2013/11/131106_ninos_perdidos_desaparecidos_explotados_america_latina_men

<http://ninosrobados.org.mx/>

<https://rnped.segob.gob.mx/>

<http://www.ceafa.es/actualidad/noticias/ocho-proyectos-innovadores-buscan-convertirse-negocios-rentables>

<http://www.muypymes.com/2014/09/16/beneficios-wearables>

http://www.ecured.cu/index.php/Diagrama_Entidad_Relaci%C3%B3n

http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-90-481-3660-5_80

<https://galaxi0.wordpress.com/el-puerto-serial/>

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>

<https://support.office.com/es-es/article/Conceptos-b%C3%A1sicos-sobre-bases-de-datos-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204?ui=es-ES&rs=es-ES&ad=ES>

<http://www.condusef.gob.mx/index.php/empresario-pyme-como-usuarios-de-servicios-financieros/119-plan-de-negocios-y-como-hacerlo/591-factibilidad-economicaion>

<http://giltesa.com/2013/07/29/shield-nfc-de-arduino-para-la-lectura-y-escritura-de-llaveros-y-etiquetas>

<http://diymakers.es/arduino-bluetooth>

<http://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/09/01/1043331>

Excelsior REDACCION 01/09/2015, Nacional, Estados
NEKI

<http://www.eleconomista.es/aragon/noticias/6524184/03/15/Neki-lanza-una-pulsera-inteligente-para-evitar-que-los-ninos-se-pierdan.html>

Entrevista Rafael Ferrer, elEconomista, EVA SERENO / ZARAGOZA3/03/2015