



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACION DE  
MEDICAMENTOS PARA UN HOSPITAL DE ALTA ESPECIALIDAD**

**TRABAJO TERMINAL DE PROYECTOS DE INGENIERÍA**

Que para obtener el título de  
**INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

**PRESENTAN:**

**ARACELI MARTINEZ MARTINEZ  
GABRIELA PALACIOS PARDO  
ANA KAREN RIVERO HERNANDEZ**

**ASESORES:**

**M en C. ERASMO VALVERDE TRUJILLO  
DR. RODRIGO LÓPEZ CÁRDENAS**



**MÉXICO, D.F.**

**JULIO 2015**

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**  
**UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**TEMA DE TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA  
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL  
DEBERA (N) DESARROLLAR C. ARACELI MARTINEZ MARTINEZ  
C. GABRIELA PALACIOS PARDO  
C. ANA KAREN RIVERO HERNÁNDEZ

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS PARA UN HOSPITAL DE ALTA ESPECIALIDAD”**

DISEÑAR UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS MEDICAMENTOS EN UN HOSPITAL DE ALTA ESPECIALIDAD DE UNA MANERA RÁPIDA, SEGURA Y OPORTUNA.

- ❖ FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE RFID
- ❖ LECTORES DE HUELLA DIGITAL
- ❖ ARDUINO UNO
- ❖ SOFTWARE DE ARDUINO
- ❖ PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN SPI Y UART
- ❖ BASE DE DATOS
- ❖ SERVIDOR WAMPSEVER

CIUDAD DE MÉXICO, A 16 DE JUNIO DE 2016.

**ASESORES**

  
ING. ERASMO VALVERDE TRUJILLO

  
DR. RODRIGO LÓPEZ CÁRDENAS

  
ING. PATRICIA LORENA RAMÍREZ RANGEL  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN  
COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA



## INDICE

INTRODUCCION .....	1
JUSTIFICACION .....	3
OBJETIVO GENERAL .....	4
OBJETIVOS PARTICULARES.....	4
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE COMUNICACIÓN RFID, PROTOCOLOS DE INFORMACIÓN Y BASES DE DATOS. ....	5
1.1 MODULO RFID.....	5
1.1.1 Definición.....	5
1.1.2 Historia .....	6
1.2 EL CODIGO DE BARRAS, ANTECESOR DE LA TECNOLOGIA RFID .....	6
1.3 COMO FUNCIONA EL RFID .....	7
1.4. DISPOSITIVOS .....	7
1.4.1. Lector RFID.....	8
1.4.2. Tipos de etiquetas RFID: pasivas, semipasivas y activas .....	8
1.5. ESTANDARIZACIÓN Y REGULACIÓN.....	10
1.6. LECTORES. ....	11
1.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UN SISTEMA RFID.....	12
1.7.1 Códigos y modulación.....	12
1.8 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN. ....	13
1.8.1 Protocolo. ....	13
1.8.2 Protocolo OSI/ISO.....	14
1.8.3 Protocolo SPI .....	14
1.8.4 Protocolo UART .....	15
1.9 BASES DE DATOS.....	16
1.9.1 Definición .....	16
1.9.2 Crear una base de datos.....	16
1.9.3 Crear una tabla.....	17
1.9.4 Como hacer consultas con select .....	17



1.9.5 QUERY BY SQL.....	17
1.9.6 Servidor MySQL.....	17
1.9.7 WAMP Server .....	18
1.9.8 SQLyog Ultimate .....	18
1.10 INTERFAZ GRAFICA .....	19
1.10.1 Definición .....	19
1.11 LENGUAJES DE PROGRAMACION.....	19
1.11.1 Definición .....	19
1.11.2 Lenguaje c#.....	20
1.12 VISUAL STUDIO.NET .....	20
1.12.1 Definición .....	20
1.12.2 Conectarse a una Base de Datos MySQL desde VisualStudio.Net.....	20
1.12.3 ODBC.....	21
1.13 LA LLEGADA DE ARDUINO .....	21
1.14 PUERTOS SERIE.....	22
CAPÍTULO 2. PLANEACION Y EVIDENCIAS. ....	23
2.1 PROCESO ACTUAL.....	23
2.2 DISPOSITIVO DE HARDWARE. ....	27
2.3 PROCESO PROPUESTO PARA DAR SOLUCION AL PROBLEMA EXISTENTE.....	28
2.3.1 SISTEMA A IMPLEMENTAR .....	30
2.3.2 proceso de interacción entre usuario y sistema. ....	31
CAPITULO 3. DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	32
3.1 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	32
3.2 DISEÑO DE LA APLICACIÓN .....	33
3.2.1 Interfaz de administrador.....	33
3.2.2 Interfaz de usuario.....	39
3.3 DESARROLLO DE HARDWARE .....	44
3.4 CONEXIÓN DE RFID CON ARDUINO UNO .....	45
3.4.1 Diseño del programa para Arduino Uno.....	46
CAPÍTULO 4.- EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS .....	49
4.1 EXPERIMENTACIÓN .....	49



4.1.1 Conexión a la interfaz.....	50
4.1.2 Envío de capsula a primer piso .....	51
4.1.3 Envío de capsula a segundo piso.....	53
4.1.4 Envío de capsula a tercer piso .....	54
4.1.5 Reporte de capsulas .....	56
CAPITULO 5.- CONCLUSION .....	59
ANEXOS .....	60
Anexo A.1 Ventajas del RFID vs Código de barras. ....	60
Anexo A.2 Los estándares de la EPC para etiquetas son de dos clases: .....	60
Anexo A.3. principales corporaciones que gobiernan la asignación de las frecuencias para RFID.....	61
Anexo A.4. Estándares y rango de frecuencias para RFID.....	61
Anexo A.5. Lectores .....	62
Anexo A.6. Protocolos .....	63
Anexo A.7. Sentencia select.....	66
Anexo A.8. Parámetros.....	67
Anexo A.9. Interfaz .....	67
Anexo A.10. Lenguaje C#.....	68
Anexo A.11. MySQL .....	69
Anexo A.12. Puertos serial .....	70
Anexo A.13. Perdida de medicamentos.....	70



## INTRODUCCION

En México el desabasto de medicamentos fue considerado un problema grave hasta hace pocos años, debido a las restricciones impuestas por las constantes crisis económicas, la desorganización institucional y la falta de transparencia en el sector salud.

En años recientes la sociedad ha puesto especial atención a las instituciones de salud en cuanto a su forma de gestionar y distribuir medicamentos en los diferentes servicios con los que cuenta. El hablar de desabasto de medicamento en una sola unidad hospitalaria es hablar de desabasto en toda la institución (ISSSTE, IMSS o SS) ya que si el medicamento no llega a su destinatario final que es el paciente, se considera una pérdida. Y como podemos darnos cuenta, los derechohabientes son los principales afectados ante esta situación.

Por su parte la Secretaría de Salud de México propuso desde el año 2012 la iniciativa denominada “Satisfacer la Demanda de Medicamentos en el Sector Salud destinada a mejorar el abasto de medicinas”.<sup>1</sup> Su principal propósito era modificar el sistema de abasto de acuerdo a los principios de transparencia, bajo costo, flexibilidad, rendición de cuentas, especialización de funciones y pluralismo.

El sistema de distribución de medicamento, en las diferentes especialidades de un centro médico lleva un proceso largo, sin embargo puede tener modificaciones para tener una mayor eficiencia y así obtener resultados más favorables en cuanto al abasto de medicamentos.

El proceso existente en las diferentes unidades médicas consiste en hacer una requisición de medicamento desde una de las estaciones de servicio de enfermería, ésta requisición se hace a través del sistema el cual esta enlazado con el CADIT (Centro Autorizado de Insumos Terapéuticos), este centro al recibir la alarma de una nueva requisición prepara el medicamento solicitado, lo introduce en una capsula que va a ser transportada a través del sistema y que la llevará hasta el piso o servicio que solicitó el medicamento. La capsula viajara desde el CADIT, pasando por cada uno de los pisos, hasta llegar al servicio que requiera el medicamento.

El presente trabajo propone un sistema que mejore la seguridad en el traslado del medicamento, tomándose como referencia la distribución antes mencionada en un hospital de alta especialidad.

---

<sup>1</sup> Secretaría de Salud. Satisfacer la demanda de medicamentos en el sector salud, una iniciativa en progreso. Julio 2010-Diciembre 2012.



Se hace uso de una de las tecnologías que en la actualidad ha ido tomando mayor auge por la precisión y la simplicidad con la que se maneja, nos referimos a la tecnología RFID, la cual ha ido sustituyendo poco a poco los lectores de código de barras que se utilizaban con mayor frecuencia años atrás.

La tecnología RFID (Identificación por Radio Frecuencia), permite tener una lectura digital de la tarjeta adherida a algún objeto, es similar a la lectura de código de barras, sin embargo ésta trabaja a través de radio frecuencia, los principios de operación de esta tecnología consta de dos principales elementos: **etiqueta** y los **lectores**. Este sensor nos ayudara a rastrear el paso de la capsula por cada uno de los servicios hospitalarios (pisos).

No solo es importante tener una tecnología que permita rastrear la capsula, si no que éste trabajo también pretende registrar los datos, es decir que a través de una base datos podremos ir almacenando y mostrando los servicios que recorrió la capsula.

El acceso a servicios de salud, suficientes, oportunos y de buena calidad, distribuido con equidad y organizado con eficiencia, es un requisito indispensable para alcanzar condiciones de salud adecuada.

Lo que se busca al realizar el presente trabajo es implementar tecnología de radiofrecuencia que permita aumentar seguridad al transporte de medicamentos y evitar así el desabasto por perdidas dentro de las unidades hospitalarias.



## JUSTIFICACION

En la actualidad existe un alto índice de pérdida de medicamentos en las diferentes instituciones de salud pública en México, debido a diferentes causas como por ejemplo; merma dentro del mismo hospital y la falta de control administrativo en el sistema de reparto de insumos terapéuticos.

Por consiguiente, es necesario diseñar un sistema de control de medicamentos que consiste en diferentes bases de datos que permita tener un registro de envío y recepción en cada servicio hospitalario, así como un registro del personal autorizado para el retiro del mismo. El sistema también contara con un control de rastreo mediante tarjetas RFID, buscando como resultado la optimización de recursos y entrega eficiente de medicamentos.



## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema para el control de la distribución de los medicamentos en un hospital de alta especialidad de una manera rápida, segura y oportuna desde el CADIT (Centro Autorizado de Insumos Terapéuticos), hasta el servicio de hospitalización donde han sido requeridos.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Mejorar el sistema de seguridad actual del traslado de medicamento.
- Evitar la pérdida de medicamentos durante su distribución.
- Diseñar un sistema de control mediante tarjetas RFID para un sistema mecánico.
- Realizar una base de datos que nos permita tener un registro diario de datos.



## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE COMUNICACIÓN RFID, PROTOCOLOS DE INFORMACIÓN Y BASES DE DATOS.

En este primer capítulo se describen los aspectos más importantes de la tecnología RFID, así como los protocolos de comunicación que se utilizan en este proyecto.

### 1.1 MODULO RFID.

#### 1.1.1 Definición

Los sistemas de identificación por radiofrecuencia o RFID (Radio Frequency Identification) son una nueva tecnología para la identificación de objetos a distancia sin necesidad de contacto, ni siquiera visual. Se requiere lo que se conoce como etiqueta o tag RFID que consiste en un microchip que va adjunto a una antena de radio y que va a servir para identificar unívocamente al elemento portador de la etiqueta como se muestra en la figura 1.1. Con esto podemos almacenar hasta 2 Kbytes de datos. También se va a necesitar un lector que sea capaz de leer los datos almacenados en la etiqueta. Lo más normal es tener un dispositivo que tenga una o más antenas que emitan ondas de radio y que reciban las señales devueltas por la etiqueta RFID. Una vez hecho esto se puede trabajar con un ordenador sobre los datos que se han leído.

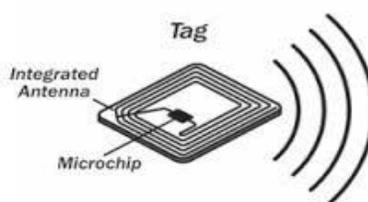


Figura 1.1 Etiqueta RFID

Los microchips en las etiquetas RFID pueden ser o bien de lectura o bien regrabables, teniendo éstos más posibilidades ya que puede variarse su información o aumentarse la misma, lo cual es muy útil para realizar seguimiento de los objetos que portan la etiqueta (estudios biométricos en animales, movimientos en las cadenas de fabricación y montaje, etc.). Las bandas de frecuencia en las que

trabajan los sistemas RFID son 125 o 134 KHz. para baja frecuencia y 13'56 para alta frecuencia, aunque pueden trabajar en muchos otros rangos de frecuencia.

### 1.1.2 Historia

El origen del RFID se remonta a la II Guerra Mundial, en la que el uso del radar permitía la detección de aviones a kilómetros de distancia, pero no su identificación. El ejército alemán descubrió que si los pilotos balanceaban sus aviones al volver a la base cambiaría la señal de radio reflejada de vuelta. Este método hacía así distinguir a los aviones alemanes de los aliados y se convirtió en el primer dispositivo de RFID pasivo. Los sistemas de radar y de comunicaciones por radiofrecuencia avanzaron en las décadas de los 50 y los 60 para tratar de identificar objetos remotamente. Las compañías pronto comenzaron a trabajar con sistemas antirrobo que usando ondas de radio determinaban si un objeto había sido pagado o no a la salida de las tiendas.

Las primeras patentes para dispositivos RFID fueron solicitadas en Estados Unidos, concretamente en enero de 1973 cuando Mario W. Cardullo se presentó con una etiqueta RFID activa, la cual disponía de una memoria reescribible. El mismo año, Charles Walton recibió la patente para un sistema RFID pasivo que abría las puertas sin necesidad de llaves. Una tarjeta con un transpondedor comunicaba una señal al lector de la puerta que cuando validaba la tarjeta desbloqueaba la cerradura.

Estos sistemas han ido evolucionando tanto en la miniaturización y automatización de los procesos de fabricación, lo cual ha llevado a una reducción del precio final, como en la capacidad de emisión y recepción, y en la distancia entre los dispositivos emisor y receptor, consiguiendo extender su uso en ámbitos tanto domésticos como de seguridad nacional, como sucede con el pasaporte expedido en la actualidad en los EEUU que lleva asociadas etiquetas RFID.

## 1.2 EL CODIGO DE BARRAS, ANTECESOR DE LA TECNOLOGIA RFID

El código de barras es la tecnología más conocida y extendida para la identificación de productos. Este código se basa en la representación mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información.

Los códigos de barras, que se usan actualmente, llevan más de 35 años en funcionamiento, pero el auge de las nuevas tecnologías pone al descubierto las muchas limitaciones de éste.(A continuación en el Anexo A.1, se enumeran las diferentes ventajas de las etiquetas RFID).



En resumen en comparación con el código de barras, la tecnología RFID resuelve casi todas las limitaciones del código de barras. El único y principal inconveniente de éstas con respecto a los códigos de barra, a fecha de hoy, es su mayor coste, aunque éste se encuentra en un continuo descenso.

### 1.3 COMO FUNCIONA EL RFID

Todo sistema RFID se compone de un interrogador o sistema de base que lee y escribe datos en los dispositivos y un "transponder" o transmisor que responde al interrogador. El interrogador genera un campo de radiofrecuencia, normalmente conmutando una bobina a alta frecuencia. Las frecuencias usuales van desde 125 KHz hasta la banda ISM de 2.4 GHz, incluso más.

El campo de radiofrecuencia genera una corriente eléctrica sobre la bobina de recepción del dispositivo como se muestra en la figura 1. 2. Esta señal es rectificadora y de esta manera se alimenta el circuito. Cuando la alimentación llega a ser suficiente el circuito transmite sus datos.

El interrogador detecta los datos transmitidos por la tarjeta como una perturbación del propio nivel de la señal. La señal recibida por el interrogador desde la tarjeta está a un nivel de -60 dB por debajo de la portadora de transmisión. El rango de lectura para la mayoría de los casos está entre los 30 y 60 centímetros de distancia entre interrogador y tarjeta.

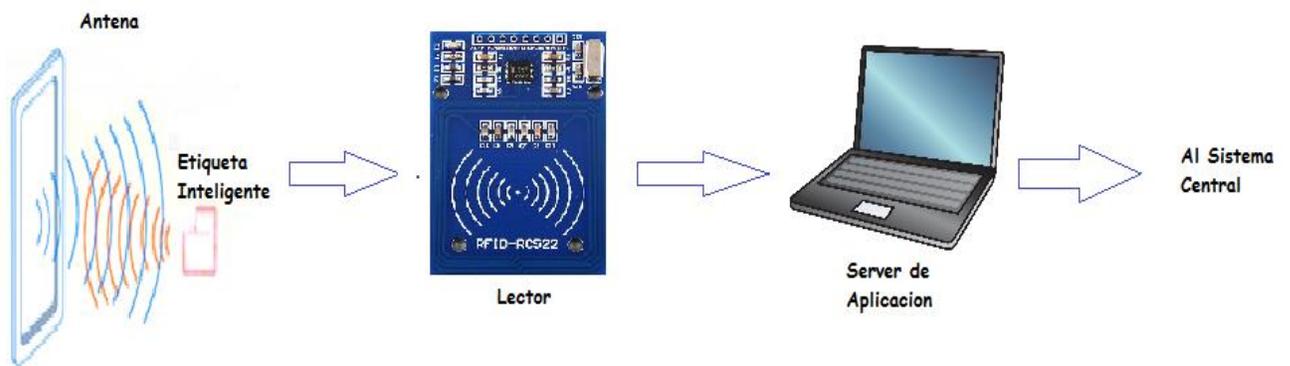


Figura 1 2 Funcionamiento de la tarjeta RFID

### 1.4. DISPOSITIVOS

En este punto se describirán los dos elementos básicos de un sistema RFID: los lectores y las etiquetas. De éstas últimas se pueden encontrar de tres tipos

diferentes: activas, semipasivas (o semiactivas, también conocidas como asistidas por batería) o pasivas.

#### 1.4.1. Lector RFID

El lector RFID es un dispositivo que emite señales de radio a una frecuencia predeterminada, con el fin de interrogar a la etiqueta RFID y obtener una respuesta. Cuando obtiene esta respuesta, convierte la señal de radiofrecuencia en un código numérico que puede ser transmitido a otros dispositivos o sistemas.

Los lectores RFID pueden variar en tamaño, funcionalidad y costo, dependiendo de su nivel de complejidad y sofisticación. En la figura 1. 3 se muestra un lector RFID.



*Figura 1.3 Lector RFID*

#### 1.4.2. Tipos de etiquetas RFID: pasivas, semipasivas y activas

Las etiquetas RFID pasivas no contienen fuente de alimentación propia, obtienen la corriente eléctrica de la señal de radiofrecuencia del lector cuando está escaneando dicha etiqueta. Gracias a esta energía, las etiquetas son capaces de transmitir una respuesta al lector. Las etiquetas pasivas, en la práctica tienen distancias de lectura que varían entre unos 10 milímetros hasta cerca de 6 metros dependiendo del tamaño de la antena de la etiqueta, de la potencia y de la frecuencia en la que opera el lector. La figura 1.4 muestra una etiqueta RFID pasiva.

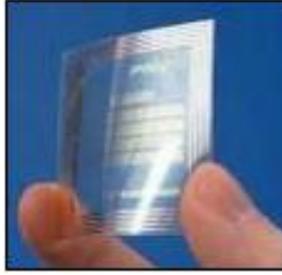


Figura 1.4 Etiqueta RFID pasiva

Las etiquetas RFID semipasivas son muy similares a las pasivas, salvo que incorporan además una pequeña batería. Esta batería permite a la etiqueta estar constantemente alimentada, eliminando la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una señal entrante.

Las etiquetas RFID semipasivas responden más rápidamente comparadas con las etiquetas pasivas. En la figura 1.5 se muestran las partes que forman una etiqueta semipasiva.

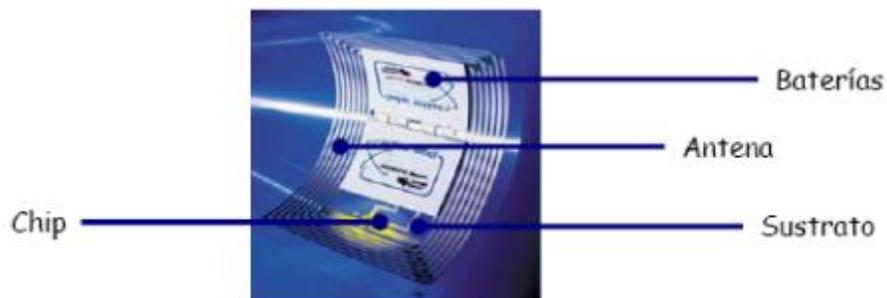


Figura 1.5 Etiqueta RFID semipasiva

Finalmente, las etiquetas RFID activas, deben tener una fuente de energía, y pueden tener rangos mayores de cobertura y memorias más grandes que las etiquetas pasivas, así como la capacidad de poder almacenar información adicional enviada por el transmisor-receptor.

Actualmente, las etiquetas activas más pequeñas tienen un tamaño aproximado de una moneda. Muchas etiquetas activas tienen rangos de cobertura de diez metros, y una duración de batería de hasta varios años. En la figura 1.6 se muestra una etiqueta RFID activa con un encapsulado en forma de llavero.



*Figura 1.6 Etiqueta RFID activa, encapsulado en forma de llavero*

## 1.5. ESTANDARIZACIÓN Y REGULACIÓN

Los estándares para RFID son un tema delicado ya que muchas aplicaciones en las que se involucran estas etiquetas inteligentes están relacionadas con los pagos o con las cadenas de producción. Los estándares para RFID tratan los siguientes temas:

- Protocolo en el interfaz aire: la forma en la que las etiquetas y los lectores se pueden comunicar.
- Contenido de los datos: organización de los datos a intercambiar.
- Conformidad: pruebas que los productos deben cumplir para estar dentro del estándar.
- Aplicaciones: cómo se pueden utilizar las aplicaciones con RFID.

La generación de estándares para RFID tiene como particularidad el conflicto entre dos organizaciones: ISO y EPC Global, con propuestas de estándares por ambas partes y ambas buscan conseguir etiquetas de bajo costo. (Los estándares para EPC se muestran en el Anexo A.2).

Por su parte, ISO ha desarrollado estándares de RFID para la identificación automática y la gestión de objetos. Existen varios estándares relacionados, como ISO 10536, ISO 14443 e ISO 15693, pero la serie de estándares estrictamente relacionada con las RFID y las frecuencias empleadas en dichos sistemas, es la serie 18000.

Por otra parte respecto la regulación de las frecuencias, no hay ninguna corporación pública global que gobierne las frecuencias usadas para RFID. En principio, cada país puede fijar sus propias reglas. (En el Anexo A.3, podemos observar las principales corporaciones que gobiernan las frecuencias de RFID.).

Las etiquetas RFID de LF (125 - 134 kHz y 140 - 148.5 kHz) y de HF (13.56 MHz) se pueden utilizar de forma global sin necesidad de licencia. La banda de UHF (868 928MHz) no puede ser utilizada de forma global ya que no hay un único estándar global (En el Anexo A.4 se muestran algunos estándares).

En México existe una tabla de asignación, con normas elaboradas por cada país, la encargada de estas normas es la COFETEL (Comisión Federal de Telecomunicaciones) e internacionalmente la IEC (International Electrotechnical Comisión), procesos que denomina la normalización de la frecuencia. (En la tabla del Anexo A.4, nos muestra los rangos de frecuencia utilizados para RFID, en sus diversas aplicaciones.)

## 1.6. LECTORES.

Los lectores también llamados readers, estos lectores envían la señal de radiofrecuencia detectada por las etiquetas, en un rango de acción determinado y existen 2 tipos: Lectores con sistema de bobina simple, Lectores con sistemas interrogadores. (Que se describen en el Anexo A.5).

Los lectores RFID constan de un transcriptor de señales de radio, el cual transmite y recibe señales de radio, tal es el caso de las tarjeas RFID, lo que el lector realiza una serie de combinaciones de sistema de radio con comunicaciones inalámbricas (Wireless), los lectores son exactos, eficientes y flexibles, con un bajo ruido de radiación, existen diferentes factores fundamentales para poder elegir un buen lector de RFID el cual cumpla con las características para poder trabajar en un lugar deseado.(En el Anexo A.5, se pueden observar estos factores.)

Los lectores cuentan con sistemas diseñados para trabajar con distintos lenguajes de programación (.Net, Java, XML, etc.) haciendo del sistema una aplicación sencilla para poder manipular los datos de lectura y escritura. En la figura 1.7.se ilustra un lector visto físicamente, en la figura1.8 el diagrama a bloques de un lector.



Figura 1.7 Lectores RFID

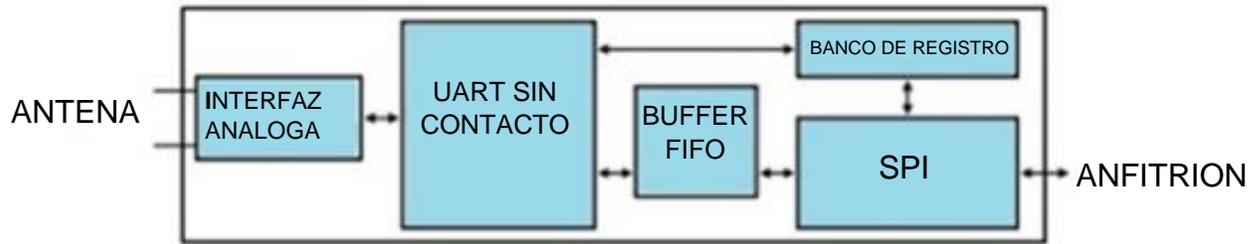


Figura 1.8 Diagrama a bloque del lector RC522

## 1.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UN SISTEMA RFID.

Tipos de comunicación.

La comunicación de un sistema RFID, se basa en la comunicación bidireccional entre un lector y una etiqueta, por medio de ondas de radio frecuencia como ya se mencionó anteriormente.

Dependiendo de la frecuencia de operación del sistema RFID se puede clasificar en dos tipos de comunicación:

- Por acoplamiento electromagnético (inductivo).
- Por la propagación de ondas electromagnéticas.

### 1.7.1 Códigos y modulación.

La transferencia de datos entre el lector y la etiqueta, en un sistema RFID, consta de tres bloques básicos:

- Lector: codifica la señal y la modula.
- Medio de transmisión: transfiere la información.
- Etiqueta: demodula la señal y la codifica.

Por lo tanto el transmisor procesa la señal y lo envía por el canal en este caso el medio el cual puede estar susceptible a ruido e interferencias y se comunica con el receptor, el cual recibe la señal y la procesa.

La modulación se deriva en tres tipos de modulado.

- AM: Modulación de amplitud.
- FM: Modulación de frecuencia.
- PM: Modulación de fase.

## 1.8 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

Descripción general de los protocolos.

Lo fundamental de la comunicación de datos es resolver el problema de llevar la información de un punto A hacia un punto B sin errores, utilizando redes con la codificación correspondiente para su transmisión. Para esto utilizamos canales de comunicación que establecen la unión entre los puntos A y B. En dichos puntos estarán los equipos transmisores y receptores de datos y sus convertidores encargados de la codificación y decodificación. Los sistemas de comunicación no responden ni reaccionan ante el contenido de la información. Un componente importante en el sistema de comunicación es el protocolo de comunicación. El protocolo de red determina el modo y organización de la información (tanto los datos como los controles) para su transmisión por el medio físico con el protocolo de bajo nivel. (En el Anexo A.6, se muestran los protocolos más comunes de red y bajo nivel)

### 1.8.1 Protocolo.

El protocolo, se define como las reglas para la transmisión de la información entre dos puntos. Un protocolo de red de comunicación de datos es un conjunto de reglas que gobierna el intercambio ordenado de datos dentro de la red. Los elementos básicos de un protocolo de comunicaciones son: un conjunto de símbolos llamados conjunto de caracteres, un conjunto de reglas para la secuencia y sincronización de los mensajes construidos a partir del conjunto de caracteres y los procedimientos para determinar cuándo ha ocurrido un error en la transmisión y como corregir el error. El conjunto de caracteres se formará de un subconjunto con significado para las personas (usualmente denominado como caracteres



imprimibles) y otro subconjunto que transmite información de control (usualmente denominado caracteres de control). Hay una correspondencia entre cada caracter y los grupos de símbolos usados en el canal de transmisión, que es determinado por el código. Muchos códigos estándar con sus respectivas equivalencias de grupos de unos y ceros (bits) han sido definidos con el paso de los años. (Anexo A.6.)

### 1.8.2 Protocolo OSI/ISO.

El término interconexión de sistemas abiertos (OSI, de Open System Interconnection) es el nombre de un conjunto de normas para comunicaciones entre computadoras. El objetivo principal de las normas OSI es contar con un lineamiento estructural para intercambiar información entre computadoras, terminales y redes. El OSI está patrocinado por ISO y también por CCITT, que trabajaron en conjunto para establecer un grupo de normas ISO y de recomendaciones CCITT que en esencia son idénticas.

### 1.8.3 Protocolo SPI

El Bus SPI (del inglés Serial Peripheral Interface, bus serial de interfaz de periférico) es un estándar de comunicaciones, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos.

El SPI fue inicialmente creado por Motorola y adoptado posteriormente por diferentes fabricantes, como Microchip y Atmel. Se trata de un enlace de datos en serie, síncrono, y que opera en modo full dúplex, es decir, las señales de datos viajan en ambas direcciones en forma simultánea.

El canal SPI fue diseñado para aplicaciones de transmisión de datos a velocidades altas (10 Mbps) y distancias cortas, del orden de 10 a 20 cms, o bien dentro de un mismo PCB (circuito impreso), entre 2 circuitos integrados como podrían ser un microcontrolador y otro dispositivo, por ejemplo, un circuito integrado con la función RFID.

Las señales de transmisión de datos y control del canal SPI, usan niveles de voltaje TTL o bien 3.3 volts, dependiendo de la tecnología de fabricación del dispositivo.

Los dispositivos SPI se comunican entre sí utilizando un bus de 4 señales

- **SCLK** (*Clock*): Es el pulso que marca la sincronización. Con cada pulso de este reloj, se lee o se envía un bit. También llamado TAKT (en Alemán).



- **MOSI** (*Master Output Slave Input*): Salida de datos del Master y entrada de datos al Slave. También llamada SIMO.
- **MISO** (*Master Input Slave Output*): Salida de datos del Slave y entrada al Master. También conocida por SOMI.
- **SS/Select**: Para seleccionar un Slave, o para que el Master le diga al Slave que se active. También llamada SSTE.

Es también posible implementar un esquema de comunicaciones SPI, utilizando 4 bits de entrada/salida de un microcontrolador junto con un firmware adecuado que maneje el protocolo SPI. A este método se le conoce como 'bit-banging'. (En el Anexo G se muestra más detalles del protocolo SPI)

#### 1.8.4 Protocolo UART

UART, son las siglas en inglés de *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*, en español: Transmisor-Receptor Asíncrono Universal, es el dispositivo que controla los puertos y dispositivos serie.

Transmisión y recepción de datos serie de los controladores disponen de hardware UART. Usa una línea de datos simple para transmitir y otra para recibir datos. Comúnmente, 8 bits de datos son transmitidos de la siguiente forma: un bit de inicio, a nivel bajo, 8 bits de datos y un bit de parada a nivel alto. El bit de inicio a nivel bajo y el de parada a nivel alto indican que siempre hay una transmisión de alto a bajo para iniciar la transmisión. Se puede utilizar a 3.3V o 5V, dependiendo de lo que el microcontrolador use. (En el Anexo A.6, se muestra más información de UART)

En la figura 1.9, se muestra la forma de conexión de los protocolos de comunicación SPI y UART en nuestro diseño. El protocolo SPI es el encargado de hacer la conexión entre el módulo RFID RC522 con el Arduino UNO y a su vez el protocolo UART es el encargado de la conexión de datos entre el Arduino Uno y la Computadora local.

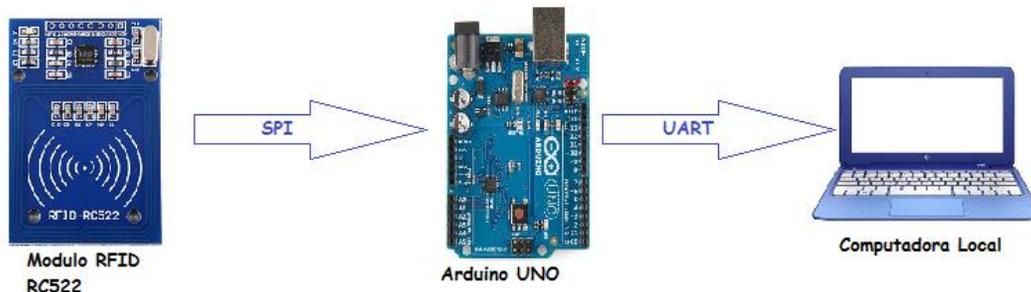


Figura 1.9 Protocolos de comunicación

## 1.9 BASES DE DATOS

### 1.9.1 Definición

Una base de datos (cuya abreviatura es *BD*) es una entidad en la cual se pueden almacenar datos de manera estructurada, como se muestra en la figura 1.10, con la menor redundancia posible. Diferentes programas y diferentes usuarios deben poder utilizar estos datos. Por lo tanto, el concepto de base de datos generalmente está relacionado con el de red ya que se debe poder compartir esta información. De allí el término base. "Sistema de información" es el término general utilizado para la estructura global que incluye todos los mecanismos para compartir datos que se han instalado.

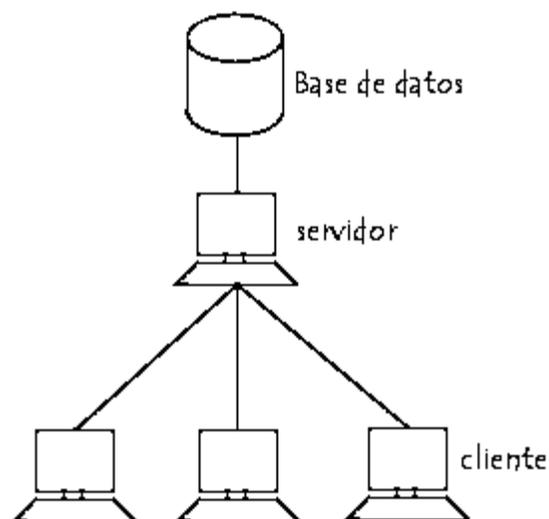


Figura 1.10 Estructura general de funcionamiento de una base de datos

### 1.9.2 Crear una base de datos

En el momento de crearla, la base de datos estará vacía, es decir, no contendrá ninguna tabla. Para crear una base de datos se usa una sentencia CREATE DATABASE.

Podemos averiguar cuántas bases de datos existen en nuestro sistema usando la sentencia SHOW DATABASES.

### 1.9.3 Crear una tabla

La sentencia CREATE TABLE que sirve para crear tablas. La sintaxis de esta sentencia es muy compleja, ya que existen muchas opciones y tenemos muchas posibilidades diferentes a la hora de crear una tabla.

En su forma más simple, la sentencia CREATE TABLE creará una tabla con las columnas que indiquemos. Podemos consultar cuántas tablas y qué nombres tienen en una base de datos, usando la sentencia SHOW TABLES.

### 1.9.4 Como hacer consultas con select

Las consultas de selección se utilizan para indicar al motor de datos que devuelva información de las bases de datos, esta información es devuelta en forma de conjunto de registros que se pueden almacenar en un objeto recordset. Este conjunto de registros es modificable. (El formato de sentencia select se muestra en el Anexo A.7).

### 1.9.5 QUERY BY SQL.

El comando QUERY BY SQL es similar al comando QUERY BY FORMULA. El comando busca registros en la tabla especificada. Modifica la selección actual de una Tabla para el proceso actual y vuelve el primer registro de la nueva selección el registro actual. (En la tabla mostrada en el Anexo A.8, se observan los parámetros de QUERY BY SQL.)

### 1.9.6 Servidor MySQL



MySQL es la base de datos más famosa de alojamiento web. Se trata de una opción poderosa y también gratis (código abierto) diseñada para funcionar con el famoso lenguaje de programación PHP. Microsoft SQL Server es muy popular en sitios web, empresas y más, pues se integra fácilmente con otros servicios de Microsoft.

### 1.9.7 WAMPServer

Es un entorno de desarrollo web para Windows con el que se podrán crear aplicaciones web con Apache, PHP, y base de datos MySQL database. También incluye PHPMyAdmin y SQLLiteManager tus bases de datos.

#### Características

Provee a los desarrolladores con los cuatro elementos necesarios para un servidor web: un sistema operativo (Windows), un manejador de base de datos (MySQL), un software para servidor web (Apache) y un software de programación script web (PHP generalmente, Python o perl), Debiendo su nombre a dichas herramientas.

#### Utilidad

El uso de WAMP permite servir paginas HTML a internet, además de poder gestionar datos en ellas, al mismo tiempo WAMP, proporciona lenguajes de programación para desarrollar aplicaciones web.

Un servidor local nos permite acceder a una aplicación situada en un algún directorio de nuestro disco duro a través del navegador como si se tratase de cualquier sitio web, pero al que solo vamos a poder acceder desde nuestra pc.

En nuestro caso el WAMPserver lo utilizamos como servidor en donde subimos nuestra base de datos creada en MySQL.

### 1.9.8 SQLyog Ultimate

A nivel teórico, existen dos lenguajes para el manejo de bases de datos:

- DDL (Data Definition Language) Lenguaje de definición de datos. Es el lenguaje que se usa para crear bases de datos y tablas, y para modificar sus



estructuras, así como los permisos y privilegios. Este lenguaje trabaja sobre unas tablas especiales llamadas *diccionario de datos*.

- DML (Data Manipulation Language) lenguaje de manipulación de datos. Es el que se usa para modificar y obtener datos desde las bases de datos.
- SQL engloba ambos lenguajes DDL+DML, ambos forman parte del conjunto de sentencias de SQL.

## 1.10 INTERFAZ GRAFICA

En los sistemas informáticos, la relación humano-computadora se realiza por medio de la interfaz, que se podría definir como mediador. Cuando existen dos sistemas cualesquiera que se deben comunicar entre ellos la interfaz será el mecanismo, el entorno o la herramienta que hará posible dicha comunicación.

### 1.10.1 Definición

(Graphic User Interface o Interfaz Gráfica de Usuario). Conjunto de formas y métodos que posibilitan la interacción de un sistema con los usuarios utilizando formas gráficas e imágenes. Con formas gráficas se refiere a botones, íconos, ventanas, fuentes, etc. los cuales representan funciones, acciones e información. (En el Anexo A.9, podemos observar los tipos de interfaz)

Los programas gráficos, realizan acciones sólo cuando ocurren ciertos eventos provocados por el usuario (como hacer clic en un botón, o escribir algo en una casilla de texto), y el resto del tiempo se queda esperando que algo ocurra, sin hacer nada. El programa no tiene control sobre cuándo debe hacer algo.

Para poder realizar una interfaz gráfica de usuario, se necesita un lenguaje de programación que tenga el nivel necesario, no solo para realizar eventos cuando el usuario lo requiera, si no también pueda enlazar bases de datos y crear un ambiente amigable y fácil de entender.

## 1.11 LENGUAJES DE PROGRAMACION

### 1.11.1 Definición

Los lenguajes de programación son herramientas que nos permiten crear programas y software. Entre ellos tenemos Delphi, Visual Basic, C++, Java, C#, VisualFoxPro etc. Una computadora funciona bajo control de un programa el cual



debe estar almacenado en la unidad de memoria; tales como el disco duro.

Los lenguajes de programación de una computadora en particular se conocen como código de máquinas o lenguaje de máquinas.

### 1.11.2 Lenguaje c#.

Es un lenguaje de propósito general diseñado por Microsoft para su plataforma .NET. Este lenguaje fue diseñado específicamente para ser utilizado en la plataforma .NET. C# carece de elementos heredados innecesarios en .NET. Por esta razón C# es el lenguaje nativo de .NET.

La sintaxis y estructura de C# es muy similar a la de C++, ya que la intención de Microsoft con C# es facilitar la migración de códigos escritos en estos lenguajes a C# y facilitar su aprendizaje a los desarrolladores.

En resumen C# es un lenguaje de programación que toma las mejores características de lenguajes preexistentes como Visual Basic, Java o C++ y las combina en uno solo. El hecho de que este lenguaje sea reciente no significa que sea inmaduro. (En el Anexo A.10, se pueden ver las características del lenguaje C#)

## 1.12 VISUAL STUDIO.NET

### 1.12.1 Definición

Visual Studio .NET es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la construcción de aplicaciones Web ASP, servicios Web XML, aplicaciones para escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic .NET, Visual C++ .NET, Visual C# .NET y Visual J# .NET utilizan el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), que les permite compartir herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes. Asimismo, dichos lenguajes aprovechan las funciones de .NET Framework, que ofrece acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones Web ASP y servicios Web XML.

### 1.12.2 CONECTARSE A UNA BASE DE DATOS MYSQL DESDE VISUALSTUDIO.NET

Una de las maneras de establecer una conexión de base de datos desde la plataforma .Net es mediante ODBC el cual es un estándar de la industria para acceder a una base de datos. (En el Anexo A.11, se muestra el flujo de control de MySQL)



### 1.12.3 ODBC

Conectividad Abierta de Base de Datos (Open Data Base Connectivity.). El propósito de esta capa es traducir las consultas de datos de la aplicación en comandos que el DBMS entienda. Para que esto funcione tanto la aplicación como el DBMS deben ser compatibles con ODBC, esto es que la aplicación debe ser capaz de producir comandos ODBC y el DBMS debe ser capaz de responder a ellos. Desde la versión 2.0 el estándar soporta SAG (SQL Access Group) y SQL.

El software funciona de dos modos, con un software manejador en el cliente, o una filosofía cliente-servidor. En el primer modo, el driver interpreta las conexiones y llamadas SQL y las traduce desde el API ODBC hacia el DBMS. En el segundo modo para conectarse a la base de datos se crea una DSN (Data Source Name, en español, Nombre Fuente de datos o Nombre de origen de datos) dentro del ODBC que define los parámetros, ruta y características de la conexión según los datos que solicite el creador o fabricante.

### 1.13 LA LLEGADA DE ARDUINO

Basado en la línea de microcontroladores Atmel AVR de 8 bits, la configuración de sus pines análogos, digitales y otros, se convirtió en un peculiar footprint que ha llegado a ser un estándar de la industria. Es una plataforma de desarrollo sólida, tanto para los hackers de hardware con experiencia como para principiantes.

Arduino no está realmente en el hardware, sino en el software el IDE de Arduino. Si bien hay muchas otras plataformas que ofrecen una funcionalidad similar, el Arduino ha logrado, de mejor manera, empaquetar los complejos y desordenados detalles de la programación de microcontroladores, en un paquete fácil de usar. En la figura 15 se muestra en físico un modelo de Arduino.





*Figura 1.11 Arduino UNO*

## 1.14 PUERTOS SERIE.

Un puerto serie o puerto serial es una interfaz de comunicaciones de datos digitales, frecuentemente utilizado por computadoras y periféricos, donde la información es transmitida bit a bit enviando un solo bit a la vez, en contraste con el puerto paralelo que envía varios bits simultáneamente.(Anexo A.12).

Ubicación en el sistema informatico

Se ubican en la parte trasera del case, podremos identificar estos puertos por los nombres COM 1, COM 2, COM 3. La cantidad de puertos de serie dependen de la tarjeta, ya que hay algunas tarjetas que son capaces de tener 4 u 8 puertos.



Posteriormente se hace una requisición al CADIT (Centro Autorizado de Distribución Insumos Terapéuticos), en el cual a través de un sistema llamado Sistema de Atención Rápida a Solicitud de Servicios, llega una alerta de requisición en el cual verifica si los requisitos están completos en el sistema y así poder enviar el medicamento al servicio requerido. Esto se muestra en la imagen 2.2.

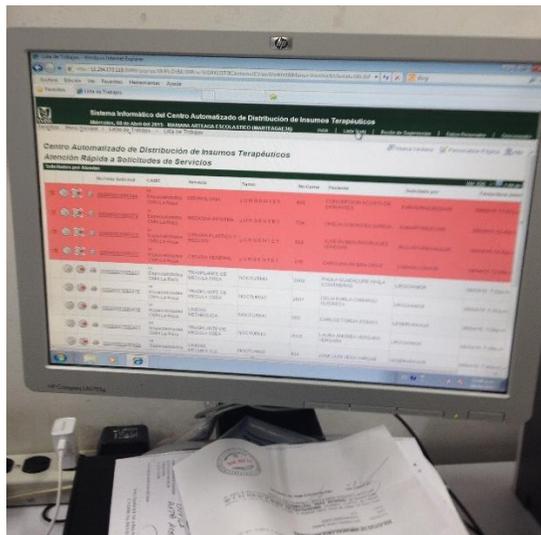


Imagen 2.2 Sistema de Atención rápida a solicitudes de servicio

Como se puede observar en la imagen 2.3, se muestra el formato que recibe el CADIT para poder surtir el medicamento necesario

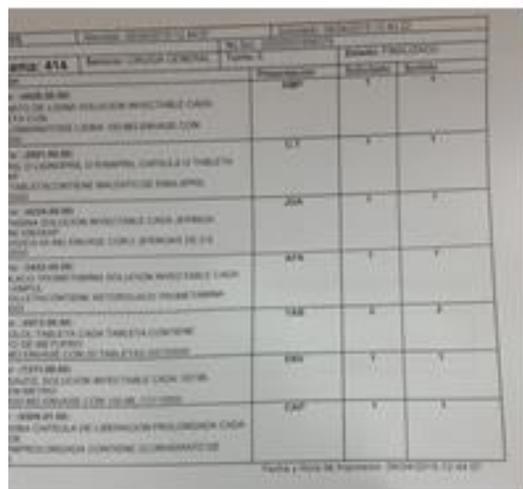
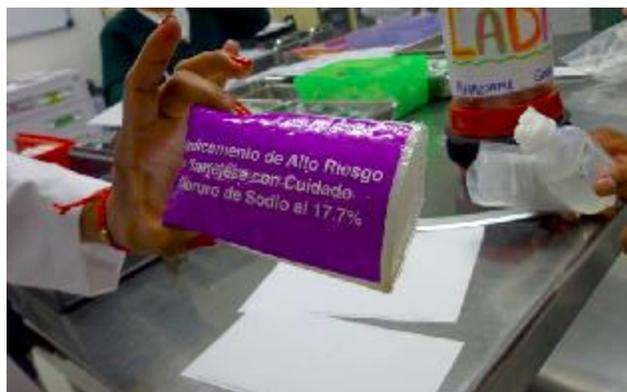


Imagen 2.3 Formato de CADIT

Después de que ha sido aprobada la requisición es surtida por personal de CADIT y guardada en una sponge-bag o costalito que es una bolsilla especial para evitar que alguno de los medicamentos que se envía sufra algún daño. Como se muestra en la imagen 2.4.



*Imagen 2.4 Sponge-bag o costalito*

Posterior a este proceso la bolsilla es guardada en la capsula para su envío a través del sistema de distribución hasta el piso de donde llegó la requisición del medicamento, esto se puede observar en las siguientes imágenes, en la imagen 2.5 se muestra el llenado de la capsula con la sponge-bag, y en la imagen 2.6 observamos la inserción de la capsula en el sistema.



*Imagen 2.5 Llenado de capsula*

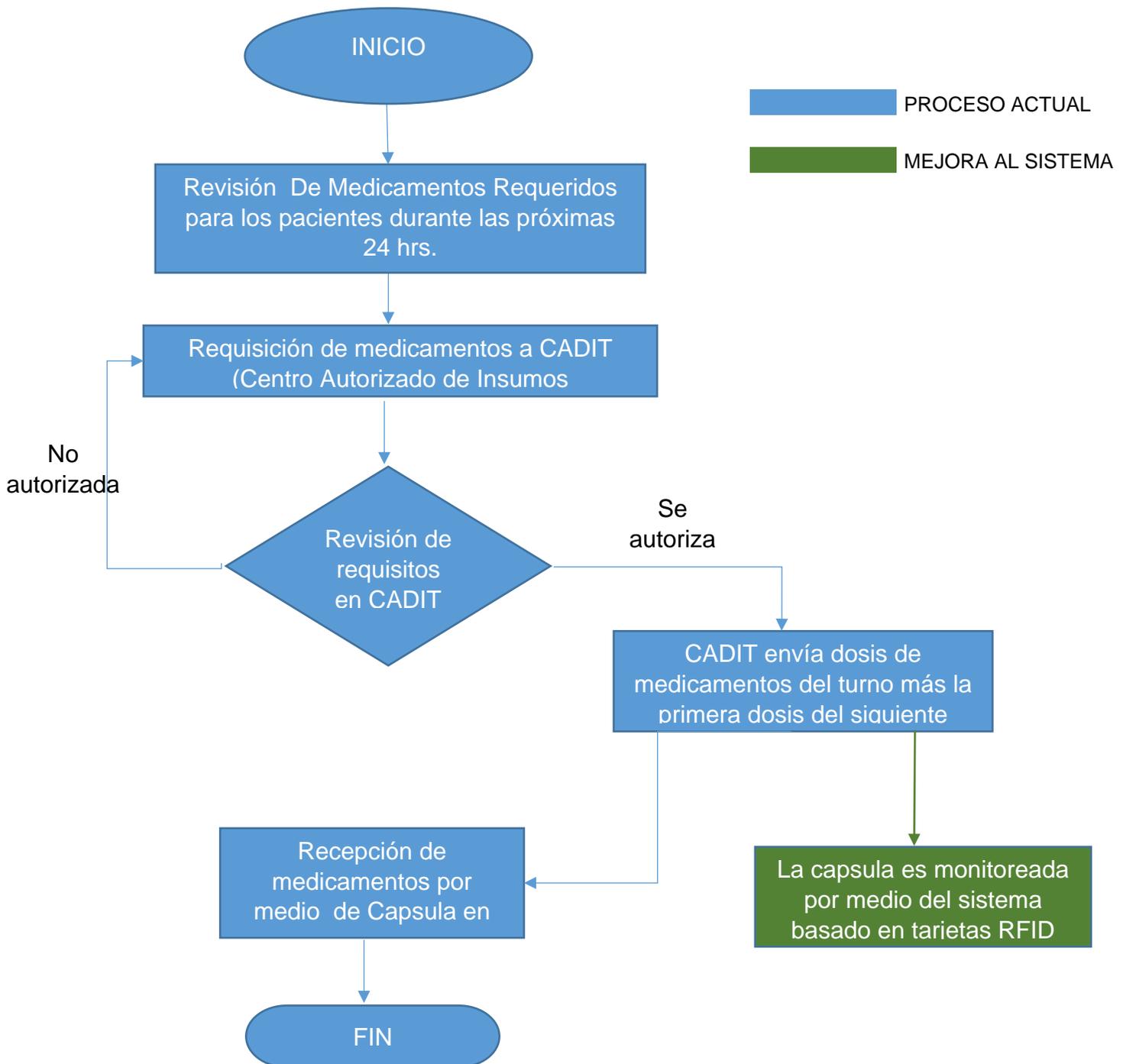


*Imagen 2.6 Envío de capsula*

Sin embargo el problema que existe en este tipo de sistemas de distribución es que en algunas ocasiones la capsula no llega al servicio que fue requerido, por diferentes causas como lo son, que se quede atorada en el mismo sistema o en su caso que llegue a un piso donde no fue requerido y aun así la capsula sea extraída del sistema ocasionando la pérdida del medicamento.

En el esquema 1, se muestra la forma de trabajo actual y la mejora que estamos diseñando para un traslado óptimo de los medicamentos desde CADIT hasta la especialidad que lo requiera.

Esquema 1. Proceso actual.



## 2.2 DISPOSITIVO DE HARDWARE.

A partir del esquema 1 antes mencionado se propone un diseño de mejora para el sistema de distribución de medicamentos en el cual se utiliza el módulo RFID RC522.

El módulo RFID RC522 tiene las siguientes especificaciones:

Modelo: RC522, de lectura-escritura de datos, basado en el chip MFRC522 de

NXP Semiconductors. Incluye 2 tags: uno del tipo llavero y otro del tipo tarjeta y 2 conectores de 8x. En la tabla 2.1, que se muestra a continuación se muestran las características del RC522.

Tabla 2.1. Características del módulo RFID RC522

<b>Características</b>	
<b>Distancia aproximada de detección del tag</b>	5 cms.
<b>Voltaje</b>	3.3 volts, @ 13 ma.
<b>Corriente máxima</b>	30 ma
<b>Especificación del tag</b>	Mifare MF1S503, con 1 Kb de EEPROM
<b>Frecuencia de operación</b>	13.56 MHz
<b>Interfaz</b>	Conector header de 8 pines, SPI, con velocidad hasta 10 Mbps.
<b>Temperatura de operación</b>	-20 a +60 grados C.
<b>Dimensiones</b>	40 x 60 mm.

El módulo utiliza 3.3V como voltaje de alimentación y se controla a través del protocolo SPI, por lo que es compatible con casi cualquier microcontrolador, Arduino o tarjeta de desarrollo.

El RC522 utiliza un sistema avanzado de modulación y demodulación para todo tipo de dispositivos pasivos de 13.56Mhz. El dispositivo maneja el ISO14443A y soporta el algoritmo de encriptación Quick CRYPTO1 y MIFARE.





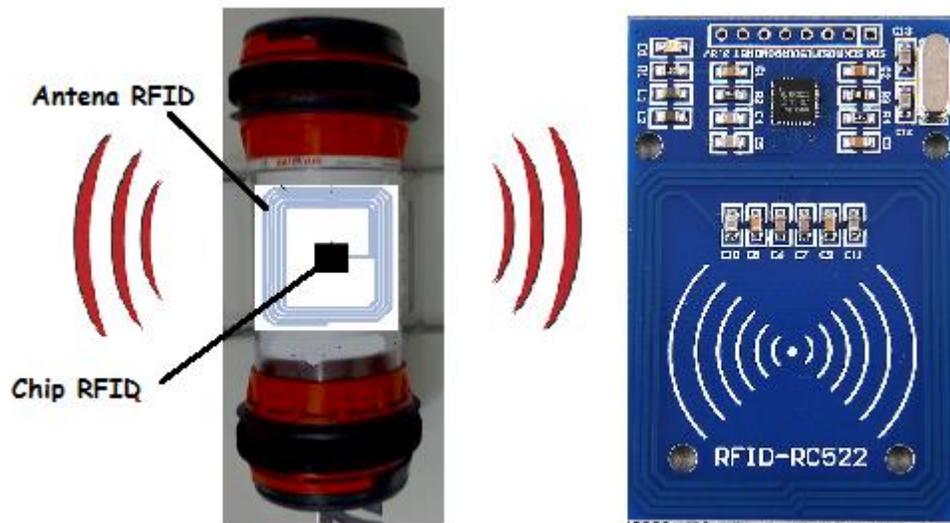


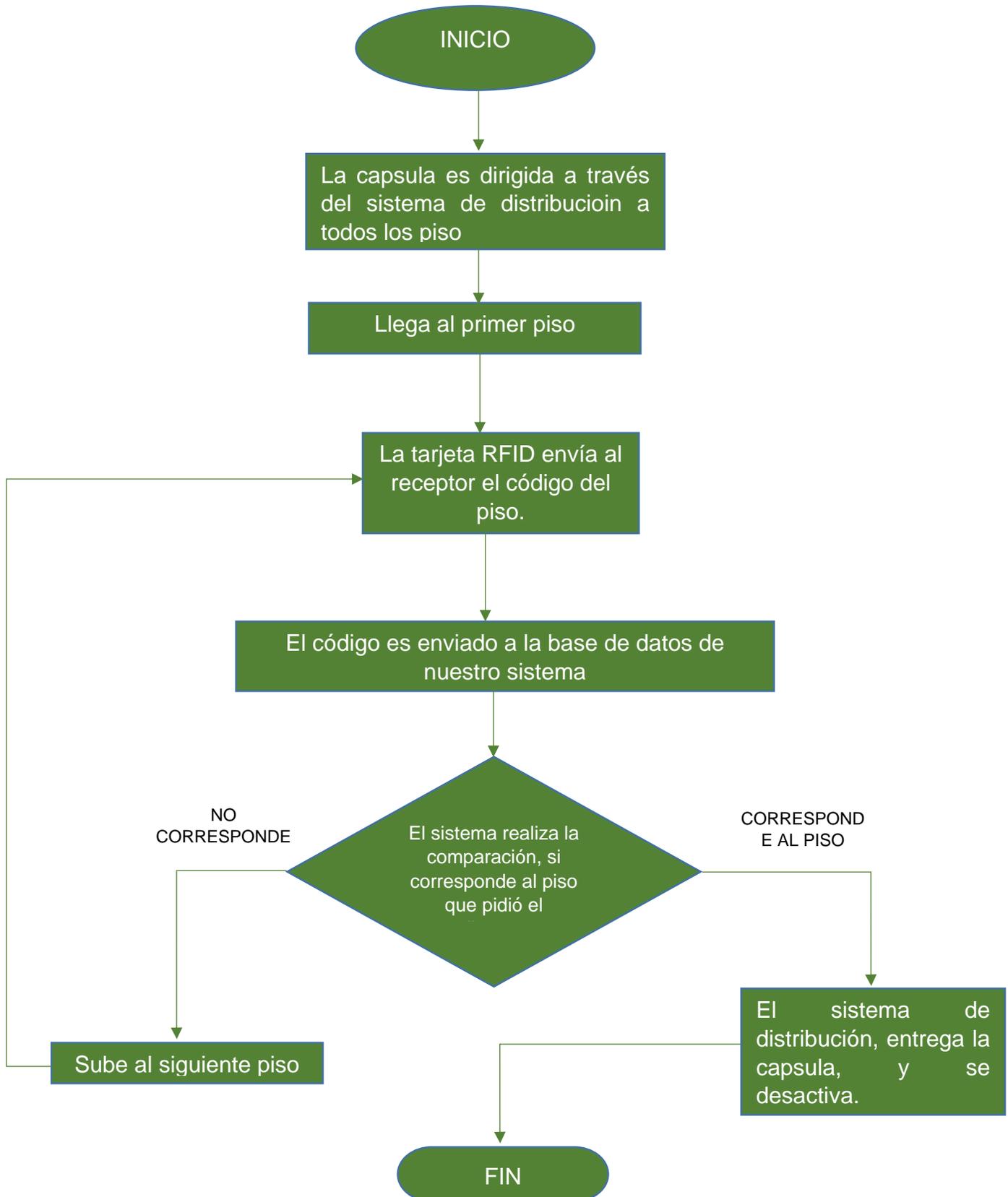
Figura 2.3 Montaje de etiqueta RFID en capsula y transmisión de datos

Este sistema contará con una base de datos en la que se mostrará la especialidad de donde fue requerido el medicamento así como la fecha, hora y personal autorizado, las tarjetas RFID irán montadas sobre cada una de las capsulas para su detección con la cual se podrá conocer la ubicación de la capsula en el caso de que llegara a quedar atorada y en caso de ser sustraída del sistema saber que personal y de que piso fue obtenida.

En el esquema 2, se muestra el diseño del sistema de mejora que consiste básicamente en el desarrollo de un software (base de datos) y un hardware (RC522) que será montado en el proceso actual.

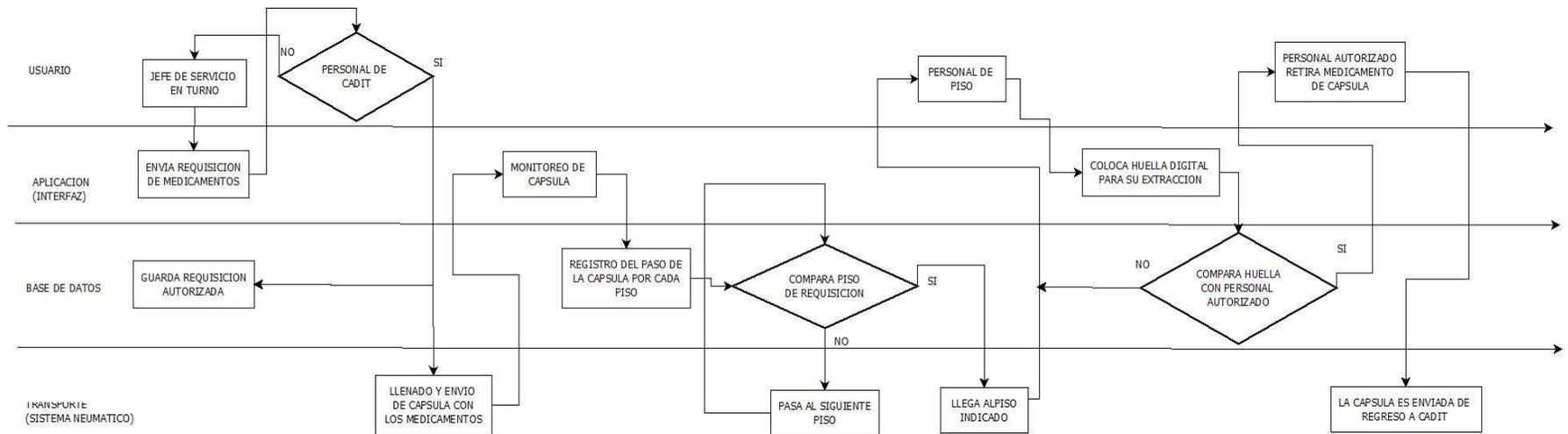
### 2.3.1 SISTEMA A IMPLEMENTAR

#### ESQUEMA 2. SISTEMA A IMPLEMENTAR



### 2.3.2 proceso de interacción entre usuario y sistema.

Esquema 3. Proceso de interacción entre usuario y sistema.



En el esquema 3 se puede observar las diferentes etapas del sistema propuesto en donde se muestra la interacción del usuario con los procesos ligados al paso de la capsula desde que se hace la requisición de medicamento hecha por la jefe de enfermeras de piso, la autorización de requisición y él envío de la capsula hecho por el CADIT, hasta llegar al piso adecuado.

## CAPITULO 3. DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE.

Como se ha planteado en el capítulo anterior, nuestra investigación propone el diseño de una aplicación la cual nos permitirá llevar un control administrativo de los medicamentos por lo cual en este capítulo se abordara el desarrollo para la implementación del software y hardware que darán la solución al problema existente.

### 3.1 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

El diseño de la base de datos para el sistema propuesto se basó en los servicios que se encuentran en el hospital, considerando que a cada servicio le corresponde una capsula la cual llevará su propio TAG.

En nuestra base de datos se crearon dos tablas; una que nos indica la relacion del servicio con el personal a cargo y la capsula que pertenece al mismo. Asi como un registro del servicio que hizo extraccion de la capsula. Como se puede observar en la Figura 3.1.

<input type="checkbox"/>	Piso	Empleado	Especialidad	Capsula	Extracción
<input type="checkbox"/>	1	ARACELI	NEUROLOGIA	8B249C	Si
<input type="checkbox"/>	2	KAREN	ANGIOLOGIA	5310F7	No
<input type="checkbox"/>	3	GABRIELA	CARDIOLOGIA	F311CA	Si
*	(Auto)	(NULL)	(NULL)	(NULL)	(NULL)

Figura3.1 Tabla de servicios (Reporte)

La segundo tabla de nuestra base de datos Figura 3.2 nos servira para almacenar los datos del monitoreo de la capsula, esta tabla nos muestra el numero identificador de capsula, el servicio a donde llegó así como la fecha y hora en las que se hizo la lectura en ese piso.

<input type="checkbox"/>	IdPiso	IdCapsula	Fecha
<input type="checkbox"/>	1	8B249C	04/07/2015 21:29:37
<input type="checkbox"/>	1	5310F7	05/07/2015 12:05:32 p. m.
<input type="checkbox"/>	2	5310F7	05/07/2015 12:05:32 p. m.
<input type="checkbox"/>	3	5310F7	05/07/2015 12:05:32 p. m.
<input type="checkbox"/>	1	F311CA	05/07/2015 12:05:56 p. m.
<input type="checkbox"/>	2	F311CA	05/07/2015 12:05:56 p. m.

Figura 3.2 Tabla de monitoreo

Para el control e identificación de cada capsula se implementó la tecnología de identificación mediante radiofrecuencia (RFID) y ésta fue utilizada para realizar las consultas con nuestra base de datos.

Para que pueda existir una comunicación facil y amigable con el usuario, o en este caso con el usuario, se diseñó una interfaz gráfica, la cual va a poder ser manejada facilmente por el personal existente en la institucion.

### 3.2 DISEÑO DE LA APLICACIÓN

Para que solo puedan visualizar la informacion recopilada las personas autorizadas por el hospital, se diseñó la interfaz de administrador; en esta aplicación se va a poder visualizar el viaje de la capsula a traves de los pisos o servicios, hasta su destino.

#### 3.2.1 INTERFAZ DE ADMINISTRADOR

Esta interfaz está diseñada para que solo pueda tener acceso el administrador del sistema, esta persona va a tener acceso a infomacion que le puede ayudar a la toma de decisiones.

El sistema está diseñado para monitorear el paso de la capsula por los distintos servicios y así llevar un control adecuado, ésto integrando tecnología de identificacion única con radiofrecuencia.

Pantalla Principal:

En la ventana principal de nuestra interfaz se pueden observar diferentes botones y menus, los cuales tienen una funcion diferente y van a permitir al usuario realizar diferentes tareas, dependiendo de que es lo que se le esté solicitando. Esta ventana contiene los siguientes menus:

- *Acceso al sistema*
- *Menú Envío a Servicios*
- *Estado de capsula*
- *Menú Reporte*

En la figura 3.3 podemos observar la ventana principal de Administración de capsulas

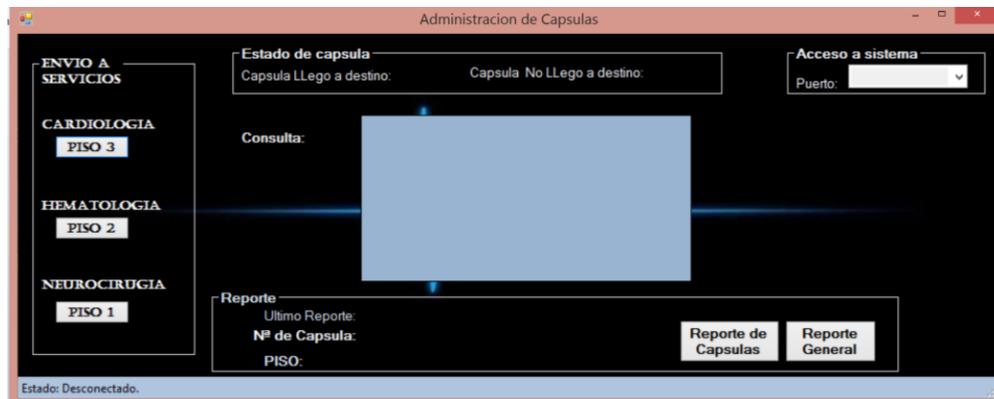


Figura 3.3 Acceso al sistema

### 3.2.1.1 Acceso al sistema

Este menu nos va a permitir configurar el puerto serial para activar el lector RFID, mostrandonos los diferentes puertos COM que hay en nuestro equipo, tal como se muestra en la figura 3.4, y así obtener una conexión para poder comunicarnos utilizando el protocolo UART. Este menu es el mas importante, ya que si no existe una comunicación satisfactoria, no se podria tener acceso al sistema, ni a la lectura de la señal de la TAG.

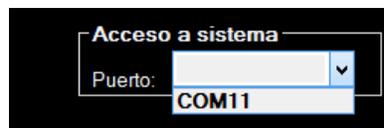


Figura 3.4 Configuración de puerto

Para comprobar que sí exista comunicación, en la barra inferior de nuestra pantalla principal se muestra el estado de nuestro puerto el cual nos indica si nuestro dispositivo se encuentra conectado o no, como se muestra en la figura 3.5.

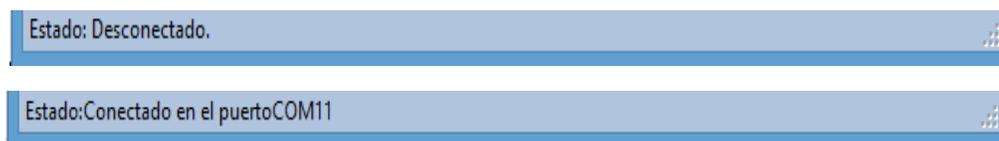


Figura 3.5 Estados de puerto

### 3.2.1.2 Menú Envío a Servicios

Como nuestro sistema es una simulación, lo diseñamos con un solo lector, sin embargo en una implementación cada piso o servicio contarían con uno; si el hospital contara con 10 pisos, el número de los lectores sería de 10.

Este menú permite al administrador cambiar el número de piso del lector. Es decir, simula el viaje de la capsula a través de los servicios, como si estuviera un lector de TAG en cada uno de ellos.

Después de leer la TAG, damos click en el primer piso y así sucesivamente, hasta que el sistema mande un mensaje el cual nos informara que la capsula ha llegado a su destino.

La figura 3.6 muestra 3 diferentes servicios o pisos con los que cuenta un hospital.

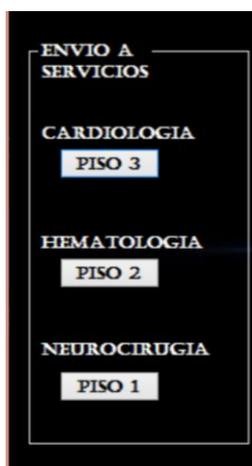


Figura 3.6 Menú envío a servicios

### 3.2.1.3 Estado de capsula.

La tarea principal de ésta barra, es mostrar si la capsula ha llegado al destino solicitado, o en su defecto no llegó al destino que le corresponde. Si la capsula llego a su destino, se encenderá un cuadro azul, por el contrario, si la capsula no llego al destino, se encenderá un recuadro rojo (fig, 3.7.). Esta barra de estado es importante sobre todo para la persona que desea conocer toda la información con respecto al destino final de la capsula con el medicamento.

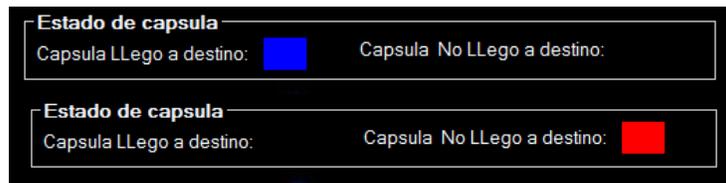


Figura 3.7 Estado de capsula

### 3.2.1.4. Menú Reporte

Dentro de este menú, podemos identificar el número de capsula que ha sido enviada así como el piso en el cual se encuentra. Es decir, con este menú podemos visualizar los reportes que se generan al paso de la capsula por cada piso. Ver figura 3.8



Figura 3.8 Menú Reporte

Al dar click al botón de Reporte General  los datos guardados, como lo son: piso, numero de capsula y la fecha en que se originaron se podrán visualizar fig. 3.9. Es decir muestra un historial de los pisos que han recorrido todas las capsulas y como referencia, se muestra la fecha.

	IdPiso	IdCapsula	Fecha
▶	3	F311CA	10/07/2015 03:10:23 p. m.
	2	F311CA	10/07/2015 03:10:23 p. m.
	2	F311CA	10/07/2015 03:10:23 p. m.
	1	F311CA	10/07/2015 03:10:23 p. m.
	2	5310F7	10/07/2015 03:07:40 p. m.
	1	5310F7	10/07/2015 03:07:40 p. m.

Figura 3.9 Reporte general

El segundo botón con el que cuenta éste menú, es el de Reporte de Capsulas  al dar click sobre éste podemos acceder a la base de datos que cuenta con todos los movimientos en pisos que han llevado a cabo cada una de las capsulas existentes en CADIT. Se abre una nueva interfaz, en la cual encontraremos diferentes botones. Ver figura 3.10

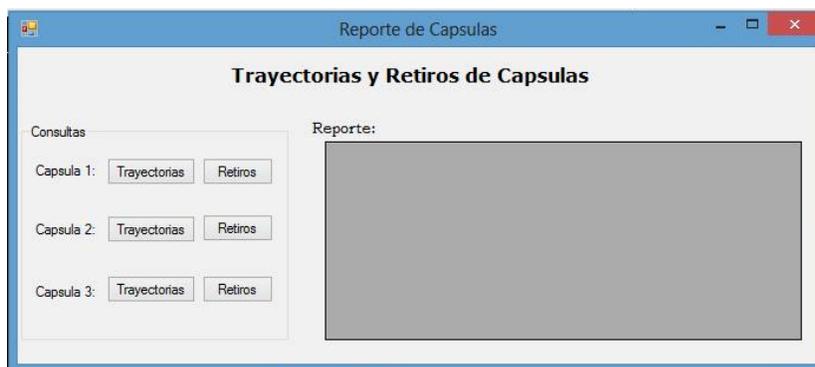


Figura 3.10 Reporte de capsulas

La interfaz está diseñada con el objetivo de realizar consultas de una capsula en específico. Como se puede ver en la figura 3.10, la interfaz cuenta con diferentes botones, estos nos van a permitir seleccionar número de capsula de la que queremos obtener su registro o información.

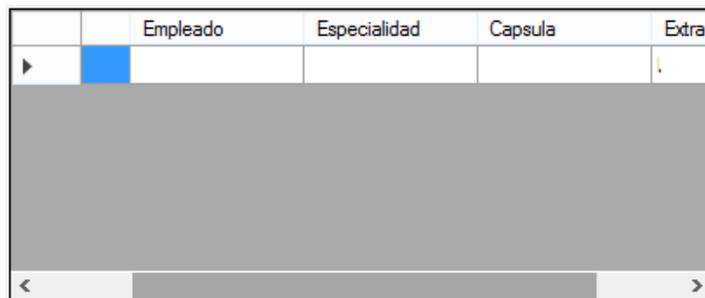
Si damos click sobre el botón , éste mostrará una tabla (fig. 3.11), la cual contiene número de piso, numero de la capsula que se está consultando y la fecha. Esto se mostrara de acuerdo al número de capsula que elija consultar el administrador.



	IdPiso	IdCapsula	Fecha
▶			

Figura 3.11 Registro de trayectorias de la capsula

En el botón  vamos a poder visualizar toda la información sobre el retiro de la capsula (fig. 3.12), el empleado que la retiró, el servicio o especialidad a la que llegó, el número de capsula y si se realizó su extracción o no.



	Empleado	Especialidad	Capsula	Extrac
▶				
[Redacted content]				

Figura 3.12 Registro de retiros de capsula

El administrador es el que va a poder manipular los datos que se muestran en las tablas anteriores. Y para que la aplicación pueda ser manipulada fácilmente se diseñó una interfaz de usuario, la cual se describe a continuación.

### 3.2.2 INTERFAZ DE USUARIO

En la figura 3.13 se muestra el menú que el usuario podrá ocupar para el control de personal para sustraer la capsula del sistema, ya que solo personal autorizado que se encuentre en la base de datos podrá extraer la capsula con el medicamento, en caso de que el empleado no tenga autorización se le negará el acceso al sistema.

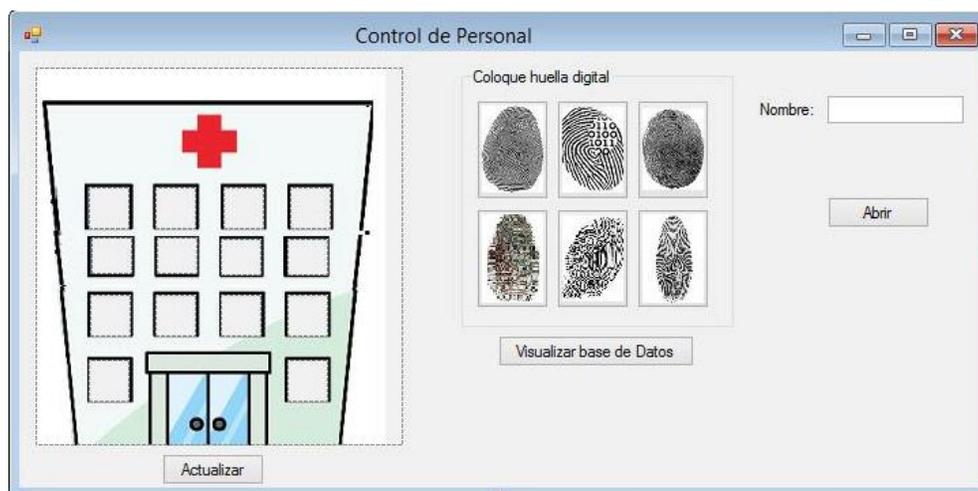


Figura 3.13 Interfaz de usuario

En la figura 3.14 podemos observar que se hizo un cambio en la figura del hospital, que es una alerta que se muestra en las últimas tres ventanas de color verde y en una de ellas una Figura de una capsula, esto quiere decir que la capsula se encuentra en el piso 3, lista para ser retirada del sistema por el personal autorizado de piso.

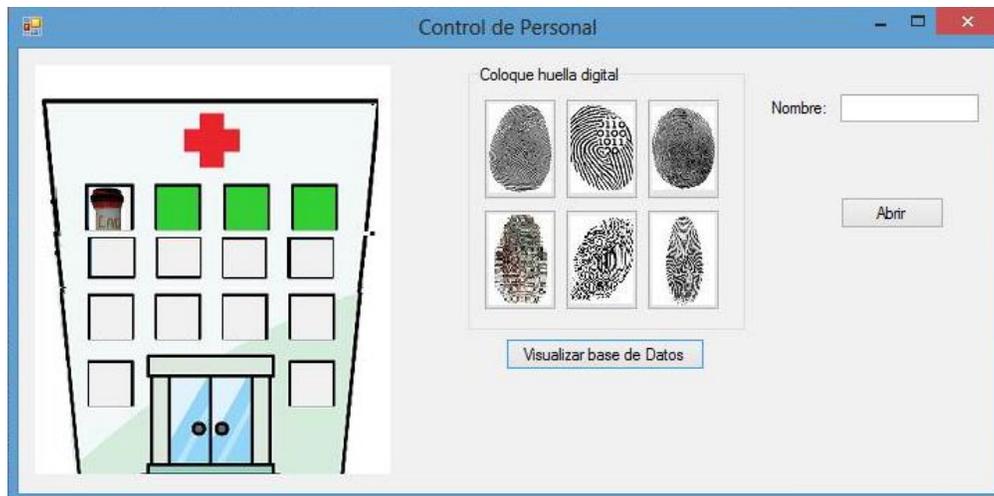


Figura 3.14 Alerta de capsula en piso

Para hacer la sustracción de la capsula el usuario debe colocar su huella y el sistema la leerá y comparará con alguna de la base de datos para cortejar los datos correspondientes y se mostrara el nombre del usuario en la ventanilla derecha, como se muestra en la figura 3.15.

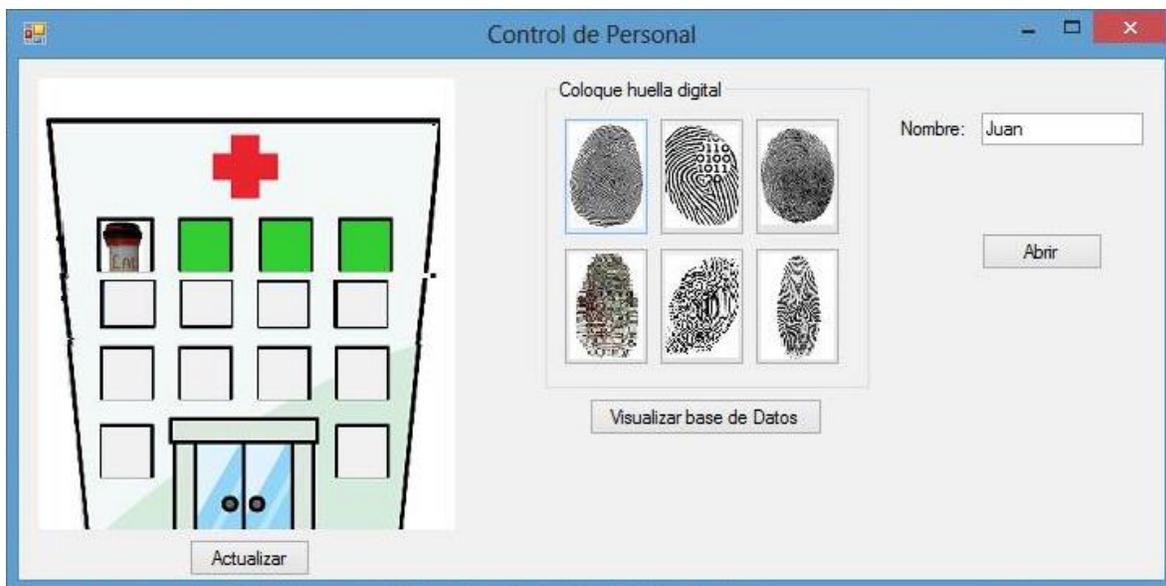


Figura 3.15 Verificación de personal

En el caso de que el personal que puso su huella no sea permitido el sistema le enviara el siguiente letrero que se observa en la figura 3.16, por lo cual no podrá sustraer la capsula del sistema por lo que deberá ser solo personal autorizado.

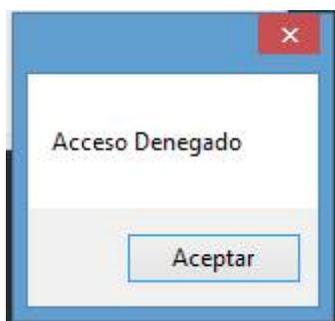


Figura 3.16 Huella incorrecta

Otro caso sería cuando se presiona la huella numero dos muestra el nombre de Araceli que aunque está en la base de datos no es la encargada del piso al que llegó la capsula, por lo cual tampoco se permitirá abrir el sistema para que se retire la capsula. El sistema envía un mensaje que informará al personal que no está autorizado para realizar la sustracción de la capsula en dicho piso. Ver figura 3.17.

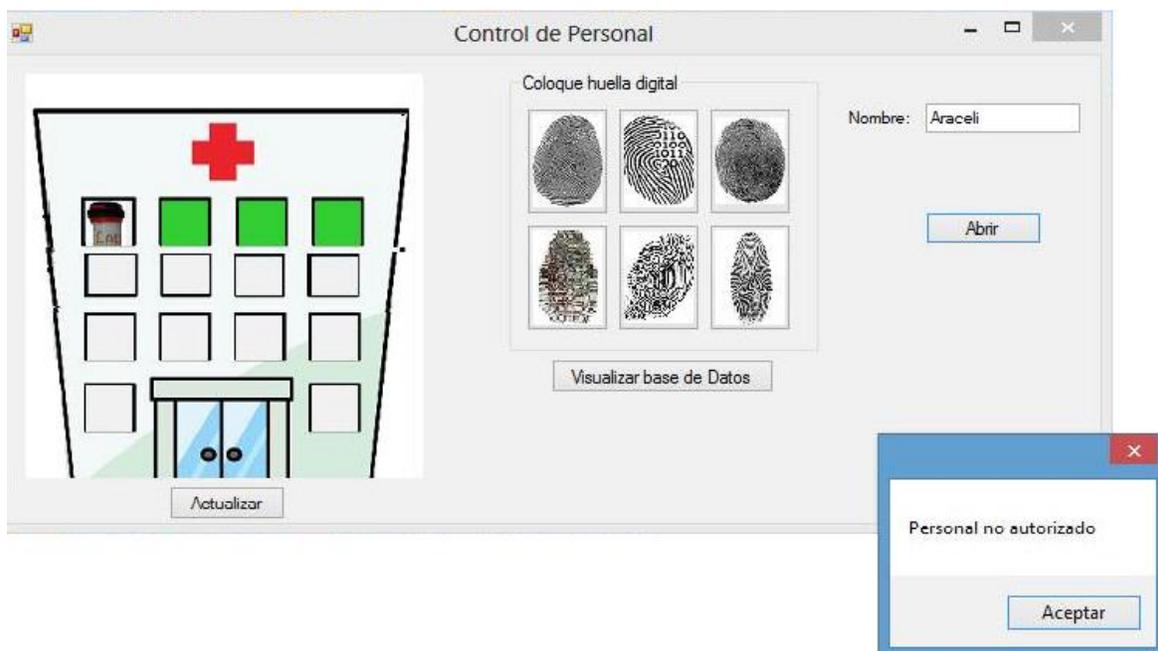


Figura 3.17 Personal no autorizado en piso

En el momento que se presiona la huella correcta y se tiene el nombre del personal autorizado el sistema envía otro letrero que aprueba la extracción de la capsula, como se muestra en la figura 3.18.

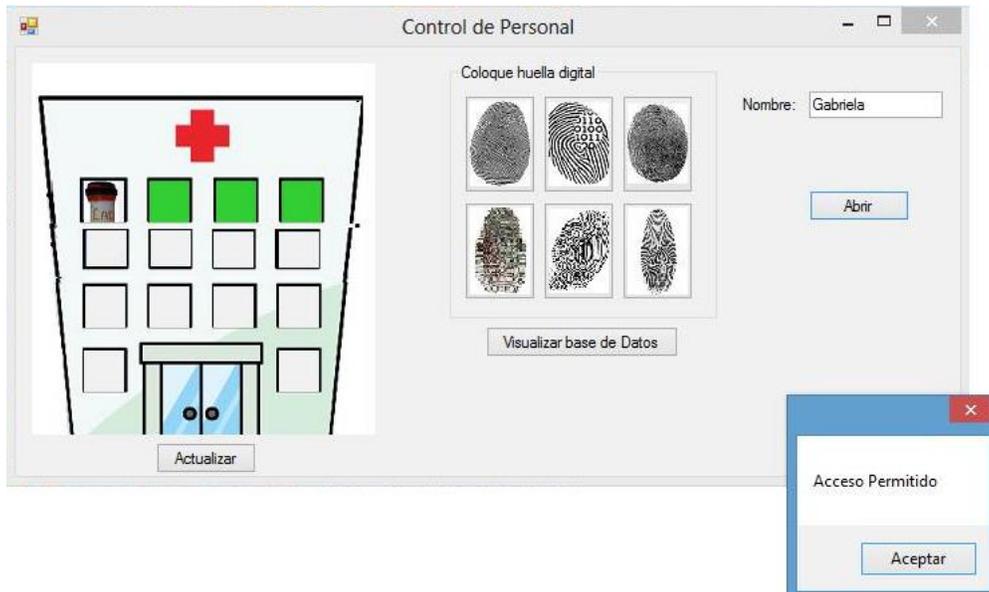


Figura 3.18 Acceso permitido

En ese momento se hace un registro automático en la base de datos en donde hay una columna llamada extracción en donde se marca con un “SI” que la capsula ha sido extraída por el personal autorizado. Si se desea consultar la base de datos esta solo puede ser vista por usuarios autorizados por lo que el sistema envía un mensaje como el que se observa en la figura 3.19.



Figura 3.19 Acceso a base de datos

En caso de querer acceder un usuario incorrecto se mostrara un letrero que nos indica que el usuario es incorrecto o no está autorizado, como se muestra en la figura 3.20.



Figura 3.20 Usuario incorrecto para base de datos

En la Figura 3.21, se muestra si lo que ha sido accedido como contraseña es incorrecto y envía un letrero de aviso al usuario para que este la pueda corregir.



Figura 3.21 Contraseña incorrecta

En cuanto los campos de usuario y contraseña han sido ingresados correctamente el personal puede ver la base de datos que se ha generado hasta ese momento en el que ha sido solicitado el reporte. Como se puede observar en la figura 3.22.

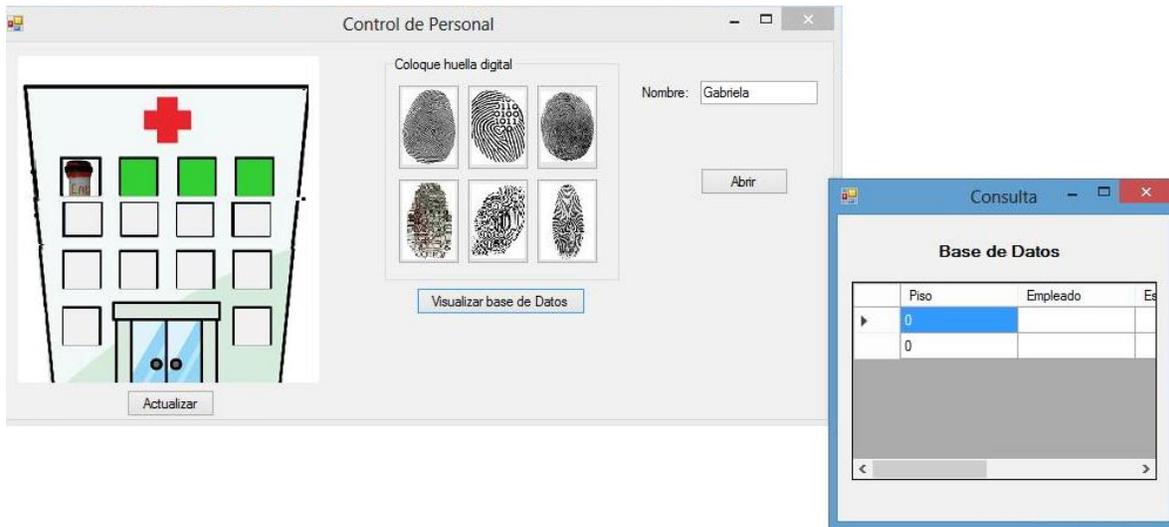


Figura 3.22 Consulta de base de datos

### 3.3 DESARROLLO DE HARDWARE

Para darle solución al problema actual se propone implementar los módulos RFID en el sistema de distribución actual, conectados uno en cada piso como muestra la figura 3.23

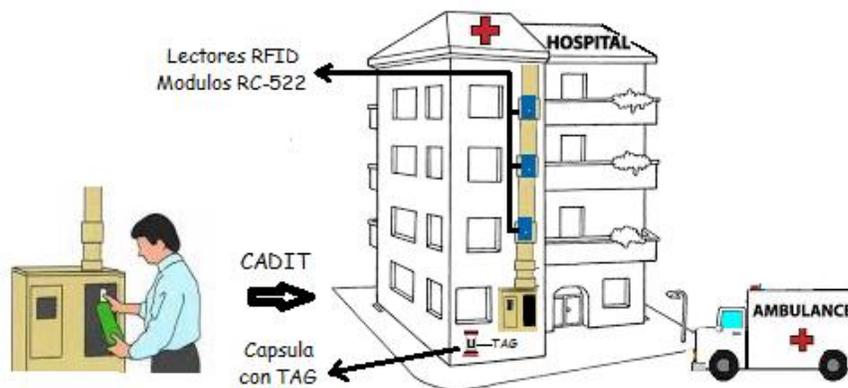


Figura 3.23 Implementación de módulos RFID a sistema

### 3.4 CONEXIÓN DE RFID CON ARDUINO UNO

Para poder comunicar el RFID con el Arduino UNO se utilizó el protocolo SPI la conexión realizada se muestra en la figura 3.24, tomando como referencia las conexiones de la tabla.

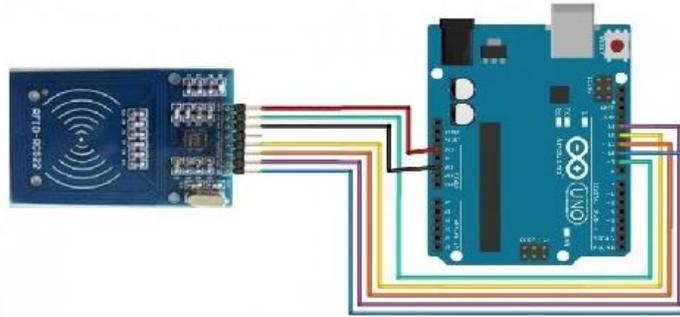


Figura 3.24 Conexión RFID con Arduino UNO

Color	RC522	Arduino
●	3.3V	3.3V
●	RST	9
●	GND	GND
●	MISO	12
●	MOSI	11
●	SCK	13
●	SDA	10

Tabla 3.1 Tabla de conexiones

Toda tarjeta de desarrollo tiene un proceso de programación, el cual consiste en programarla para que realice ciertas tareas, desde prender un led, hasta tareas más complejas como las de una conversión analógica digital. En nuestro caso, al utilizar la tarjeta de desarrollo ARDUINO UNO, tuvimos que buscar librerías que nos permitieran programar el módulo MRC522, e implementar un programa que cumpla con la función de la lectura de una TAG, de tal manera realizamos un diagrama de flujo el cual podemos observar en la figura. 3.25 (diagrama de flujo) y una breve descripción del programa principal.

### 3.4.1 DISEÑO DEL PROGRAMA PARA ARDUINO UNO

#### 3.4.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO

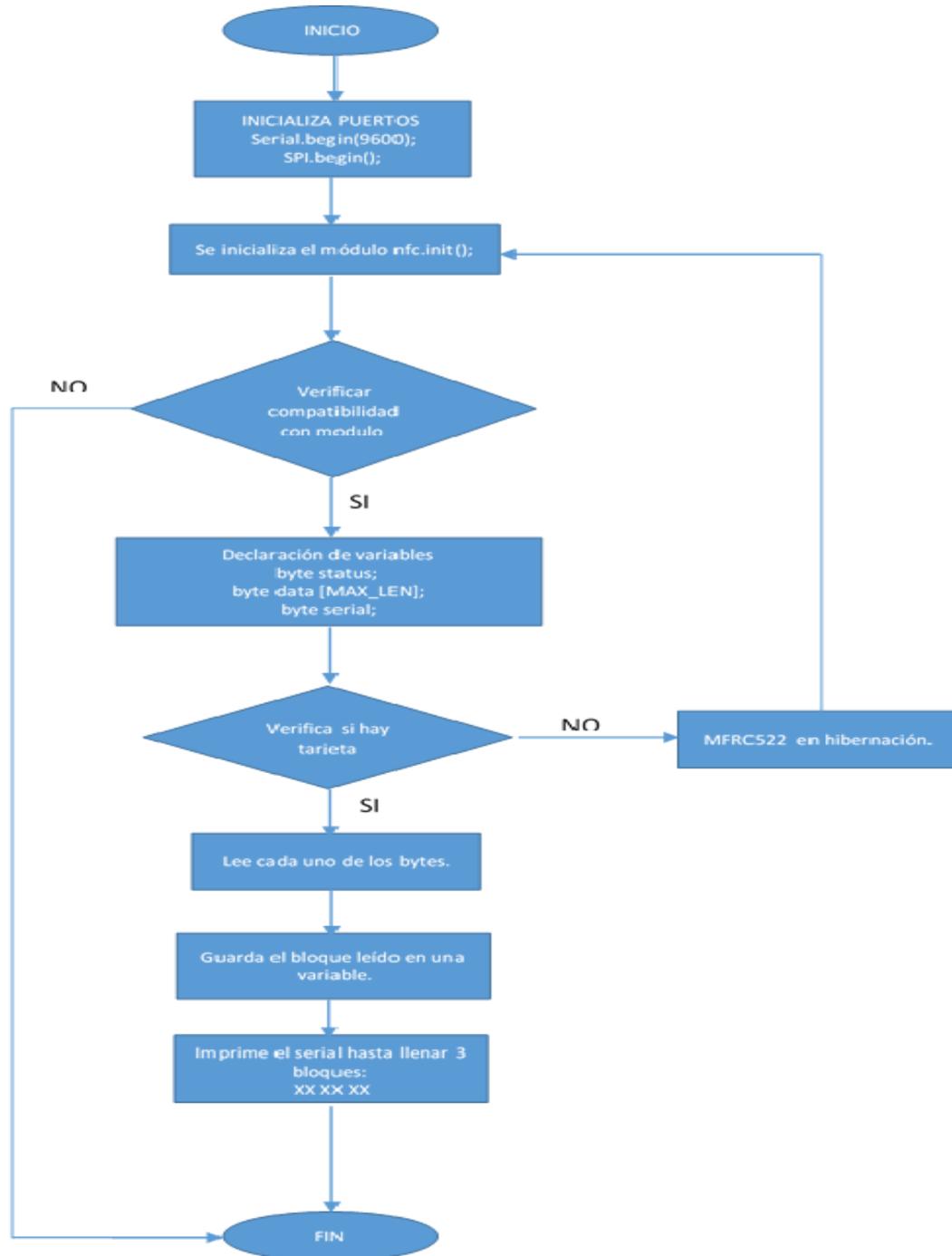


Figura 3.25 Diagrama de flujo de lectura de tarjetas RFID

### 3.4.1.2 PLATAFORMA DE PROGRAMACION

Para programar éste módulo se tiene que saber de cuantos valores consiste su número de serie para utilizar solo los necesarios. De hecho el número de serie lo utilizamos en la comparación de registros, entre los datos leídos y los datos guardados en la tabla de servicios.

La plataforma o la aplicación que se utilizó para programar la tarjeta de desarrollo fue el *sketch arduino 1.6.5*, esta aplicación nos permite crear el programa principal. La ventana principal de la aplicación se muestra en la figura.3.26

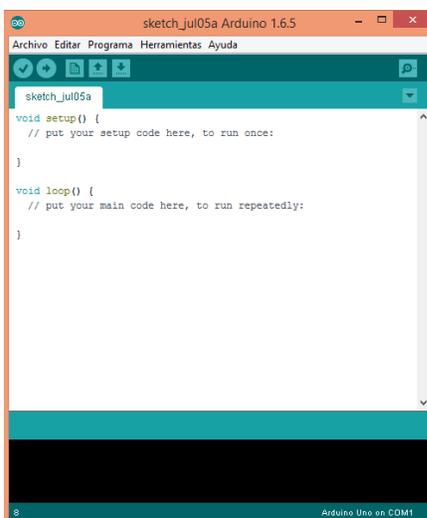


Figura 3.26 Ventana principal de Sketch Arduino 1.6.5

Como podemos ver en el diagrama de flujo de la figura.3.12, el programa que se realizó para la lectura de la tarjeta TAG es un ciclo, en el cual, si no hay tarjeta, el modulo entra en hibernación hasta que haya una lectura y poder realizar todo el procedimiento, el cual consiste en los siguientes pasos:

### 3.4.1.3 ALGORITMO DE PROGRAMACION

1. Se tienen que llamar las librerías que son necesarias para la lectura de la tarjeta (TAG), y las cuales vienen incluidas en el módulo MFRC522
2. Se inicializan los puertos que vamos a ocupar, tanto del módulo como del arduino, puerto Serial a 9600 Baudios, se inicializa nfc y SPI.

3. Se verifica que la versión del módulo sea la adecuada, para que nuestro programa funcione correctamente, de lo contrario termina el programa.
4. Si la versión es la correcta, continua con el programa y la llamada de funciones.
5. Entra a una nueva función, la cual se encargará de realizar todo el proceso de lectura y procedemos a la declaración de las variables locales de la función.
6. Primero verifica si hay una TAG que leer, si no la hay, entra en un estado de hibernación o espera hasta que haya una lectura.
7. Si hay una lectura, manda el número de serie y lo guarda en una de las variables declaradas.
8. Si queremos que solo nos imprima un determinado número de bloques o bytes, metemos la lectura a un ciclo for.
9. Este ciclo imprimirá el número de serie empezando en la posición 0, hasta el número de bloque que queremos que imprima.
10. Finalmente este número se muestra en la pantalla.

## CAPÍTULO 4.- EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos al evaluar el funcionamiento de los lectores RFID para nuestra aplicación ejemplo, con la finalidad de demostrar que nuestra propuesta si resuelve la problemática actual.

### 4.1 EXPERIMENTACIÓN

Para realizar nuestras pruebas Conectamos nuestro módulo RC-522 al arduino UNO. Ver fig. 4.1

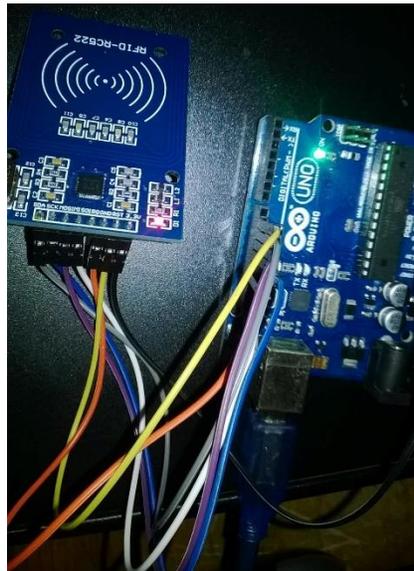


Figura 4.1 Conexión Arduino

En nuestra PC debemos verificar que tengamos iniciado el servicio de nuestro servidor wampserver

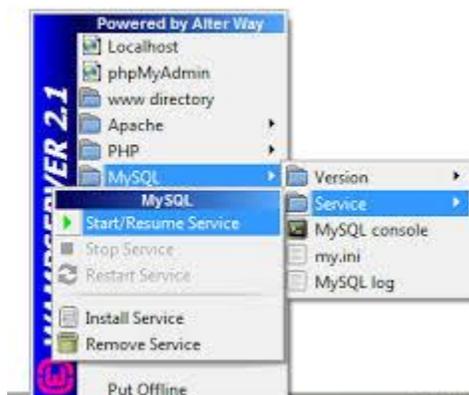


Figura 4.2 Iniciar servidor WAMP Server

#### 4.1.1 CONEXIÓN A LA INTERFAZ

Una vez teniendo el servicio inicializado procedemos a conectar nuestro arduino UNO a la PC y abrimos nuestra interfaz gráfica, ésta tendrá una apariencia como lo muestra la fig. 4.3

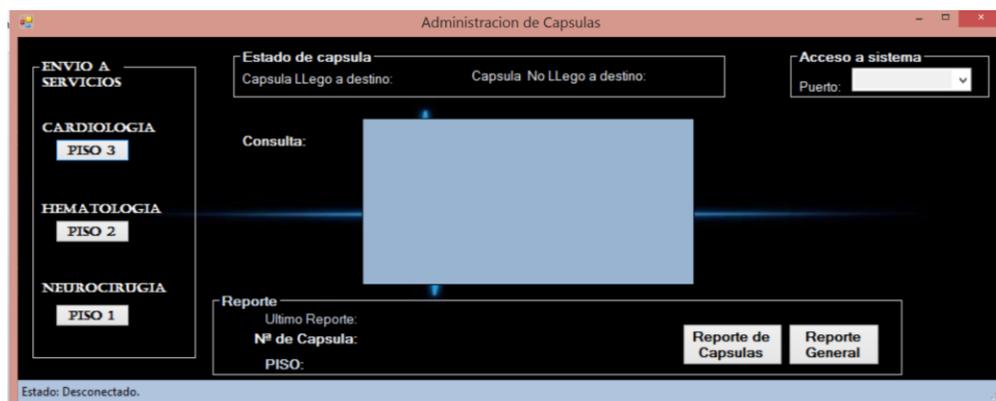


Figura 4.3 Interfaz principal

En nuestra interfaz gráfica lo primero que debemos llevar a cabo es la conexión a nuestro puerto COM, en donde se encuentra conectado nuestro Arduino UNO. Este proceso se lleva a cabo en el apartado Acceso a sistema. Ver fig. 4.4

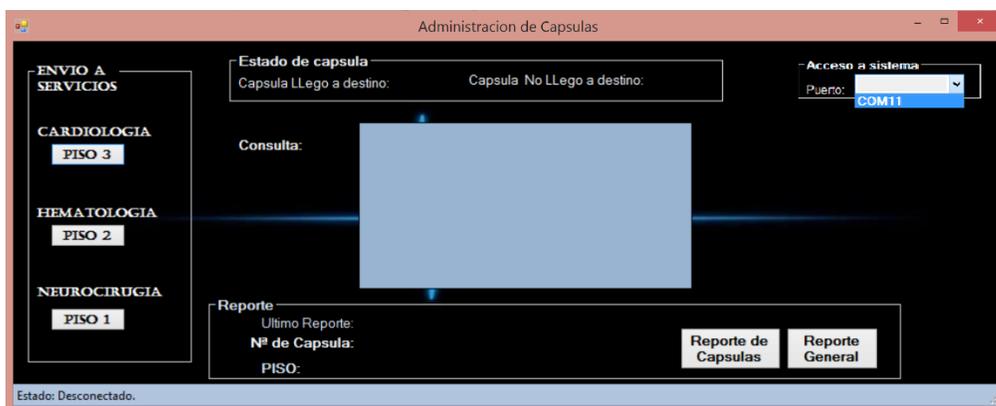


Figura 4.4 Conexión a puertos COM

En la figura 4.5 se muestra una vez seleccionado el puerto COM que se va a utilizar, el estado de la comunicación.



Figura 4.5 Estado de puerto

#### 4.1.2 ENVIO DE CAPSULA A PRIMER PISO

Ya en estado conectado, procedemos a la lectura de la TAG de la capsula (fig. 4.6), ya que nuestro sistema simula el paso de la capsula por todos los pisos, presionamos PISO 1 de la sección *Envío a servicios*; esto quiere decir que la capsula enviada está pasando por el piso 1.

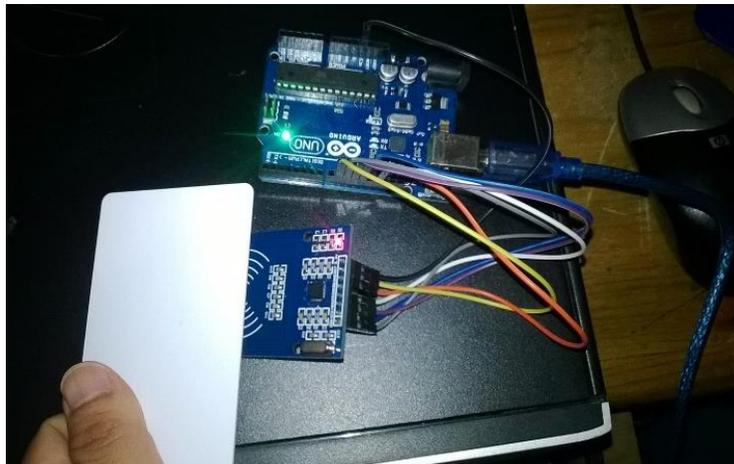


Figura 4.6 Lectura de la tarjeta RFID

Si la capsula enviada pertenece a Neurocirugía, el sistema cambia el estado de la capsula y la alarma cambia a azul, como se muestra en la figura 4.7 También manda un mensaje donde informa que la capsula ha llegado a su destino (Ver fig. 4.8).

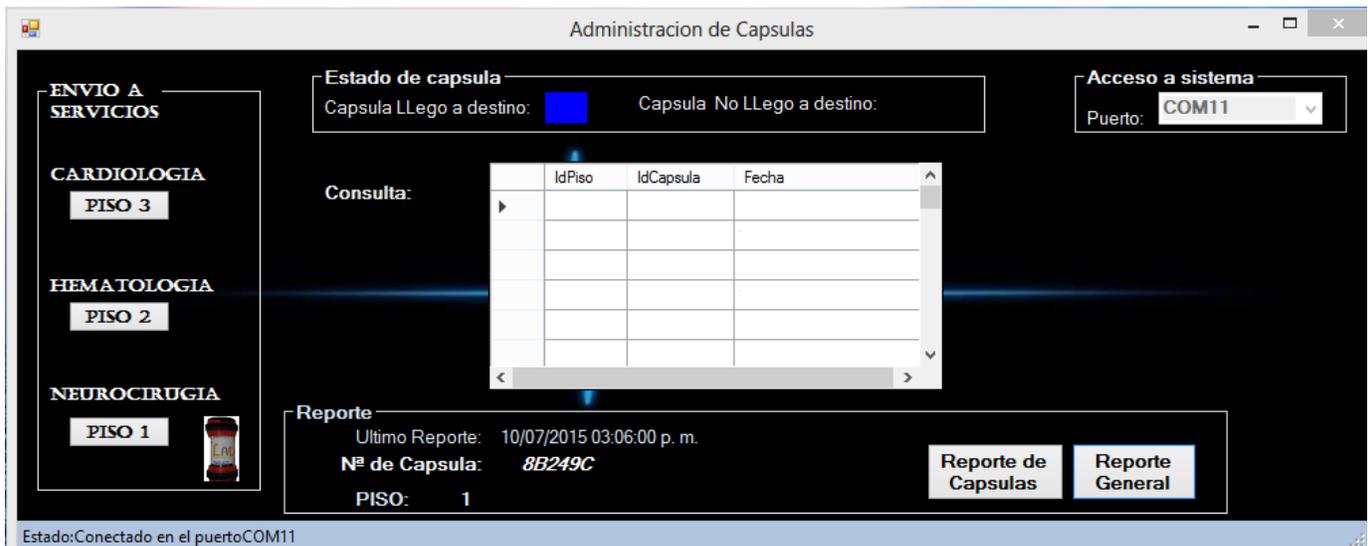


Figura 4.7 Cambio de estado de capsula

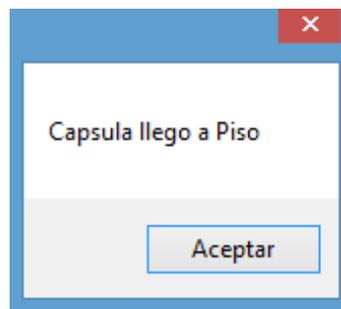


Figura 4.8 Mensaje enviado por el sistema

Para que visualicemos los datos leídos en ese momento, y para generar el reporte, se dio click sobre el botón de reporte general. En donde podemos ver la interfaz completa, la cual nos muestra todos los registros. Ver figura 4.9

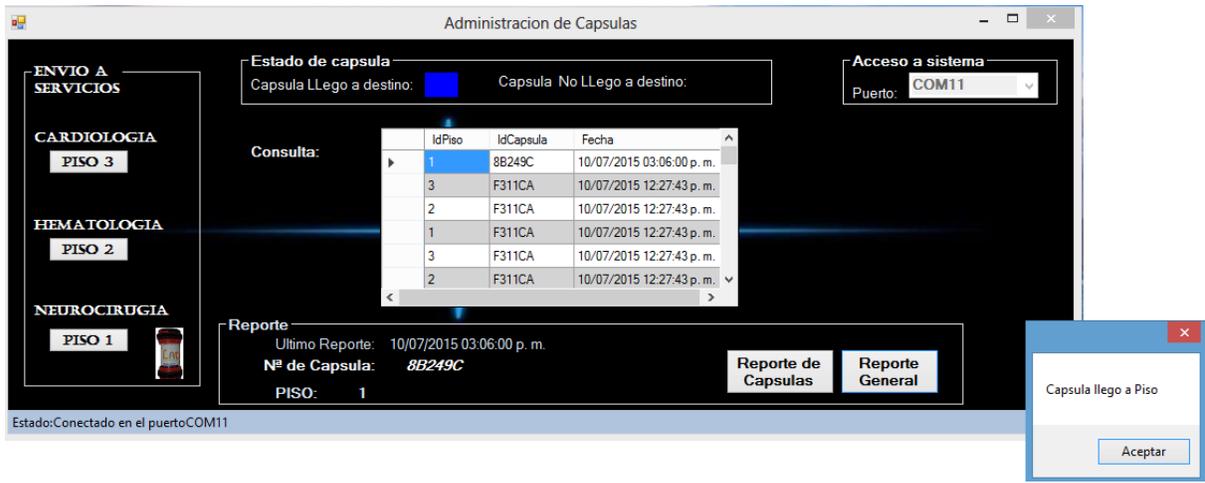


Figura 4.9 Reporte de lectura en primer piso

#### 4.1.3 ENVIO DE CAPSULA A SEGUNDO PISO

Para enviar la capsula a Hematología, se debe realizar el mismo procedimiento a partir de la lectura de la TAG, pero ahora va a pasar por cada piso, es decir, para poder llegar al segundo piso, primero tiene que pasar por el primero, por lo tanto se verifica en cada piso que corresponda al destino deseado. Al pasar por el piso de neurocirugía, ya que no corresponde al piso de destino se accionara la alarma en rojo y se mandara un mensaje, como lo muestra la figura 4.10

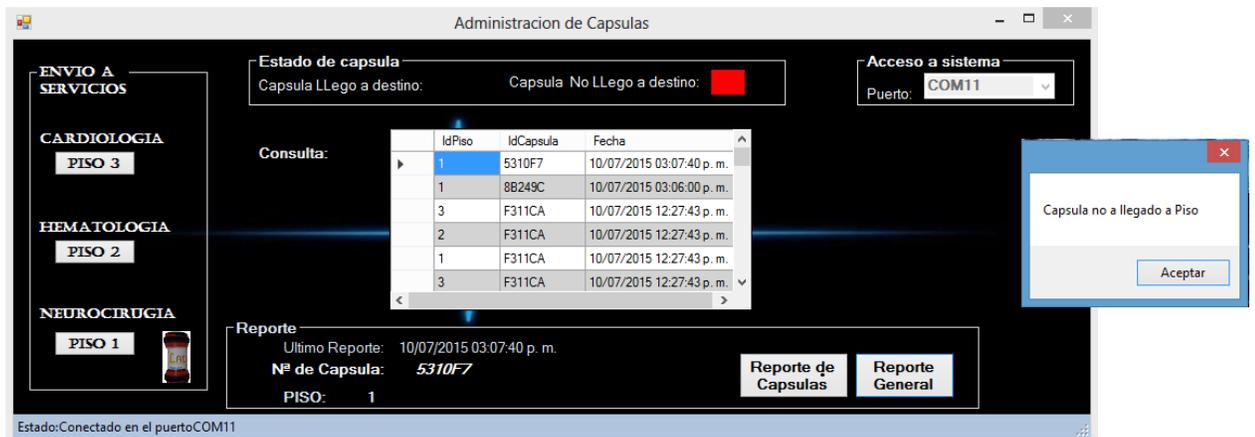


Figura 4.10 Viaje de la capsula al segundo piso pasando por piso 1

Para continuar con la simulación, presionamos PISO 2, e inmediatamente la capsula continua su viaje, al llegar a ese piso, hace una verificación para comprobar que sea Hematología, por lo tanto al corresponder al piso de destino, se mostraron los siguientes datos en la interfaz. Fig. 4.11

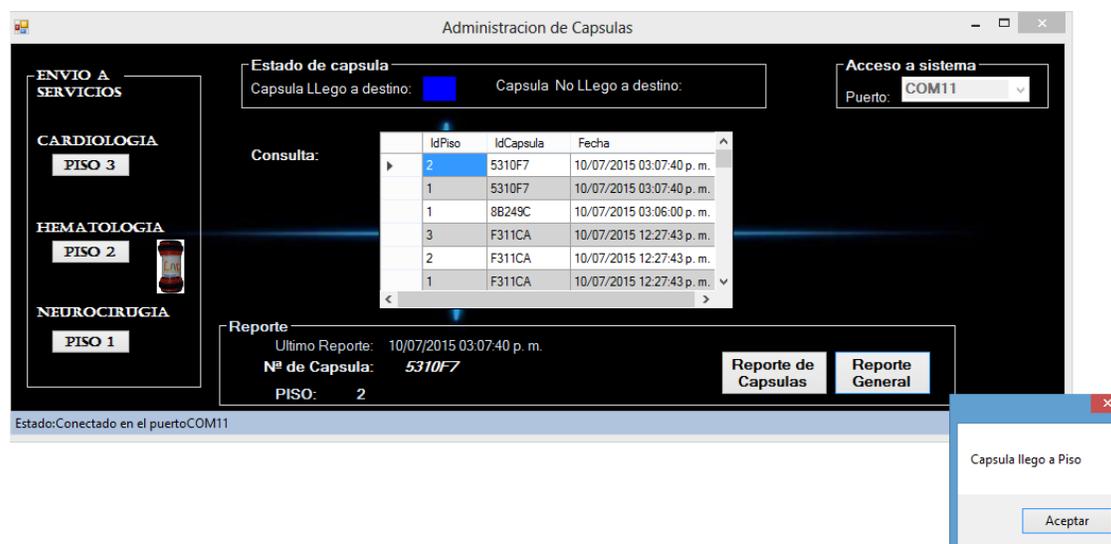


Figura 4.11 Capsula en destino correcto

Para visualizar los recorridos que hizo la capsula, hacemos una consulta en reporte general, el cual nos mostrara la información de la capsula, el piso y la fecha en la que se hizo la lectura.

#### 4.1.4 ENVIO DE CAPSULA A TERCER PISO

Para realizar el envío de medicamento al tercer piso o servicio de cardiología, se realizó la lectura de TAG, y seguimos el mismo procedimiento, se realizaron las comprobaciones necesarias en cada piso para verificar que corresponda a Cardiología.

Para la lectura del piso 1, se obtuvieron los siguientes resultados: Ver figura 4.12

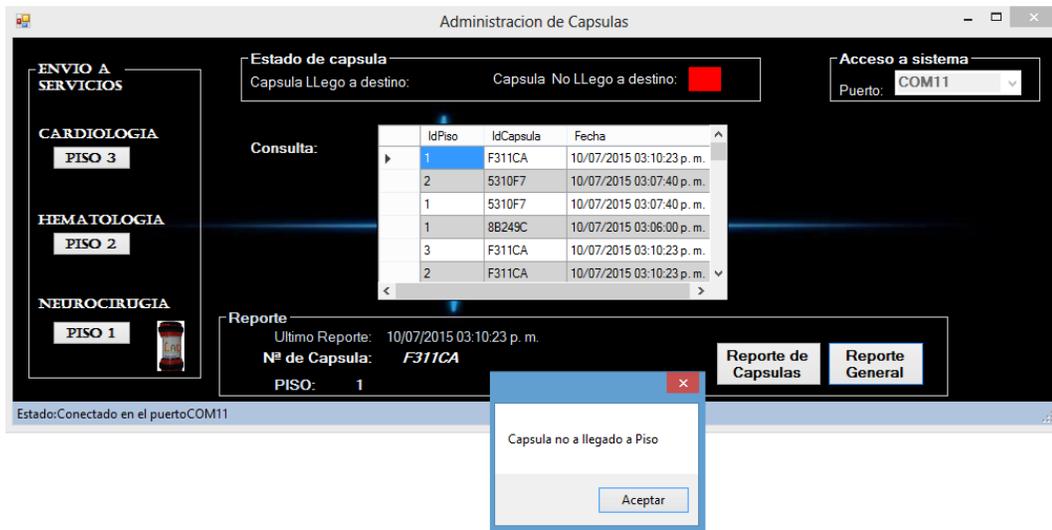


Figura 4.12 Lectura de capsula en piso 1, Neurocirugía

Continuando con el viaje, ahora mostramos la lectura que hicimos en el piso 2, el resultado se observa en la figura 4.13

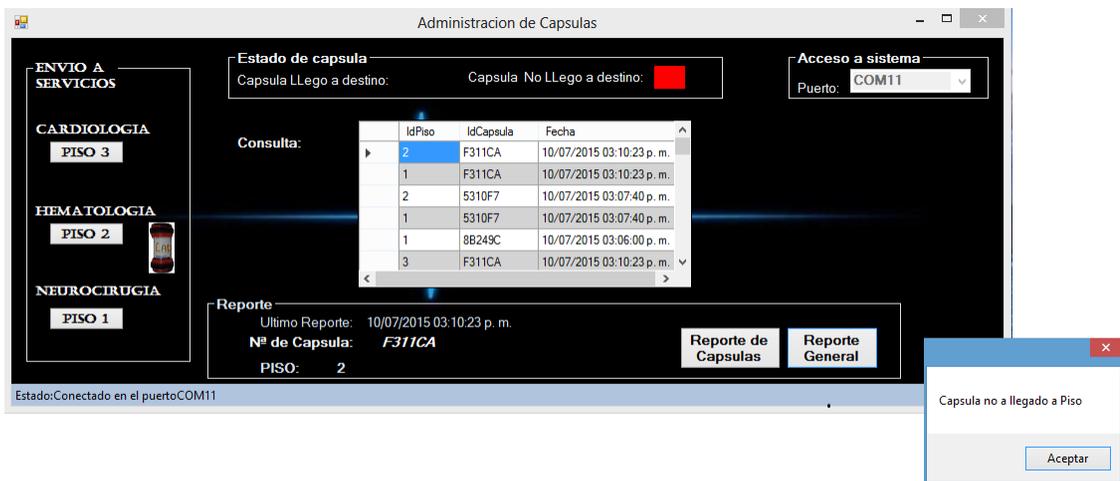


Figura 4.13 Lectura en piso 2, Hematología

Finalmente, se comparó con el último piso, Cardiología, y los registros que se obtuvieron fueron los siguientes: Véase fig. 4.14

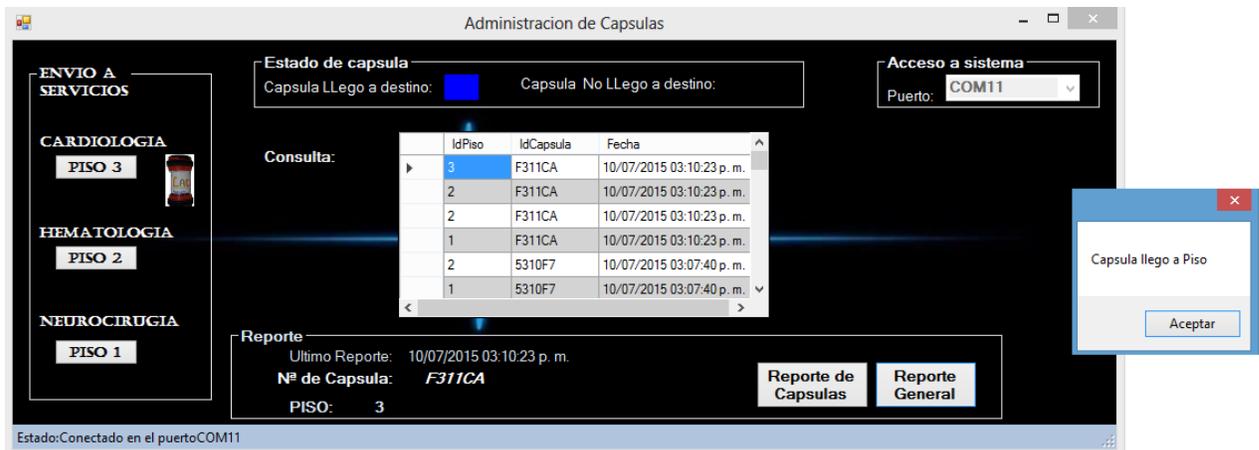


Figura 4.14 Piso destino de la capsula

#### 4.1.5 REPORTE DE CAPSULAS

Después de que experimentamos con la lectura de las TAG en todos los pisos, y verificar que los datos obtenidos hayan sido guardados en la base de datos. Realizamos las consultas a cada una de las capsulas, para esto, le dimos click al botón Reporte de Capsulas, y nos muestra la interfaz de la fig.4.15

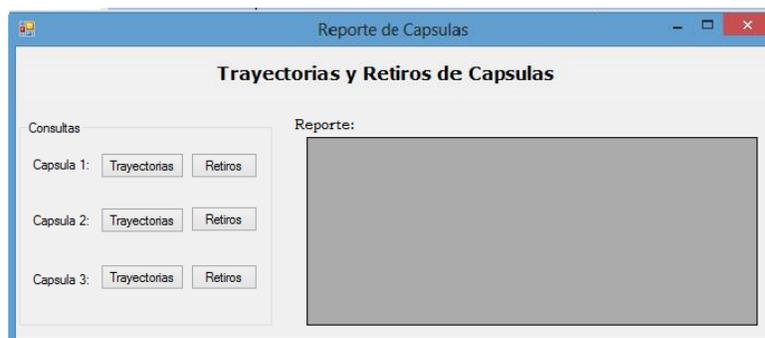


Figura 4.15 Interfaz de reporte de capsula

##### 4.1.5.1 Trayectoria y Retiros

En las siguientes figuras, se muestran los datos que obtuvimos al realizar una consulta a la trayectoria de la capsula, sobre todo si hubo extracción y quien fue la persona que retiro el medicamento. Ver figuras 4.16 y 4.17

Los datos de la trayectoria, si nos proporcionaron los diferentes pisos donde se realizó una lectura.

Reporte de Capsulas

### Trayectorias y Retiros de Capsulas

Consultas

Capsula 1:

Capsula 2:

Capsula 3:

Reporte:

	IdPiso	IdCapsula	Fecha
▶	1	8B249C	10/07/2015 03:0...
	3	8B249C	10/07/2015 03:0...
	1	8B249C	10/07/2015 03:0...
	1	8B249C	10/07/2015 03:0...
	1	8B249C	10/07/2015 03:0...

Figura 4.16 Base de datos de la trayectoria de la capsula 1

Reporte de Capsulas

### Trayectorias y Retiros de Capsulas

Consultas

Capsula 1:

Capsula 2:

Capsula 3:

Reporte:

	Piso	Empleado	Especialidad	Capsula
▶	1	ARACELI	NEUROLOGIA	8B249C

Figura 4.17 Registros de extracción de capsula 1

Consultamos los registros de trayectorias y retiros de la capsula 2. Véase fig. 4.18 y fig. 4.19.

Reporte de Capsulas

### Trayectorias y Retiros de Capsulas

Consultas

Capsula 1:

Capsula 2:

Capsula 3:

Reporte:

	IdPiso	IdCapsula	Fecha
▶	1	5310F7	10/07/2015 03:0...
	2	5310F7	10/07/2015 03:0...
	3	5310F7	10/07/2015 03:0...
	1	5310F7	10/07/2015 03:0...
	2	5310F7	10/07/2015 03:0...
	2	5310F7	10/07/2015 03:0...
	3	5310F7	10/07/2015 03:0...

Figura 4.18 Trayectoria de la capsula 2

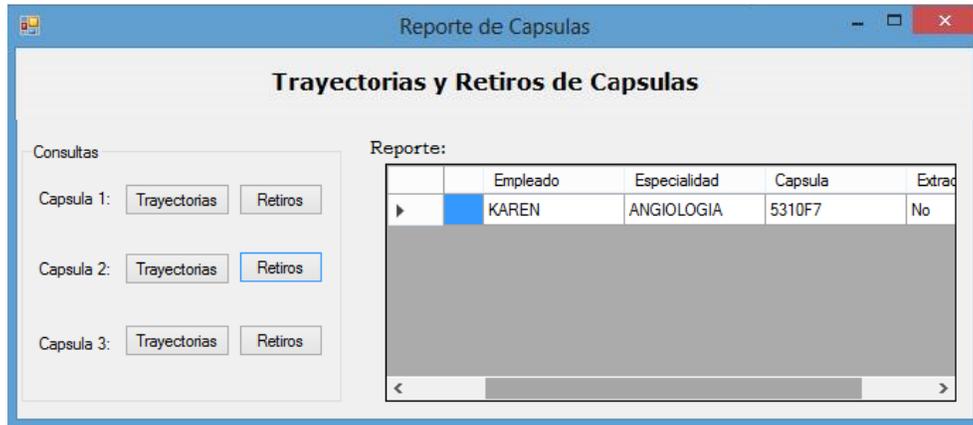


Figura 4.19 Retiros de la capsula 2

Finalmente consultamos los datos obtenidos de la capsula 3, la trayectoria y los retiros respectivamente. Ver figura 4.20 y 4.21

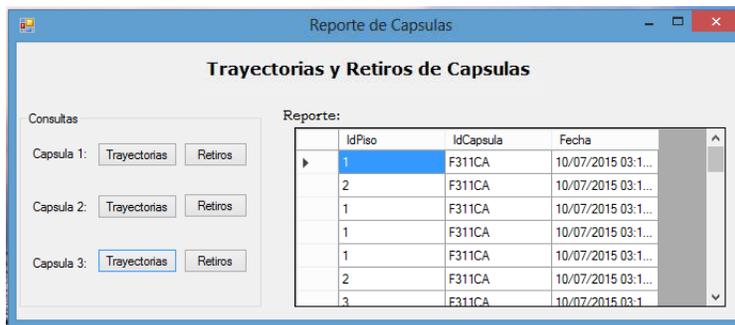


Figura 4.20 Trayectoria de la capsula 3

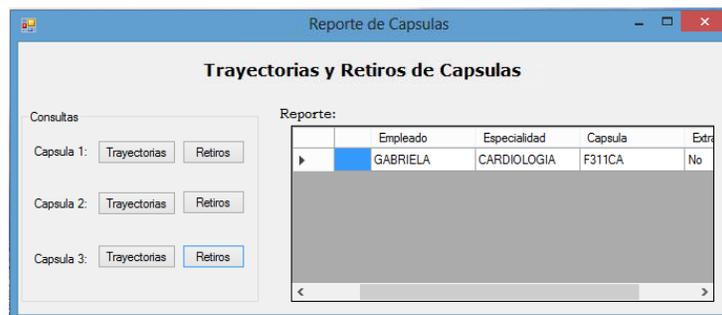


Figura 4.21 Retiro de la capsula 3

## CAPITULO 5.- CONCLUSION

Podemos finalizar diciendo que los objetivos, tanto el general como los particulares se han cumplido.

Consideramos que el proyecto es viable para su implementación en cualquier unidad hospitalaria y que no cuente con una seguridad adecuada del traslado de medicamentos entre sus servicios, pisos o diferentes especialidades médicas.

Cuando se estaba planeando el trabajo de investigación que se presentó anteriormente, sabíamos que se tenían que poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de nuestra carrera, sin embargo, no bastaba con tenerlos, sino que, tenían que ser aplicados adecuadamente. Nos encontramos el obstáculo de la poca información pública que hay sobre los sistemas existentes para la distribución de medicamentos.

No solo tuvimos que leer artículos sobre distribución de medicamentos en las instituciones de salud pública, también obtuvimos información importante sobre la gestión de medicamentos en una unidad hospitalaria de alta especialidad, la cual nos mostró el proceso completo de la entrega de medicamentos que va desde un centro de distribución (CADIT), hasta el piso o servicio donde es requerido el medicamento.

Para la parte electrónica de la investigación encontramos mayor ventaja en utilizar la tecnología RFID, la cual trabaja mediante señales de radiofrecuencia, el modulo que se utilizó se denomina RC-522, al investigar y leer su datasheet nos dimos cuenta que éste era el idóneo para el tipo de lecturas que se iban a realizar.

En esta parte de la investigación aplicamos conocimientos aprendidos en las clases de microcontroladores y microprocesadores, ya que para las conexiones se necesita cierta experiencia, además de la configuración de puertos que se van a utilizar para que pueda haber comunicación entre el modulo y la tarjeta de desarrollo arduino.

Las materias que nos ayudaron en su mayoría a la solución de los problemas que se nos presentaron fueron las de Lenguajes de Internet, Ingeniería de Software, Sistemas en Tiempo Real, y Programación Orientada a Objetos. Estas materias nos proporcionaron las bases para la resolución de los problemas que se nos presentaron a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Finalmente, concluimos que nuestra investigación puede ser implementada, sin embargo también puede ser mejorada dependiendo de las necesidades del usuario.



## ANEXOS

### ANEXO A.1 VENTAJAS DEL RFID VS CÓDIGO DE BARRAS.

- A diferencia del código de barras, las etiquetas electrónicas no necesitan contacto visual con el módulo lector para que éste pueda leerlas. La lectura se puede realizar a una distancia de hasta 10 metros.
- Mientras el código de barras identifica un tipo de producto, las etiquetas electrónicas identifican cada producto individual. Es decir, dos productos iguales llevan ahora el mismo código de barras y, por lo tanto, la misma identificación, pero si estuvieran equipados con etiquetas electrónicas se podrían identificar y gestionar de forma individual.
- La tecnología RFID permite leer múltiples etiquetas electrónicas simultáneamente. Los códigos de barras, por lo contrario, tienen que ser leídos secuencialmente. Esta característica del sistema de auto identificación por radiofrecuencia ofrece diversas ventajas como, por Tecnología RFID 5 ejemplo, la reducción del tiempo de espera en las colas de los supermercados.
- Las etiquetas electrónicas pueden almacenar mucha más información sobre un producto que el código de barras, que sólo puede contener un código.
- Mientras que sobre el código de barras se puede escribir sólo una vez, existen etiquetas electrónicas sobre las que se pueden escribir más de una vez.
- La tecnología RFID evita falsificaciones. Con una simple fotocopia se puede reproducir un código de barras. Las etiquetas electrónicas, en cambio, no se pueden copiar.
- Un código de barras se estropea o se rompe fácilmente, mientras que una etiqueta electrónica es más resistente porque, normalmente, forma parte del producto o se coloca bajo una superficie protectora y soporta mejor la humedad y la temperatura.

### ANEXO A.2 LOS ESTÁNDARES DE LA EPC PARA ETIQUETAS SON DE DOS CLASES:

- Clase 1: Etiqueta simple, pasiva, de sólo lectura con una memoria no volátil programable una sola vez.
- Clase 2: Etiqueta de sólo lectura que se programa en el momento de fabricación del chip (no programable a posteriori).

### ANEXO A.3. PRINCIPALES CORPORACIONES QUE GOBIERNAN LA ASIGNACIÓN DE LAS FRECUENCIAS PARA RFID

- EEUU: FCC (Federal Communications Commission)
- Canadá: DOC (Departamento de la Comunicación)
- Europa: ERO, CEPT, ETSI y administraciones nacionales. Obsérvese que las administraciones nacionales tienen que ratificar el uso de una frecuencia específica antes de que pueda ser utilizada en ese país.
- Japón: MPHPT (Ministry of Public Management, Home Affairs, Post and Telecommunication)
- China: Ministerio de la Industria de Información
- Australia: Autoridad Australiana de la Comunicación (Australian Communication Authority)
- Nueva Zelanda: Ministerio de desarrollo económico de Nueva Zelanda (New Zealand Ministry of Economic Development)

### ANEXO A.4. ESTÁNDARES Y RANGO DE FRECUENCIAS PARA RFID.

#### Estándares UHF

La banda de UHF (868 - 928 MHz) no puede ser utilizada de forma global, ya que no hay un único estándar global. En Norteamérica, UHF se puede utilizar sin licencia para frecuencias entre 908 y 928 MHz, pero hay restricciones referentes a la energía de transmisión. En Europa, UHF está bajo consideración para frecuencias entre 865.6 y 867.6 MHz. Su uso es sin licencia sólo para el rango de 869.40 y 869.65 MHz, pero también tiene restricciones en la potencia de transmisión. El estándar UHF norteamericano (908 - 928 MHz) no es aceptado en Francia ya que interfiere con sus bandas militares.

En China y Japón no hay regulación para el uso de UHF. Cada aplicación de esta frecuencia en estos países necesita de una licencia, que debe ser solicitada a las autoridades locales, y puede ser revocada. En Australia y Nueva Zelanda, el rango es de 918 a 926 MHz para uso sin licencia, pero, como en los demás países, hay restricciones en la energía de transmisión.

Tabla 1.1 Rango de frecuencias que utiliza la tecnología RFID.

Rango de Frecuencias	Características
<b>Menores a 135 KHz</b>	Baja potencia, aplicaciones de corta distancia
<b>6.76-6.79 MHz</b>	Frecuencia media (ISM), para la industria científica y médica.
<b>7.4-8.8 MHz</b>	Usado por tiendas departamentales, seguridad de artículos.
<b>13.55-13.56MHz</b>	Usado para esquemas de seguridad y control de acceso de personal.
<b>26.95-27.28 MHz</b>	Frecuencia media (ISM), para aplicaciones especiales.
<b>433MHz</b>	UHF (ISM), poco usado para RFID, aplicaciones muy particulares.
<b>868-870MHz</b>	UHF (SRD) Sistemas de bajo desarrollo, se pretende para redes wifi.
<b>902-928 MHz</b>	UHF (SRD) varios sistemas, mayor desarrollo actual
<b>2.4-2.48 GHz</b>	SHF (ISM) varios sistemas (identificación de vehículos)
<b>5.7-5.8 GHz</b>	SHF (ISM) poco usado para RFID.

#### ANEXO A.5. LECTORES

- Lectores con sistema de bobina simple, que sirven para transmitir tanto como la energía como los datos, son sencillos, económicos, poco alcance.
- Lectores con sistemas interrogadores, depende del trasponedor de la etiqueta, son sofisticados, acondicionan, detectan y corrigen errores, trabajan a mayor frecuencia.

#### Factores fundamentales de elección de un RFID

- Sensibilidad. Deberá detectar señales de asta -60dB de potencia, ya que es lo mínimo que una etiqueta RFID puede proporcionar.
- Selectividad. Selecciona la señal de la etiqueta RFID, dentro de un vasto espectro de señales que son recibidas algunas más potentes que otras, ya que las frecuencias RFID trabajan cerca de las frecuencias de telefonía y puede existir interferencia.

- Alcance dinámico. Detecta señales procedentes de varias etiquetas RFID que estén a distintas distancias.
- Normativas. Existen diferentes normas del rango de operación, esta varía según el país, en México opera en 868 MHz de la banda de frecuencia, con potencia máxima del lector de 2 watts.
- Normativa de operación. Es una norma suplementaria para entornos densos de lectura de RFID no es obligatoria como una legislación, pero puede interactuar con otros lectores RFID.
- Inter-operatividad. Norma suplementaria para poder trabajar con todo tipo de fabricantes de chips RFID y de lectores RFID, pueden ser intercambiables los productos sin ninguna restricción. El estándar EPC global cuenta con una certificación de inter-operatividad a disposición del mercado.

## ANEXO A.6. PROTOCOLOS

### Descripción general.

El conjunto de reglas a seguir por el emisor y el receptor propicia: que haya un significado con secuencias permitidas y a tiempo, entre los caracteres de control y los mensajes formados a partir de los símbolos. La detección de error y los procedimientos de corrección permiten la detección y la recuperación ordenada de los errores causados por factores fuera del control de la terminal en cada extremo.

Para que exista comunicación en ambos puntos al extremo de un canal se deben emplear la misma configuración de protocolos. Los protocolos gestionan dos niveles de comunicación distintos. Las reglas de alto nivel definen como se comunican las aplicaciones, mientras que las de bajo nivel definen como se transmiten las señales. El protocolo de bajo nivel es básicamente la forma en que las señales se transmiten, transportando tanto datos como información y los procedimientos de control de uso del medio por los diferentes nodos.

### Protocolos de bajo nivel y de red más comunes

Los protocolos de bajo nivel más utilizados son: Ethernet, Token ring, Token bus, FDDI, CDDI, HDLC, Frame Relay y ATM. Los protocolos de red más comunes son:



IPX/SPX, DECnet, X.25, TCP/IP, AppleTalk y NetBEUI. En un circuito de comunicación de datos, la estación que transmite en el momento se llama estación maestra, y la estación que recibe se llama esclava. En una red centralizada, la estación primaria controla cuándo puede transmitir cada estación secundaria. Cuando transmite una estación secundaria se convierte en estación maestra, y la estación primaria es ahora la esclava. El papel de estación maestra es temporal, y la estación primaria determina cuál estación es maestra.

Las señales denominadas MOSI y MISO son portadoras de los datos en ambas direcciones mientras la señal SCK es la señal de reloj la cual sincroniza la recepción de los datos. Por cada pulso de reloj, un bit de información ingresa al dispositivo Master o al Slave. De tal manera que se requieren 8 pulsos para transferir 1 byte.

La señal SS (Slave Select) habilita el esclavo correspondiente. En la Figura 1 se muestra un ejemplo con solamente un circuito master y un esclavo. Sin embargo, añadiendo varias líneas SS, por ejemplo SS1 y SS2 y SS3, se puede implementar una red de varios circuitos SPI, controlados por el mismo dispositivo Master, como se muestra en la Figura 2.

Cuando el maestro selecciona un dispositivo esclavo y genera una señal de reloj (SCK), los datos pueden fluir en ambas direcciones simultáneamente (full dúplex), ya que el mismo reloj funciona para los 2 dispositivos, maestro y esclavo.

De hecho, en lo que se refiere a la comunicación SPI, los datos se transfieren siempre en ambas direcciones. Corresponde a los dispositivos maestros y esclavo saber si un byte recibido contiene información útil o no. Así, un dispositivo debe descartar el byte recibido en un modo "sólo transmitir".

SPI no especifica un protocolo de alto nivel para el diálogo maestro-esclavo, y no cuenta con un mecanismo de hardware para la confirmación (acknowledge) o validación de la recepción de los datos. Por ejemplo, sin un protocolo adecuado en el firmware, el dispositivo SPI maestro no tendría conocimiento de si existe un esclavo conectado y listo para la transferencia de datos.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, el usuario debe entonces adoptar o diseñar un protocolo especial para la comunicación SPI, y que permita, tanto el diagnóstico de fallas, como la validación de los bloques de datos transmitidos, de acuerdo a su aplicación.

Tratándose de un canal de transmisión síncrono, la velocidad de transmisión de SPI depende de la frecuencia de generación del reloj (señal SCK), por lo que puede tomar cualquier valor. No existen velocidades estándar de transmisión, como en el caso del RS232. La velocidad máxima típica de SPI puede llegar a 10 Mbps.

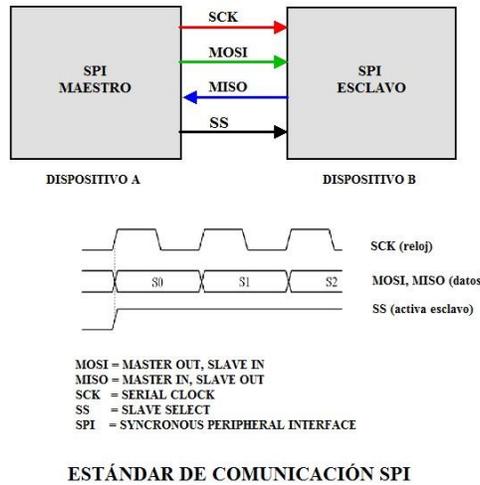


Figura 1: Señales presentes en el estándar SPI.

Figura 2: Ejemplo de un diseño de red SPI con un maestro y varios circuitos esclavo. La línea de activación SS permite al maestro seleccionar el circuito con el cual desea comunicarse:

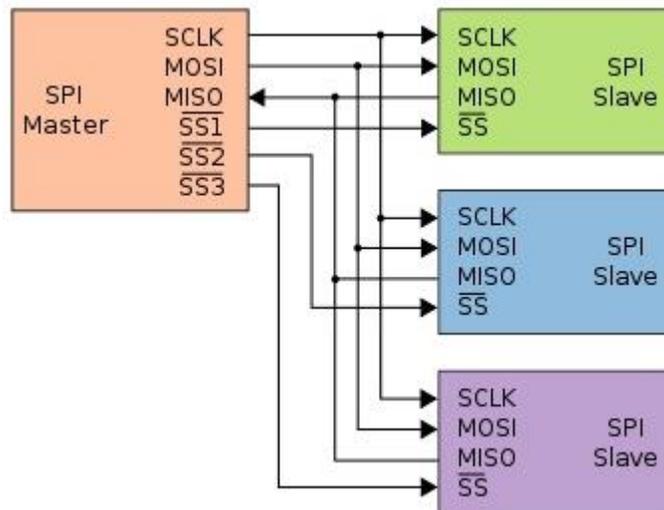


Figura 2. Ejemplo de un diseño de red SPI.

## Estructura UART

El controlador del UART es el componente clave del subsistema de comunicaciones series de una computadora. El UART toma bytes de datos y transmite los bits individuales de forma secuencial. En el destino, un segundo UART re ensambla los bits en bytes completos. La transmisión serie de la información digital (bits) a través de un cable único u otros medios es mucho más efectiva en cuanto a costo que la transmisión en paralelo a través de múltiples cables. Se utiliza un UART para convertir la información transmitida entre su forma secuencial y paralela en cada terminal de enlace. Cada UART contiene un registro de desplazamiento que es el método fundamental de conversión entre las forma secuencial y paralela. El UART normalmente no genera directamente o recibe las señales externas entre los diferentes módulos del equipo. Usualmente se usan dispositivos de interfaz separados para convertir las señales de nivel lógico del UART hacia y desde los niveles de señalización externos.

Un UART por lo general contiene los siguientes componentes:

- Un generador de reloj, generalmente un múltiplo de la tasa de bits para permitir la toma de muestras en el medio de un periodo de bit.
- De entrada y salida registros de desplazamiento.
- Transmisión / recepción de control.
- Lectura / escritura lógica de control.
- Transmitir / recibir buffers (opcional).
- Buffer de bus de datos en paralelo (opcional)
- Primero en entrar, primero en salir (FIFO) de memoria tampón (opcional)

## ANEXO A.7. SENTENCIA SELECT

El formato de la sentencia select es:

```
SELECT [ALL | DISTINCT ]
           <nombre_campo>
FROM <nombre_tabla>|<nombre_vista>
      [{,<nombre_tabla>|<nombre_vista>}]
[WHERE <condicion> [ { AND|OR <condicion> }]]
[GROUP BY <nombre_campo> [ {,<nombre_campo > }]]
[HAVING <condicion> [ { AND|OR <condicion> }]]
[ORDER BY <nombre_campo>|<indice_campo> [ASC | DESC ]
      [{,<nombre_campo>|<indice_campo> [ASC | DESC ]}]
```

En la siguiente tabla se muestra en forma resumida el significado de cada parte de la sentencia.

Tabla 1.2. Partes de la sentencia.

Significado	
<b>SELECT</b>	Palabra clave que indica que la sentencia de SQL que queremos ejecutar es de selección.
<b>ALL</b>	Indica que queremos seleccionar todos los valores. Es el valor por defecto y no suele especificarse casi nunca.
<b>DISTINCT</b>	Indica que queremos seleccionar sólo los valores distintos.
<b>FROM</b>	Indica la tabla (o tablas) desde la que queremos recuperar los datos. En el caso de que exista más de una tabla se denomina a la consulta "consulta combinada" o "join". En las consultas combinadas es necesario aplicar una condición de combinación a través de una cláusula <b>WHERE</b> .
<b>WHERE</b>	Especifica una condición que debe cumplirse para que los datos sean devueltos por la consulta. Admite los operadores lógicos <b>AND</b> y <b>OR</b> .
<b>GROUP BY</b>	Especifica la agrupación que se da a los datos. Se usa siempre en combinación con funciones agregadas.
<b>HAVING</b>	Especifica una condición que debe cumplirse para los datos. Especifica una condición que debe cumplirse para que los datos sean devueltos por la consulta. Su funcionamiento es similar al de <b>WHERE</b> pero aplicado al conjunto de resultados devueltos por la consulta. Debe aplicarse siempre junto a <b>GROUP BY</b> y la condición debe estar referida a los campos contenidos en ella.
<b>ORDER BY</b>	Presenta el resultado ordenado por las columnas indicadas. El orden puede expresarse con <b>ASC</b> (orden ascendente) y <b>DESC</b> (orden descendente). El valor predeterminado es <b>ASC</b> .

## ANEXO A.8. PARÁMETROS

Tabla 1.3. Parámetros para QUERY BY SQL.

Parámetro	Tipo	Descripción
<b>una Tabla</b>	Tabla	Tabla en la cual devolver una selección de registros o Tabla por defecto si este parámetro se omite
<b>formula SQL</b>	Cadena	Fórmula de búsqueda SQL válida representando la cláusula WHERE de la búsqueda SELECT

## ANEXO A.9. INTERFAZ

Podríamos definir básicamente dos tipos de interfaces:

- La interfaz física: un ratón y un teclado que sirven para introducir y manipular datos en nuestro ordenador.

- La interfaz virtual o interfaz gráfica (GUI) que permite, mediante iconos (cursor + objetos gráficos metafóricos), interactuar con los elementos gráficos convirtiendo al ser humano en usuario de la aplicación.

## ANEXO A.10. LENGUAJE C#

### Características.

Alguna de las características aquí señaladas no son exactamente propias del lenguaje sino más bien de la plataforma .NET en general. Sin embargo, también se comentan aquí porque tienen repercusión directa en el lenguaje, aunque se indicaran cual son de este tipo de características.

- Sencillez: C# elimina muchos elementos que otros lenguajes incluyen y que son innecesarios en .NET.
- Modernidad: C# incorpora en el propio lenguaje elementos que a lo largo de los años han ido demostrando que son muy útiles para el desarrollo de aplicaciones.
- Orientación a objetos: Como todo lenguaje de programación de propósito general actual, C# es el lenguaje orientado a objetos, en C# es más puro ya que no admite ni funciones ni variables globales si no que todo el código y datos han de definirse dentro de definiciones de tipos de datos, lo que reduce problemas por conflictos de nombres y facilita la legibilidad del código.

C# soporta todas las características propias de programación orientada a objetos.

- Orientación a componentes: La propia sintaxis de C# incluye elementos propios del diseño de componentes que otros lenguajes tienen que simular mediante construcciones más o menos complejas.  
Es decir, la sintaxis de C# permite definir cómodamente propiedades (similares a campos de acceso controlado), eventos (asociación controlada de funciones de respuesta a notificaciones) o atributos (información sobre un tipo de miembros).
- Gestión automática de memoria: Todo lenguaje de .NET tiene a su disposición el recolector de basura del CLR. Esto tiene el efecto en el lenguaje de que no es necesario incluir instrucciones de destrucción de objetos. Sin embargo, dado que la destrucción de los objetos a través del recolector de basura solo se realiza cuando este se active ya sea por falta

de memoria, finalización de la aplicación o solicitud explícita de la fuente, C# también proporciona un mecanismo de liberación de recursos.

- Seguridad de tipos: C# incluye mecanismos que permiten asegurar que los accesos de datos siempre se realicen correctamente, lo que permite que se evite que se reduzcan errores difíciles de detectar por acceso a memoria no perteneciente a ningún objeto y es especialmente necesario en un entorno gestionado por un recolector de basura.
- Para evitar errores muy comunes en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de las instrucciones de control más comunes.
- Sistema de tipos unificados: A diferencia de C++, en C# todos los tipos de datos que se definan siempre derivaran aunque sea de manera implícita.
- Extensibilidad de tipos básicos: C# permite definir a través de sus estructuras, tipos de datos para los que se apliquen las mismas optimizaciones que para los tipos de datos básicos. Es decir, que se puedan almacenar directamente en pila (luego su creación, destrucción y acceso serán más rápidos) y se asignen por valor y no por referencia. Para conseguir que esto último no cause repercusiones al pasar las estructuras como parámetros de métodos, se da la posibilidad de pasar referencias a través de modificador de parámetro "ref."
- Extensibilidad de operadores: Para facilitar la legibilidad del código y conseguir que los nuevos tipos de datos básicos que se definan a través de las estructuras estén al mismo nivel que los básicos predefinidos en el lenguaje al igual que en C++ y a diferencia de Java, C# permite redefinir el significado de la mayoría de los operadores.

## ANEXO A.11. MYSQL

En la figura 3 a continuación se ve el flujo de control que se da cuando se usa la solución ODBC.Net para acceder a MySQL.

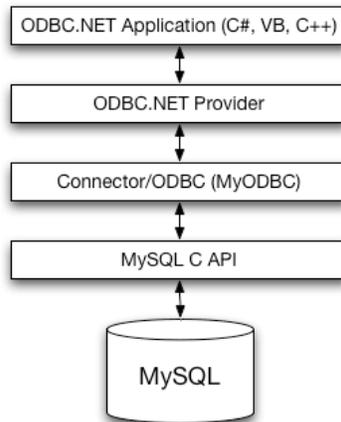


Figura 3. Flujo de control para acceder a MySQL.

## ANEXO A.12. PUERTOS SERIAL

En tecnologías básicas, un puerto serie es una interfaz física de comunicación en serie a través de la cual se transfiere información mandando o recibiendo un bit. A lo largo de la mayor parte de la historia de los ordenadores, la transferencia de datos a través de los puertos de serie ha sido generalizada. Se ha usado y sigue usándose para conectar los ordenadores a dispositivos como terminales o módems. Los ratones, teclados, y otros periféricos también se conectaban de esta forma.

El puerto en serie de un ordenador es un adaptador asíncrono utilizado para poder intercomunicar varios ordenadores entre sí. Un puerto serie recibe y envía información fuera del ordenador mediante un determinado software de comunicación o un drive del puerto serie.

El Software envía la información al puerto, caracter a caracter, convirtiendo en una señal que puede ser enviada por cable serie o un módem. Cuando se ha recibido un caracter, el puerto serie envía una señal por medio de una interrupción indicando que el caracter está listo. Cuando el ordenador ve la señal, los servicios del puerto serie leen el caracter.

## ANEXO A.13. PERDIDA DE MEDICAMENTOS.

Por esta razón estas instituciones han otorgado contratos millonarios a empresas que concentran y reparten las medicinas a clínicas y hospitales. A pesar del contrato asignado a este tipo de empresas, los pacientes carecen de la seguridad de que podrán surtir las recetas médicas en su totalidad, principalmente para el tratamiento de enfermedades de alta especialidad.

Las carencias que se reportan en las clínicas se resuelven con la redistribución de inventarios, es decir, la transferencia de fármacos de los sitios donde hay mucho hacia donde hacen falta, y el uso de sucedáneos (fórmulas genéricas que pueden sustituir a las innovadoras). Con esta sola medida se mitiga 13 por ciento de las necesidades.

#### ABASTO DE MEDICAMENTOS.

En el ámbito nacional, el porcentaje de medicamentos existentes en las farmacias o almacenes de los hospitales públicos fue de 82%. Sólo en 6% de ellos hubo una existencia menor a 50% del grupo de 83 medicamentos estudiados, todos ellos pertenecientes a la SS.

En la figura 4, se observa que en 25% de las unidades hospitalarias con menor existencia de medicamentos, el promedio de abasto fue de poco más de 50%. En el extremo opuesto, en 25% de los hospitales con mayor existencia se contaba con poco menos de 95% de los medicamentos esenciales.

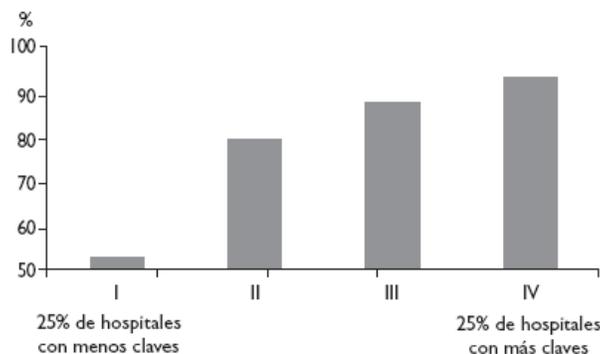


Figura 4. Disponibilidad de medicamentos esenciales en la farmacia o almacén de los hospitales públicos. México 2011

El ISSSTE presentó el mayor porcentaje de existencia de medicamentos con 88.8 (74.7-96.4%). El IMSS presentó un porcentaje de existencia de 86.1 (83.1-97.5%). En los SESA este porcentaje fue de 77.1 (13.3-97.5%). Finalmente, en el Hospital PEMEX mostró una existencia de claves esenciales ligeramente superior a 70% (59.0-87.9%).