



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**“INGENIERO ELECTRÓNICO”**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INALÁMBRICO DE LLAMADO A ENFERMERÍA A TRAVÉS DE UNA RED ZIGBEE CON NOTIFICACIÓN DE MENSAJES DE TEXTO UTILIZANDO MÓDULO GSM SIM900”**

**Autores:**

Víctor Cerna González

Jonathan Vargas Sellan

**Tutor:**

ING. Luis Córdova Rivadeneira Msc.

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2019**

## **CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Víctor Guillermo Cerna González y Jonathan Steeven Vargas Sellán, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es bajo nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Guayaquil, Junio del 2019.

---

Víctor Guillermo Cerna González

---

Jonathan Steeven Vargas Sellán

## **DECLARATORIA SOBRE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

A través de la presente declaración, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normativa institucional vigente.

Guayaquil, Junio del 2019.

---

Victor Guillermo Cerna González

---

Jonathan Steeven Vargas Sellán

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO  
POR EL TUTOR**

Yo, LUIS SILVIO CORDOVA RIVADENEIRA MSC., director del proyecto de Titulación denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INALÁMBRICO DE LLAMADO A ENFERMERÍA A TRAVÉS DE UNA RED ZIGBEE CON NOTIFICACIÓN DE MENSAJES DE TEXTO UTILIZANDO MÓDULO GSM SIM900” realizado por los estudiantes: Vargas Sellán Jonathan Steeven y Victor Guillermo Cerna González, certifico que ha sido orientado y revisado durante su desarrollo, por cuanto se aprueba la presentación de este ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil, Junio del 2019

---

Ing. Luis Córdova Rivadeneira. Msc.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres y hermanos, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy ahora.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

**Jonathan Steeven Vargas Sellan**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi familia por el apoyo que me brindaron durante el transcurso de mi preparación profesional.

**Víctor Guillermo Cerna González**

## RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	TUTOR	TEMA
2019	CERNA GONZÁLEZ VICTOR GUILLERMO VARGAS SELLÁN JONATHAN STEEVEN	ING. LUIS SILVO CÓRDOVA RIVADENEIRA MSC.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INALÁMBRICO DE LLAMADO A ENFERMERÍA A TRAVÉS DE UNA RED ZIGBEE CON NOTIFICACIÓN DE MENSAJES DE TEXTO UTILIZANDO MÓDULO GSM SIM900.

Este proyecto permite reducir de manera eficaz el tiempo de respuesta ante emergencias suscitadas en las camas de post operatorio, utilizando tecnología de microcontroladores de las familias 18FXX y 16FXX, módulos de comunicación XBee y módulo GSM.

La comunicación entre las habitaciones y la estación de enfermería funciona inalámbricamente por medio de una red ZigBee conformada por módulos XBee. El PIC 16F628A recibe un pulso eléctrico proveniente de botones instalados en la habitación del paciente, categorizando los pulsos en dos tipos, pulso de llamado, del cual se diferenciará entre llamado simple y llamado de emergencia, y pulso de reset, que significa que el llamado fue atendido y el sistema puede ser usado de nuevo, el microcontrolador transmite una señal a través de un módulo XBee, hacia módulo XBee del panel principal, el cual está conectado al PIC 18F4550.

Cuando el sistema detecta que en una de las habitaciones hubo un llamado, se activa un Led indicando el número de habitación en el panel principal y una alarma sonora. Además, en una pantalla led conformada por 4 display de 7 segmentos, se muestra el número de la cama de la cual proviene el llamado, la activación de la alarma sonora se ejecuta a través de transistores lo que aumenta el tiempo de vida del mismo.

El sistema se pone en modo de espera cuando se realicen dos o más llamados al mismo tiempo, los llamados de emergencia se ubican en cola uno tras otro hasta que se hayan atendido en el orden en que se originaron, para ello un botón de reset será instalado en las habitaciones el cual deberá ser presionado por la enfermera cuando atienda el llamado de emergencia o llamado simple.

También se enviará un mensaje de texto a los números telefónicos del personal de enfermería encargado de dicho pensionado, indicando el número de la habitación que genero el llamado, a través de un módulo GSM SIM900, el mensaje de texto solo será un mensaje de notificación, el sistema no se reseteará por medio de

comandos AT enviados por mensaje texto desde el móvil, así se asegura que alguien del personal de enfermería se traslade hasta la habitación a suplir la emergencia pulsando el botón de cancelar ubicado en la pared.



## ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	TUTOR	TOPIC
2019	CERNA GONZÁLEZ VICTOR GUILLERMO	ING. LUIS SILVO CÓRDOVA	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WIRELESS CALL FOR NURSING THROUGH A ZIGBEE NETWORK WITH NOTIFICATION OF TEXT MESSAGES USING SIM900 GSM MODULE.
	VARGAS SELLÁN JONATHAN STEEVEN	RIVADENEIRA	

This project allows to effectively reduce the response time in emergencies in the rooms of the pensioner, using the microcontroller technology of the 18FXX and 16FXX families, XBee communication modules and GSM module.

The communication between the rooms and the nursing station works wirelessly through a network. ZigBee conformed by XBee modules. The PIC 16F628A receives an electrical pulse, as well as the call buttons, the call pulse, the call pulse, and the reset pulse, which means that the so-called microcontroller transmits a signal through an XBee module, towards the XBee module of the main panel, which is connected to the PIC 18F4550.

When the system detects a call in your room, it has been activated, a room number indicator has been activated in the main panel and an audible alarm. In addition, in a panel with 4 screens of 7 segments, the number of the room of the person called, the activation of the alarm is shown.

The system goes into standby mode when the email message is displayed. in the rooms which should be pressed by the nurse when he hears the emergency call.

A text message will also be sent to the telephone numbers of the nursing staff in charge of said pensioner, indicating the number of the room that generated the call, through a SIM900 GSM module, the text message will only be a notification message, The system can't be reset through the AT commands the send text from the mobile. In this way, it is ensured that someone from the infirmary moves to the room when sending the call to the reset button located on the wall.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	II
DECLARATORIA SOBRE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL .....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR.....	IV
DEDICATORIA .....	V
DEDICATORIA .....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE GENERAL .....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
1. EL PROBLEMA .....	1
1.1. Descripción del problema .....	1
1.1.1 Importancia y alcances .....	2
1.2. Delimitación .....	2
1.2.1 Espacial.....	2
1.2.2 Temporal .....	3
1.2.3 Académica.....	3
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos .....	3
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	4
2.1. Redes Inalámbricas.....	4
2.2. Redes ZigBee.....	4
2.3. Topología de Estrella.....	6
2.4. GSM.....	6
2.5. Elementos utilizados para el proyecto .....	7
2.5.1 Microcontrolador PIC.....	7
2.5.2 Módulos de comunicación XBee.....	8
2.5.3 XBee Explorer USB .....	10
2.5.4 Modulo GSM .....	10
2.5.5 Modulo LCD .....	11
2.5.6 Pantalla para estación de enfermería .....	12
2.5.7 Reloj de tiempo real DS1307 .....	13

2.5.8	Registros desplazamiento HCF4094BE.....	13
2.5.9	Reguladores de voltaje LM7805 .....	14
2.5.10	Adaptador de voltaje DC.....	15
2.5.11	Módulo PL2303 Conversor USB a TTL.....	16
2.5.12	Cajas de derivación Dexson .....	16
2.5.13	Proteus Design Suite .....	17
2.5.14	CCS C Compiler .....	17
2.5.15	. Software XCTU.....	18
2.5.16	Programador PICKit 2 .....	19
3.	MARCO METODOLÓGICO .....	19
3.1.	Diseño del sistema de llamado a enfermería. ....	19
3.1.1	Configuración del módulo Xbee S2C usando software XCTU.....	21
3.1.2	Configuración de módulo GSM SIM 900 mediante software HyperTerminal.....	22
3.2.	Diseño de tarjeta de circuito impresos .....	23
3.2.1	Diseño de tarjeta principal con PIC18F4550.....	24
3.2.2	Diseño de tarjeta de circuito impreso habitaciones simples con PIC 16F628A.....	25
3.2.3	Diseño de tarjeta de circuito impreso para habitaciones dobles con PIC 16F628A.....	27
3.2.4	Diseño de control de display de 7 segmentos.....	29
3.2.5	Diseño de PCB para botones de selección.....	29
3.2.6	Fuente de alimentación de display de 7 segmentos y simulación de segundero para reloj.....	30
3.3.	Conexiones y alimentación .....	30
3.4.	Diagrama de flujo de la comunicación desde la unidad central de enfermería.....	34
3.4.1	Diagrama de flujo de tarjeta de habitaciones .....	35
4.	RESULTADOS .....	37
4.1.	Unidad central de llamado a enfermería .....	37
4.2.	Pantalla Led .....	38
4.3.	Diseño de programas que controlan la funciones del sistema .....	39
4.4.	Unidad de cama .....	39
4.5.	Instalación ductos, tuberías y módulos de comunicación inalámbricos XBee S2C. ....	40
4.6.	Guía de diagramas esquemáticos e información en general relacionada con el funcionamiento del sistema.....	40

4.7. Mensajes notificación enviados a través del módulo GSM SIM900 .....	41
4.8. Pruebas de niveles de potencia de señal con programa XCTU .....	41
CONCLUSIONES .....	44
RECOMENDACIONES .....	44
BIBLIOGRAFÍA .....	45
ANEXOS .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Hospital de Niños “León Becerra” [1].....	2
Figura 2. Topologías de Red [5].....	5
Figura 3. Dispositivos de una red ZigBee [5].....	5
Figura 4. Topología estrella [7] .....	6
Figura 5. Topología en estrella de una red ZigBee [9].....	6
Figura 6. Microcontrolador Pic [13]. .....	7
Figura 7. Diagrama de pines Pic 18f4550 [14] .....	8
Figura 8. Diagrama de pines PIC 16F628a [15].....	8
Figura 9. Módulos inalámbricos de comunicación xbee [16] .....	9
Figura 10. Módulo xbee s2c 2mw de antena wire [17] .....	9
Figura 11. Módulo Xplorer USB para XBee [19].....	10
Figura 12. Módulo SIM900. [20].....	11
Figura 13. Módulo gsm sim900 toogoo [21] .....	11
Figura 14. Modulo LCD [22].....	12
Figura 15. Pantalla para estación de enfermería [23].....	12
Figura 16. Diagrama de pines DS1307 [25] .....	13
Figura 17. Diagrama de pines hcf4094be [26] .....	14
Figura 18. Diagrama de pines lm7805 [27]. .....	15
Figura 19. Adaptador 9V 1,2 A [28].....	15
Figura 20. Módulo PI2303 conversor USB a TTL [29] .....	16
Figura 21. Cajas de derivación Dexson [30].....	17
Figura 22. Interfaz de usuario del software CCS C Compiler [32] .....	18
Figura 23. Interfaz de usuario del software XCTU [34].....	18
Figura 24. Interfaz de usuario del software PICkit 2 [33].....	19
Figura 25. Topología estrella ZigBee [35]. .....	20
Figura 26. Parámetros iniciales de configuración en Software XCTU .....	21
Figura 27. Se configura Xbee en modo coordinador .....	22
Figura 28. Se configura Xbee en modo Router .....	22
Figura 29. Configuración de módulo GSM SIM900 .....	23
Figura 30. Diseño de PCB de tarjeta principal .....	24
Figura 31. Tarjeta principal vista en 3D.....	24
Figura 32. Diseño de PCB en ARES del sistema para habitaciones simples de una sola cama. ....	26
Figura 33. Diseño de PCB en ARES del sistema para habitaciones simples de una sola cama. ....	26
Figura 34. Diseño de PCB en ARES del sistema para con servicio para dos camas.....	27
Figura 35. Sistema para habitaciones dobles simulación en 3D. ....	28
Figura 36. Diseño de PCB en ARES de tarjeta de control de display de 7 segmentos.....	29
Figura 37. Diseño de PCB en ARES de tarjeta de botones de selección y configuración. ....	29
Figura 38. Fuente de alimentación de pantalla Led y circuito de segundero .....	30
Figura 39. Diagrama esquemático de Conexiones de la unidad central.....	31
Figura 40. Conexiones de tarjeta para habitaciones de una y dos camas.....	32

Figura 41. Diagrama esquemático de módulo de display de 7 segmentos que conforman la pantalla Led.....	33
Figura 42. Conexiones de fuente de alimentación de pantalla led . .....	33
Figura 43. Diagrama de flujo de la Unidad central de Enfermería. ....	34
Figura 44. Diagrama de flujo de la habitación con una cama. ....	35
Figura 45. Diagrama de flujo de la habitación con dos camas. ....	36
Figura 46. Unidad central procesando un llamado a enfermería. ....	37
Figura 47. Unidad central instalada en estación de enfermería.....	38
Figura 48. Pantalla LED mostrando la hora del día.....	38
Figura 49. Pantalla LED mostrando número de cama del paciente que realizó un llamado a enfermería.....	39
Figura 50. Dispositivo para una y dos camas en funcionamiento.....	39
Figura 51. Instalación eléctrica del dispositivo. ....	40
Figura 52. Mensajes de notificación enviados desde la unidad central a través del módulo GSM SIM900. ....	41
Figura 53. Pruebas de niveles de potencia de señal de unidad de cama #1.....	42
Figura 54. Pruebas de niveles de potencia de señal desde cama #2.....	42
Figura 55. Pruebas de niveles de potencia de señal desde cama # 3 - 4.....	43
Figura 56. Llegada de los XBee S2C y GSM SIM900. ....	63
Figura 57. Prueba de funcionamiento de los XBee mediante el software XCTU. ....	63
Figura 58. Prueba de funcionamiento del equipo GSM SIM900.....	64
Figura 59. Prueba de trasmisión y recepción de los XBee mediante el software XCT. ....	64
Figura 60. Equipos XBee conectados mediante XBee Usb Adapter. ....	65
Figura 61. Primer diseño en protoboard de la tarjeta principal del sistema. ....	65
Figura 62. Diseño en protoboard de la tarjeta principal del sistema con display LCD 20x4.....	66
Figura 63. Diseño en protoboard de tarjeta de habitaciones simples y dobles.....	66
Figura 64. Diseño en protoboard de circuito de control de dópala de 7 segmentos. ....	67
Figura 65. Montaje de componentes módulo de display de 7 segmentos. ....	67
Figura 66. Prueba de funcionamiento de displays de 7 segmentos. ....	68
Figura 67. Conexión de módulos de pantalla Led. ....	68
Figura 68. Tarjeta principal y pantalla LED. ....	69
Figura 69. Implementación de botones de configuración. ....	69
Figura 70. Montaje de componente de tarjeta de habitaciones simples y doble.....	70
Figura 71. Montaje de componentes en cajas.....	70
Figura 72. Diseño final de modulos de habitaciones, con todos sus componentes integrados.....	71
Figura 73. Diseño final de unidad central, con todos sus componentes integrados.....	71
Figura 74. Integración de las diferentes partes que conforman la unidad central. ....	72
Figura 75. Pruebas de funcioanmiento de pantalla led y unidad central.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Resumen de configuraciones de módulos Xbee.....	21
Tabla II. Resumen de configuraciones del módulo GSM SIM900.....	23
Tabla III. Componentes utilizados en tarjeta principal.....	25
Tabla IV. Componentes utilizados en sistemas de habitaciones simples.....	26
Tabla V. Componentes utilizados en sistemas de habitaciones dobles.....	28

## INTRODUCCIÓN

En el hospital León Becerra el cual brinda atención médica a niños y adultos, han buscado implementar un sistema que genere mayor beneficio a sus pacientes y disminuya la incidencia de insatisfacción en el servicio por medio de un llamado a enfermería que no sólo será de agrado del paciente sino de mucha ayuda al personal médico. Considerando que los pacientes no siempre se encuentran acompañados por una persona que los cuide y se puede producir algún tipo de emergencia cuando se encuentran solos. La tecnología ha permitido que por medio de un dispositivo electrónico inalámbrico se pueda responder rápidamente a este tipo de alertas sin la necesidad de que la persona que brinda la ayuda se encuentre cerca del paciente.

Se diseñó un sistema de llamado a enfermería, el cual funciona con módulos de comunicación inalámbrica ya que estos módulos ofrecen múltiples ventajas tienen la capacidad de enviar datos de alta confiabilidad dentro de entornos cerrados y crear redes muy amplias además del poco consumo de energía, el sistema implementado también cuenta con un módulo GSM que envía una notificación en un SMS lo cual amplía el rango de alcance del sistema ya que la limitante en este caso solo sería la cobertura de la operadora telefónica, permitiendo que el dispositivo funcione de la siguiente forma, cuando un paciente pulse un botón desde su cama o dispositivo instalado en la pared, el microcontrolador envía un dato por medio del xbee que es interpretado por el xbee que se encuentra en la estación de enfermería, cuando el sistema detecta que existe un llamado simple o de emergencia se muestra en una pantalla led el número de cama de la cual se generó el llamado a su vez se enciende un alarma sonora, y un led en la parte frontal de la unidad central que solo se apagará si se presiona el botón de reset que se sitúa en cada cama donde se encuentran los pacientes del pensionado.

Cuando un paciente presiona el botón de emergencia desde su habitación, la unidad central intermitentemente enciende un led y una alarma sonora, además muestra el número de cama que genera el llamado en la pantalla led y display LCD, y a través de un módulo GSM envía un SMS de notificación a los teléfonos del personal de enfermería respectivos.

## 2. EL PROBLEMA

### 2.1. Descripción del problema

La salud juega un papel muy importante en el cuidado del nivel de vida de la población, por eso es necesario que se enfatice en el cumplimiento de las normas establecidas, para un mejor desempeño de instituciones y entidades prestadoras de servicios de salud, quienes deberán considerar los diferentes factores que inciden en sus procesos, para cumplir a cabalidad con su misión.



El sistema de llamado de enfermería que se encontraba en operación, era un sistema alámbrico y funcionaba en base a lógica de contactos, lo que implica que sus componentes electromecánicos y conexiones de comunicación sufrían de desgaste con el tiempo, además tenía poca utilidad por parte de pacientes y personal de enfermería, por lo tanto ,al ser un sistema no muy llamativo visualmente el uso no era frecuente, de manera que los pacientes no estaban seguros de que su llamado sería respondido con prontitud, para ello es necesario diseñar e implementar un sistema moderno y eficaz de llamado a enfermería.

### 2.1.1 Importancia y alcances

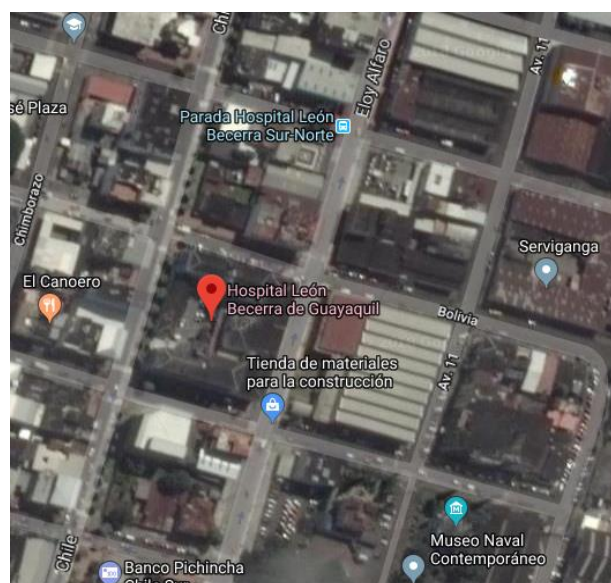
Debido a la demanda en cuidados y atenciones especiales que requieren los pacientes que permanecen en el pensionado, se diseñó e implementó un sistema inalámbrico, acorde a las tecnologías actuales, cumpliendo con los parámetros necesarios para que el sistema lo utilicen pacientes y personal del hospital, disminuyendo el tiempo en que los llamados a enfermería son atendidos.

Los pacientes y personal de enfermería del Hospital de Niños León Becerra serán los beneficiarios directos de este proyecto.

## 2.2. Delimitación

### 2.2.1 Espacial

El proyecto se desarrolló en la sala de post operatorio y estación de enfermería del área de cirugía del Hospital de Niños León becerra, ubicado en las calles Bolivia 2402 y Eloy Alfaro, del cantón Guayaquil, provincia del Guayas.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del Hospital de Niños "León Becerra" [1]

## **2.2.2 Temporal**

El proyecto técnico se realizó en el transcurso del año 2017-2019, tuvo un transcurso de 23 meses a partir de la fecha de aprobación del plan.

## **2.2.3 Académica**

En la parte académica, el proyecto abarca conocimientos de las asignaturas electrónica analógica, electrónica digital, programación, sistemas microprocesados de la carrera Ingeniería Electrónica.

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar un sistema inalámbrico de llamado a enfermería a través de una red ZIGBEE con notificación de mensajes de texto utilizando módulo GSM SIM900.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar tarjeta electrónica de control general del sistema de llamado a enfermería con PIC 18F4550.
- Diseñar programa controlador de las funciones del sistema.
- Diseñar tarjeta electrónica para habitaciones con PIC 16F628A.
- Instalar ductos, tuberías y módulos de comunicación inalámbricos XBee S2C.
- Elaborar una guía de diagramas esquemáticos, diagrama unifilar de instalaciones eléctricas y electrónicas e información en general relacionada con el funcionamiento del sistema.
- Configurar módulo GSM SIM900 que enviara notificaciones por medio de SMS.
- Realizar pruebas de recepción de niveles de potencia de señal, de los módulos de comunicación XBee.

### **3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

En la siguiente sección se encuentra el análisis y la teoría que sirve como fundamento para desarrollo del proyecto, basado en fuentes documentales y/o trabajos anteriores.

#### **3.1. Redes Inalámbricas**

Una red inalámbrica es una red en la que dos o más terminales se pueden comunicar sin la necesidad de una conexión por cable. Gracias a las redes inalámbricas, un usuario puede mantenerse conectado cuando se desplaza dentro de una determinada área geográfica [2].

Estas redes se basan en una conexión que utiliza ondas electromagnéticas en lugar de cableado. Existen diferentes tecnologías dependiendo de la frecuencia de transmisión, el alcance y la velocidad de transmisión.

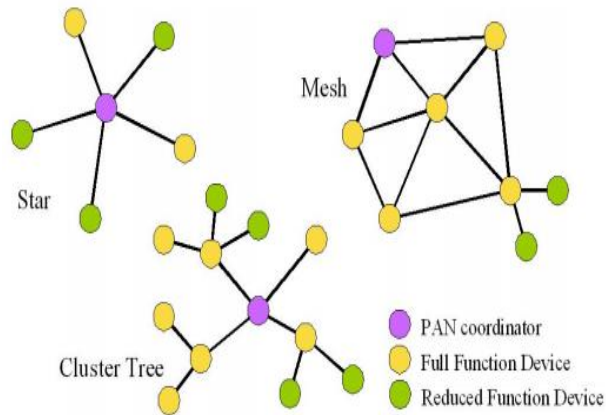
También, permiten que dispositivos lejanos se conecten sin problema, y sea que estos se encuentren a unos metros de distancia como varios kilómetros. Estas redes no necesitan de ningún cambio en la infraestructura al momento del montaje, como pasa con las redes cableadas.

#### **3.2. Redes ZigBee**

ZigBee es un estándar para conectividad inalámbrica, dirigido a posibilitar la interoperabilidad de productos orientados al control del hogar, automatización de edificios y control y monitorización industrial [3].

Este se diseñó para grandes redes de sensores, presentando las siguientes propiedades: fiabilidad, larga duración de las baterías de los dispositivos, bajos costes, tamaño pequeño y fácil de usar. ZigBee opera en las bandas libres de 2.4GHz, 858 MHz para Europa y 915 MHz para Estados Unidos.

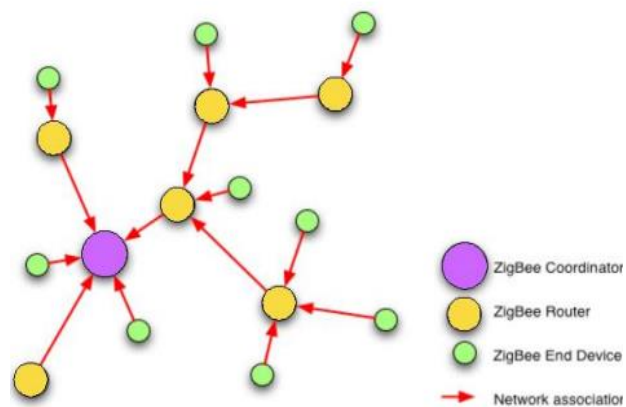
Debido a la gran cantidad de nodos que puede tener una red ZigBee, se puede utilizar diversas topologías de red: en estrella, en malla o en grupo de árboles [4]



**Figura 2.** Topologías de Red [5]

En ZigBee hay tres tipos de dispositivos:

- **Coordinador**
  - Sólo puede existir uno por red.
  - Inicia la formación de la red.
  - Es el coordinador de PAN.
- **Router**
  - Se asocia con el coordinador de la red o con otro router ZigBee.
  - Puede actuar como coordinador.
  - Es el encargado del enrutamiento de saltos múltiples de los mensajes.
- **Dispositivo final**
  - Elemento básico de la red.
  - No realiza tareas de enrutamiento.



**Figura 3.** Dispositivos de una red ZigBee [5]

### 3.3. Topología de Estrella

Es una red en la cual todas las comunicaciones se deben hacer a través de un punto central y las estaciones están conectadas directamente a dicho punto. Entre los dispositivos no hay conexión alguna, de esta manera no se crea tanto tráfico de información. Dada su transmisión, una red activa tiene un nodo central activo que normalmente puede prevenir problemas con respecto al eco [6].



Figura 4. Topología estrella [7]

En el caso de redes ZigBee, se configura un solo coordinador, este dispositivo debe ser de funciones completas. El coordinador tiene la función de comunicar a todos los dispositivos de la red, mediante tablas de direccionamiento directo, cual es el destino de un paquete [8].

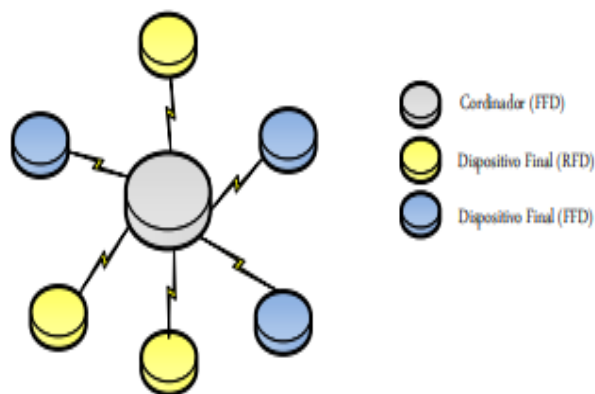


Figura 5. Topología en estrella de una red ZigBee [9].

### 3.4. GSM

GSM (Sistema Global para comunicaciones móviles) es una tecnología celular digital abierta que se utiliza para transmitir servicios móviles de voz y datos [10].

Los servicios GSM se transmiten a través del espectro de 850MHz en muchos países de América Latina. Considerando el uso del espectro armonizado en muchas partes del mundo y la capacidad de itinerancia internacional de GSM, los servicios móviles son los mismos en el hogar y el extranjero. GSM permite acceder a usuarios a través del mismo código de móvil en hasta 219 países.

Las redes terrestres GSM ahora cubren más del 90% de la población mundial. El servicio de roaming por satélite GSM también ha ampliado el acceso a servicios en áreas donde la cobertura terrestre no está disponible [11].

### **3.5. Elementos utilizados para el proyecto**

#### **3.5.1 Microcontrolador PIC**

Los microcontroladores tendrán la función de arranque del sistema, controlar los pulsos de las botoneras de las habitaciones, el envío y recepción de los llamados de las habitaciones, el envío de los mensajes SMS, configuración de hora y fecha.

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, esto es CPU, RAM EEPROM, circuitos de entrada y salida [12].



**Figura 6.** Microcontrolador Pic [13].

Los microcontroladores tienen terminales de entrada o salida llamados puertos, cuyos nombres se encuentran de forma alfabética: A, B, C, D etc. Cada puerto puede tener hasta 8 terminales, cuyo comportamiento es el de una entrada o salida digital. También tienen puertos asignados a un bloque funcional: convertidor AD, USART, I2C, etc.[12].

Los microcontroladores que se usaron para el desarrollar el sistema son de la serie 16F y 18F

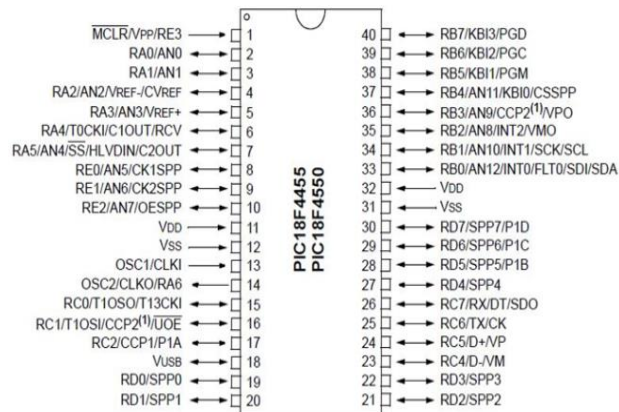


Figura 7. Diagrama de pines Pic 18f4550 [14]

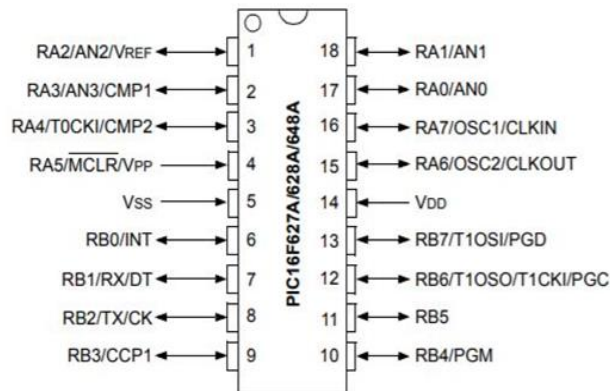
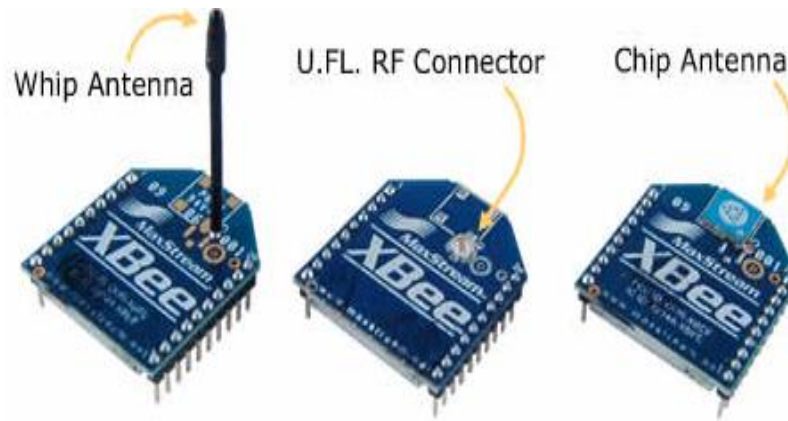


Figura 8. Diagrama de pines PIC 16F628a [15]

### 3.5.2 Módulos de comunicación XBee

Estos módulos inalámbricos forman una parte vital del sistema de comunicación entre microcontroladores, ya que permiten la comunicación inalámbrica entre las habitaciones de los pacientes, con la estación de enfermería.

Los XBee son pequeños chips azules capaces de comunicarse de forma inalámbrica unos con otros los cuales trabajan con la norma IEEE 802.15.4 la cual les permite crear redes punto a multipunto y también redes punto a punto [16]



**Figura 9.** Módulos inalámbricos de comunicación xbee [16]

Tipo de antena utilizada:

- Antena Wire

Para la red inalámbrica ZigBee se utilizan los módulos XBee S2C.



**Figura 10.** Módulo xbee s2c 2mw de antena wire [17]

Características XBee S2C:

- Velocidad de datos: RF 250 Kbps, Serial hasta 1 Mbps
- Rango interior-urbano: Hasta 200 pies (60 m)
- Rango exterior-línea de vista: Hasta 4000 pies (1200 m)
- Potencia de transmisión: 3.1 mW (+5 dBm) / 6.3 mW (+8 dBm) en modo impulso
- Sensibilidad del receptor: -100 dBm / -102 dBm en modo impulso
- Temperatura de funcionamiento: -40° C a +85° C
- Voltaje de alimentación: 2.1 a 3.6 V



### 3.5.3 XBee Explorer USB

Este módulo permite una fácil conexión con las tarjetas de las habitaciones y la tarjeta principal, además, de una fácil programación de los módulos XBee.

Esta unidad funciona con todos los módulos XBee, incluyendo la Serie 1 y la Serie 2.5, versión estándar y Pro. Se conecta la unidad XBee al XBee Explorer, mediante un cable mini USB y se tiene acceso directo a los pines de programación y serie de la unidad XBee. Esta placa tiene un convertidor USB a serie, lo que traduce los datos entre la computadora y el XBee [18].



**Figura 11.** Módulo Xplorer USB para XBee [19]

### 3.5.4 Modulo GSM

El Módulo GSM / GPRS cuatribanda de tipo SMT, está diseñado con un procesador de un chip muy potente que tiene el núcleo AMR926EJ-S, lo cual permite obtener ventajas en la rentabilidad y uso espacial.

Con una interfaz estándar, el SIM900 ofrece un rendimiento GSM / GPRS 850/900/1800 / 1900MHz para voz, SMS, datos y fax en un formato pequeño y con un consumo de energía bajo. Cuyas dimensiones de 24 mm x 24 mm x 3 mm permiten al SIM900 ajustarse a casi todos los requisitos de espacio en sus aplicaciones M2M, principalmente en aplicaciones de diseños de sistemas compactos, como shlied diseñados para placas de desarrollo de hardware libre [20].



**Figura 12.** Módulo SIM900. [20].

Características:

- Cuadribanda 850 MHz
- Control vía comandos AT
- Servicio de SMS
- Puerto serie seleccionable
- Rango de temperatura industrial -40°C hasta 85°C
- Tamaño 8.5 x 5.7 x 2 cm



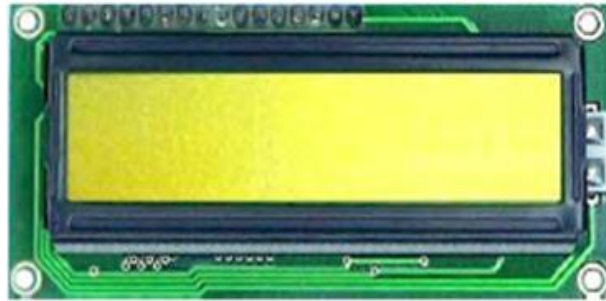
**Figura 13.** Módulo gsm sim900 toogoo [21]

### 3.5.5 Modulo LCD

Un módulo LCD se ubica en el tablero principal, donde se muestra el inicio del sistema, configuración de hora y fecha, y visualización de hora y fecha, llamado de las habitaciones y envío de mensajes.

Los módulos LCD (display de cristal líquido) son utilizados para mostrar mensajes que indican al operario el estado de la máquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores cualquier carácter ASCII, y consumen mucho menos que

los display de 7 segmentos, existen de varias presentaciones por ejemplo de 2 líneas por 8 caracteres, 2x16, 20x4, 4x20, 4x40 etc. sin backlight (14 pines) o con backlight (16 pines, iluminado de pantalla) [22].



**Figura 14.** Modulo LCD [22]

### 3.5.6 Pantalla para estación de enfermería

Una pantalla se ubica frente a la estación de enfermería, donde se visualiza de hora y fecha y el número de las habitaciones que realizó el llamado.

Esta pantalla se puede colocar en la o las estaciones de enfermería, para que genere un aviso cuando algún paciente está necesitando atención, esta pantalla muestra un aviso visual que permite ver la habitación desde la cual le están llamando, así como un aviso auditivo para llamar la atención del personal, puede también ver un historial de las llamadas realizadas [23].



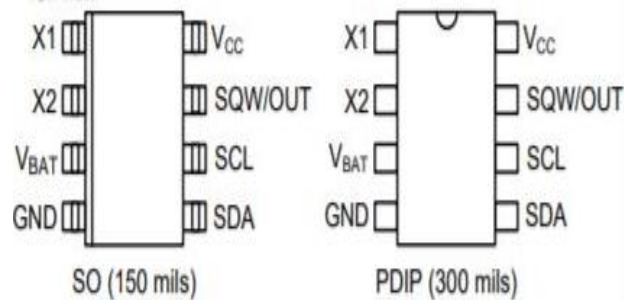
**Figura 15.** Pantalla para estación de enfermería [23]

Se diseñó una pantalla led para la estación de enfermería utilizando 4 display de 7 segmentos y registros de desplazamiento HCF4094BE.

### 3.5.7 Reloj de tiempo real DS1307

Un DS1307 se ubica en la tarjeta principal del proyecto, para la configuración de hora y fecha, y posterior visualización en el módulo LCD y pantalla de estación de enfermería. El reloj de tiempo real en serie (RTC) DS1307 es un reloj-calendario decimal de código binario completo (BCD) de baja potencia más 56 bytes de NV SRAM. Los direccionamientos de memoria y los datos se envían a través del protocolo I2C, este circuito integrado que provee de información como horas, minutos, segundos, días meses y años, estos datos pueden ser gestionados por un microcontrolador que tenga integrado un módulo de comunicación apropiado.

El DS1307 posee la función de detectar si el suministro de energía principal es suspendido, rápidamente se cambiara al suministro de energía de respaldo para no perder datos y seguir con su funcionamiento normal hasta que la fuente principal sea restablecida [24].

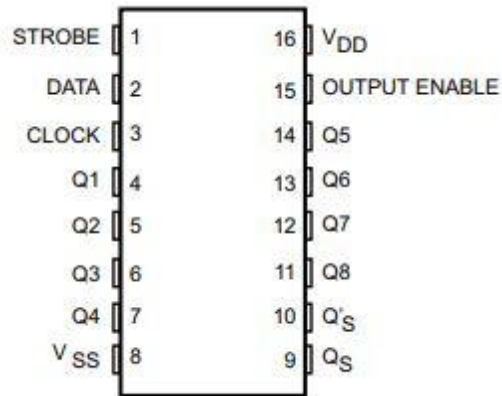


**Figura 16.** Diagrama de pines DS1307 [25]

### 3.5.8 Registros desplazamiento HCF4094BE

Se utilizó para el diseño de la pantalla de estación de enfermería El HCF4094 es un registro de desplazamiento en serie de 8 etapas que tiene un pestillo de almacenamiento asociado con cada etapa para colocar datos de la entrada en serie a salidas de 3 estados con búfer en paralelo. Las salidas paralelas se pueden conectar directamente a las líneas de bus comunes. Los datos se desplazan en la transición positiva del reloj.

Los datos en cada etapa de registro de desplazamiento se transfieren al registro de almacenamiento cuando la entrada de STROBE es alta. Los datos en el registro de almacenamiento aparecen en las salidas cada vez que la señal de salida de activación es alta. Hay dos salidas en serie disponibles para conectar en cascada varios dispositivos HCF4094. Los datos están disponibles en el terminal de salida serie QS en los bordes positivos del reloj para permitir el funcionamiento a alta velocidad en un sistema en cascada en el que el tiempo de subida del reloj es rápido [26].



**Figura 17.** Diagrama de pines hcf4094be [26]

Características:

- Salidas paralelas de 3 estados para conexión a bus común.
- Salidas en serie separadas síncronas a los flancos de reloj positivos y negativos para la cascada
- Funcionamiento a velocidad media de 5 MHz a 10 V

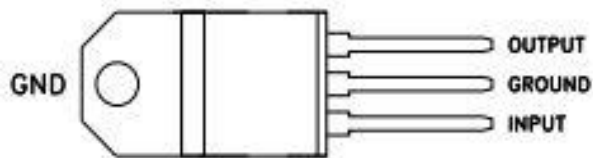
### 3.5.9 Reguladores de voltaje LM7805

Los reguladores LM7805 mantienen una tensión de 5 V DC, para la tarjeta principal y las tarjetas de habitaciones del sistema de llamado a enfermería.

La serie L78xx de reguladores positivos de tres terminales, está disponible en diferentes voltajes fijos de salida, lo cual hace que sea muy utilizado en varias aplicaciones electrónicas.

Este tipo de reguladores pueden proveer de voltajes regulados en tarjetas electrónicas, anulando los problemas de distribución relacionados a la regulación en un solo punto, además cuenta con protecciones de limitación de corriente, voltaje y apagado por sobrecalentamiento,

El LM7805 provee de un voltaje de salida fijo de 5 voltios y una corriente promedio de 1A, también pueden llegar a entregar corrientes máximas de hasta 1,5 amperios acompañados de un disipador, a pesar de que estos dispositivos son diseñados esencialmente como reguladores de voltaje fijo, también pueden ser usados como componentes externos para conseguir voltajes y corrientes variables [27]



**Figura 18.** Diagrama de pines lm7805 [27].

Características:

- Corriente de salida hasta 1.5 A
- Voltajes de salida de 5 (voltaje de salida del LM7805); 6; 8; 8.5; 9; 12; 15; 18; 24 V
- Protección de sobrecarga térmica
- Protección contra cortocircuitos
- Tolerancia de tensión de salida del 2% (versión A)
- Garantizado en rango de temperatura extendido (versión A)

### 3.5.10 Adaptador de voltaje DC

Los adaptadores de voltaje son la fuente de alimentación para el tablero principal, las tarjetas de habitaciones simples y dobles y la pantalla led de estación de enfermería.

Un transformador de conmutación AC de pared a 9VDC. Es una fuente de alimentación conmutada, lo que significa que la salida es regulada a 9V y la corriente de salida es mayor (1 A) [28].

Estos adaptadores de pared son perfectos para suministrar energía a muchos equipos únicos de mesa.



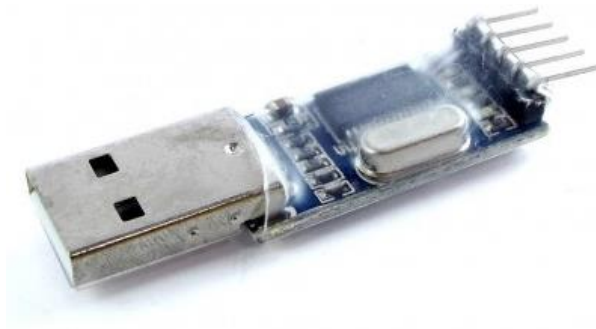
**Figura 19.** Adaptador 9V 1,2 A [28]

Características:

- Entrada: 110-220VAC
- Salida: 9VDC / 1000mA
- Conector: Espiga 5.5 x 2.1mm

### 3.5.11 Módulo PL2303 Conversor USB a TTL

Este módulo permite convertir los niveles de voltaje de un puerto USB en niveles de voltaje TTL que son compatibles con los niveles de voltajes que utiliza un puerto UART o puerto serial, de la mayoría de los microcontroladores que vienen integrados en tarjetas de desarrollo como Arduino/Raspberry Pi, etc [29].



**Figura 20.** Módulo PL2303 conversor USB a TTL [29]

Características:

- Circuito integrado PL2303HX
- Salida de voltajes (5 y 3.3)V
- Niveles de voltaje TTL de (0-5)V en pines rx y tx
- Leds indicadores de encendido, transmisión y recepción de data
- Fusible automático reseteable de 500 mA.

### 3.5.12 Cajas de derivación Dexson

Este tipo de cajas se utilizaron para colocar y dar soporte a botones, tarjetas pcb, luces Led, del sistema de llamados a enfermería de los diferentes módulos de habitaciones y unidad central, al ser cajas fabricadas con materiales de alta resistividad, el cual brinda sorprendente condiciones mecánicas, con un elevado grado de protección ante agentes químicos, además de ser autoextinguibles y libre de mantenimiento, la tapa se ajusta mediante tornillos de plástico, no se oxidan y tienen un grado de protección IP55 (protegidos contra polvo y agua) [30].



**Figura 21.** Cajas de derivación Dexson [30]

### **3.5.13 Proteus Design Suite**

En este programa se diseñó las tarjetas PCB de control de los display de la pantalla de la estación, tarjeta de la habitación simple, tarjeta de la habitación doble y tarjeta principal del sistema.

Proteus Design Suite permite el diseño de circuitos y la simulación de los diferentes dispositivos electrónicos que se encuentran comercialmente, el programa antes mencionado es una solución de software que integra también el diseño de PCB.

Dentro del IDE Proteus interviene dos programas que permiten la realización de circuitos esquemáticos y el diseño de tarjetas PCB los cuales son ARES e ISIS, gracias a estas dos plataformas, el usuario tiene un flujo de trabajo más rápido y cómodo, esto ayuda a que el productor final pueda ser realizado en menor tiempo[31].

### **3.5.14 CCS C Compiler**

Mediante este software se desarrolló el código de programación para los microcontroladores de la tarjeta principal y las tarjetas de habitaciones simple y doble del sistema.

CCS C Compiler es un compilador en lenguaje C para microcontroladores que brinda soluciones de software para desarrolladores de aplicaciones integradas que utilizan PIC de la familia PIC16F y/o PIC18F. Los compiladores son fáciles de usar y rápidos de aprender.



Además, incluye la biblioteca más grande de funciones incorporadas, comandos de preprocesadores específicos para PIC de la familia PIC16F y/o PIC18F y programas de ejemplo listos para ejecutar [32].

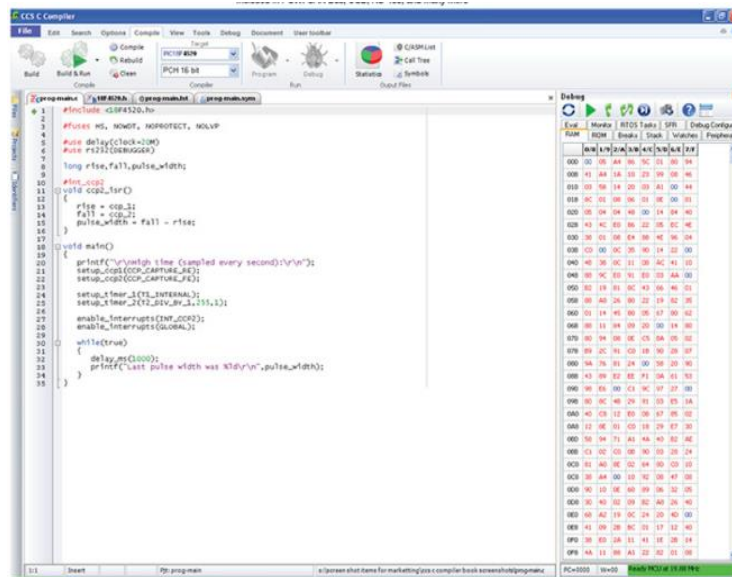


Figura 22. Interfaz de usuario del software CCS C Compiler [32]

### 3.5.15 . Software XCTU

Este software se utilizó para la configuración de los módulos XBee S2C, además de comprobar la comunicación entre módulos. XCTU es una aplicación multiplataforma que permite la interacción con los módulos XBee, a través de una interfaz gráfica que facilita la configuración y prueba de los módulos RF XBee [34].

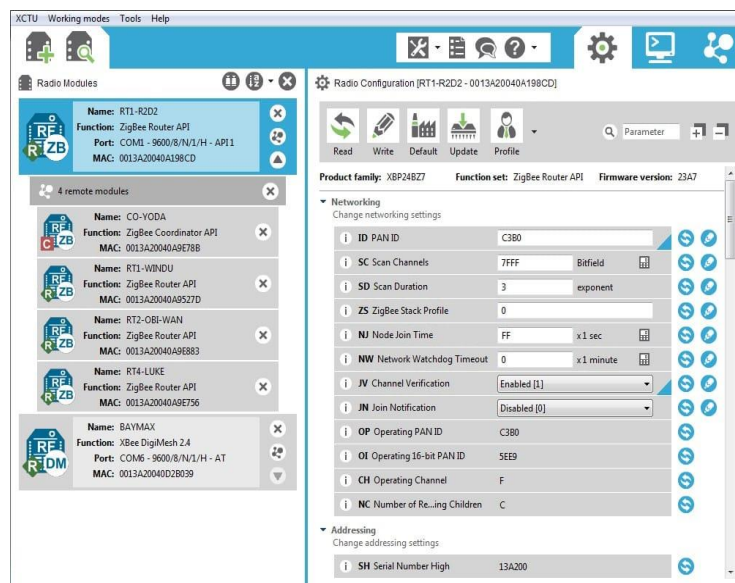


Figura 23. Interfaz de usuario del software XCTU [34]

Las herramientas graficas que incluye este software permiten acceder rápidamente a los parámetros y características únicas que posee cada módulo XBee, además de tener la opción de realizar un test de rango de señal, lo que permite dimensionar la red y la distancia máxima de separación de cada elemento que conforma la red.

### 3.5.16 Programador PICKit 2

Se utilizó para cargar los programas realizados en CCS C Compiler en los microcontroladores de las tarjetas de las habitaciones simple y doble, y de la tarjeta principal del sistema.

El programa/depurador PICKit 2 es un software y hardware de desarrollo de bajo precio, asequible para aficionados y profesionales de la electrónica, PICKit 2 viene acompañado de una interfaz sencilla y fácil de usar para depurar y programar microcontroladores. Capaz de programar en la mayoría de microcontroladores Flash (PIC16F y PIC18F) y dispositivos serie EEPROM [33].

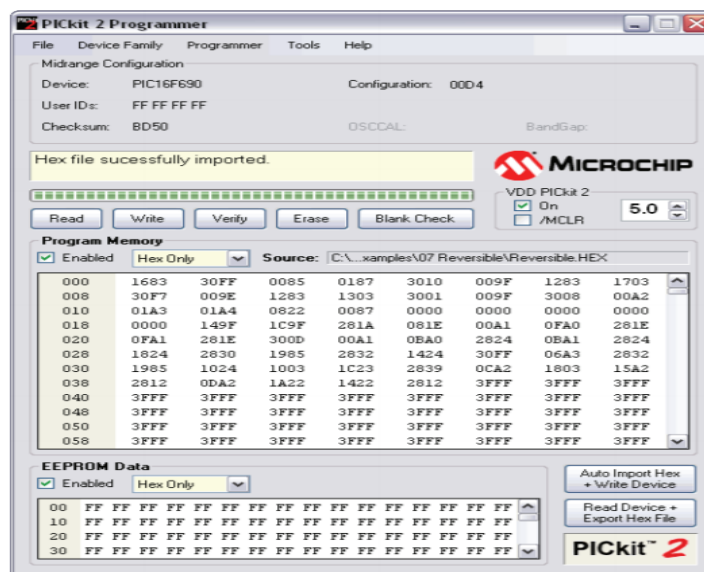


Figura 24. Interfaz de usuario del software PICKit 2 [33]

## 4. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Diseño del sistema de llamado a enfermería.

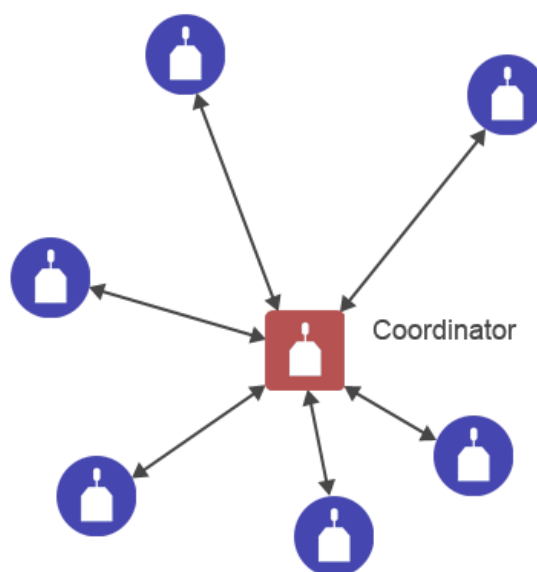
Para este sistema de llamado a enfermería se diseñaron 5 circuitos de control que están incorporados en la unidad central, dispositivos de habitaciones, pantalla led y simulador de segundero para el reloj, en los dispositivos de habitaciones se diseñó un circuito de control del sistema para una y dos camas, ambos circuitos son

bastante similares, su diferencia radica en que se adicionaron 2 botones, uno de llamado simple y otro de emergencia, para habitaciones con dos camas.

En la unidad central de enfermería se encuentra un módulo de comunicación inalámbrica Xbee configurado en modo Coordinador conectado directamente al Pic 18F4550 por sus pines de RX y TX respectivamente, también se configuró un módulo GSM SIM900 que realiza la función de enviar un mensaje de notificación cuando se haya producido una emergencia, para que estos módulos de comunicación inalámbrica puedan funcionar en un PIC que solo posee un puerto UART() físico, en la programación se utilizó un algoritmo que permite crear puertos UART() por software, en el puerto principal por Hardware se conectó el módulo Xbee S2C, y en el puerto configurado por software el módulo GSM SIM900, esta unidad central hace uso de otros puertos de comunicación serial integrados en el PIC para poder comunicarse con sus diferentes periféricos, comunicación I2C() para obtener datos de hora y fecha el cual provienen del RTC DS1307 y comunicación SPI para la comunicación con la pantalla led.

El sistema de llamado desde habitaciones está conformado principalmente del PIC 16F628A y módulo de comunicación inalámbrica Xbee S2C configurado en modo Router, el cual se comunica con el dispositivo instalado en la unidad central de enfermería.

Para lograr la comunicación entre las habitaciones de los pacientes y la unidad central de enfermería se utilizó la topología estrella en la red Zigbee, y la configuración de cada módulo XBee se realizó a través del módulo xbee explorer usb y el software XCTU de la empresa DIGI.



**Figura 25.** Topología estrella ZigBee [35].

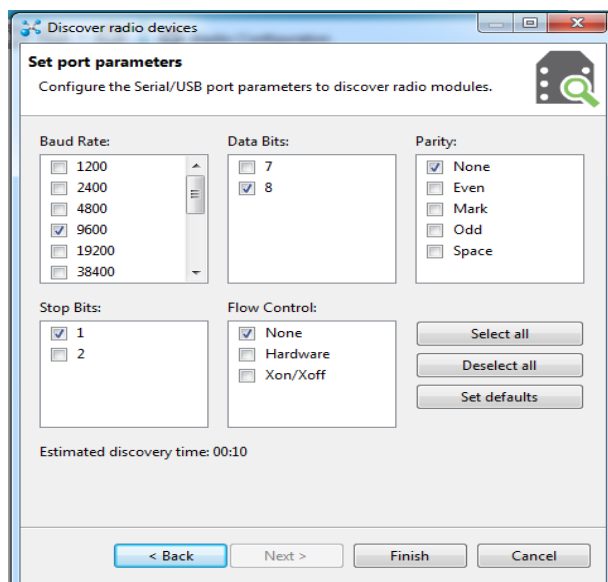
La pantalla led conformada por registros de desplazamientos HCF4094BE y display de 7 segmentos y es utilizada para mostrar hora, minutos, y los números de habitaciones que generan un llamado a la estación de enfermería, su comunicación con la unidad central es mediante el protocolo de comunicación SPI(Serial Peripheral Interface).

#### 4.1.1 Configuración del módulo Xbee S2C usando software XCTU

Se utilizó el software XCTU de la empresa DIGI y módulo EXPLORER\_USB (Regulador de tensión y convertir de señal a USB) para poder configurar el módulo Xbee S2C desde el computador como se lo muestra a continuación:

**Tabla I.**  
Resumen de configuraciones de módulos Xbee.

MODO COORDINADOR	MODO ROUTER
PAN ID = 1209	PAN ID = 1209
CE COORDINADOR ENABLE = ENABLED[1]	JV CHANNEL VERIFICATION= ENABLED[1]
	CE COORDINADOR ENABLE = DISABLED[0]
	DH=0
	DL=0



**Figura 26.** Parámetros iniciales de configuración en Software XCTU

Change networking settings

i ID PAN ID	1209	
i SC Scan Channels	7FFF	Bitfield
i SD Scan Duration	3	exponent
i ZS ZigBee Stack Profile	0	
i NJ Node Join Time	FF	x1 sec
i NW Network Watchdog Timeout	0	x1 minute
i JV Channel Verification	Disabled [0]	
i JN Join Notification	Disabled [0]	
i OP Operating PAN ID	1209	
i OI Operating 16-bit PAN ID	4F11	
i CH Operating Channel	E	
i NC Number of Remaining Children	14	
i CE Coordinator Enable	Enabled [1]	
i DO Device Options	0	Bitfield
i DC Device Controls	0	Bitfield

**Figura 27.** Se configura Xbee en modo coordinador

Change networking settings

i ID PAN ID	1209	
i SC Scan Channels	7FFF	Bitfield
i SD Scan Duration	3	exponent
i ZS ZigBee Stack Profile	0	
i NJ Node Join Time	FF	x1 sec
i NW Network Watchdog Timeout	0	x1 minute
i JV Channel Verification	Enabled [1]	
i JN Join Notification	Disabled [0]	
i OP Operating PAN ID	1209	
i OI Operating 16-bit PAN ID	4F11	
i CH Operating Channel	E	
i NC Number of Remaining Children	14	
i CE Coordinator Enable	Disabled [0]	
i DO Device Options	0	Bitfield
i DC Device Controls	0	Bitfield

**Figura 28.** Se configura Xbee en modo Router

#### 4.1.2 Configuración de módulo GSM SIM 900 mediante software HyperTerminal

Para la configuración del módulo SIM900 se utilizó el Módulo PL2303 Conversor USB a TTL y el programa HyperTerminal para enviar comandos AT desde el computador.

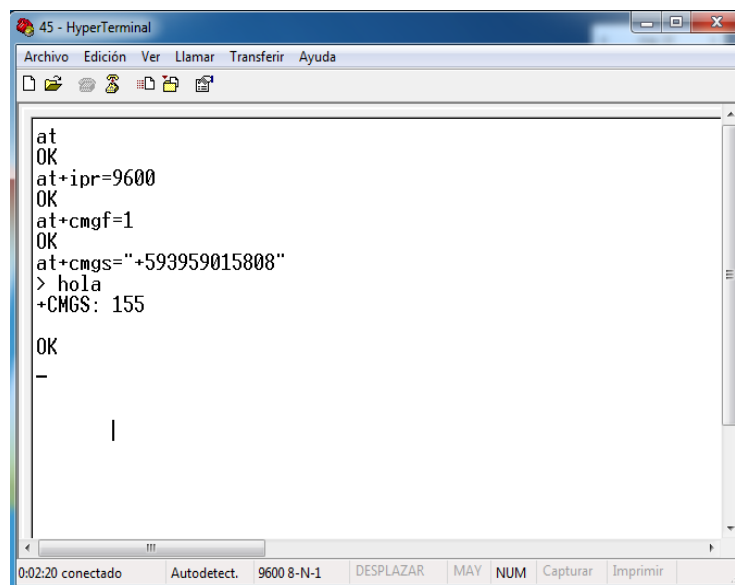
Al iniciar la configuración se debe verificar que el módulo se haya conectado de forma exitosa con el computador, para ello se envía un comando AT, si el

dispositivo devuelve un OK de confirmación, indica que el modulo está sincronizado listo y para ser configurado por medio de la computadora y usado por un microcontrolador.

**Tabla II.**

Resumen de configuraciones del módulo GSM SIM900

COMANDOS AT	DESCRIPCION
<b>AT</b>	Verificar si existe comunicación el modulo devuelve un <b>OK</b>
<b>AT+IPR=9600</b>	Configura velocidad del puerto UART
<b>AT+CMGF=1</b>	Configura modo texto para envío de SMS
<b>AT+CMGS="+593xxxxxxxx"</b>	Comando para enviar SMS



**Figura 29.** Configuración de módulo GSM SIM900

#### 4.2. Diseño de tarjeta de circuito impresos

Dentro de la etapa de integración de los diferentes dispositivos que componen este sistema, se diseñaron tarjeas electrónicas pequeñas, para esto se utilizó el software Proteus, Isis para simulación y Ares para el diseño de los PCB que se muestran en este documento.

#### 4.2.1 Diseño de tarjeta principal con PIC18F4550

Esta tarjeta es la que corresponde al dispositivo coordinador que recibe todas las llamadas de emergencia de las diferentes habitaciones, así como controla el reloj, el panel de indicadores leds y el módulo GSM SIM 900 encargado de enviar los mensajes de notificación.

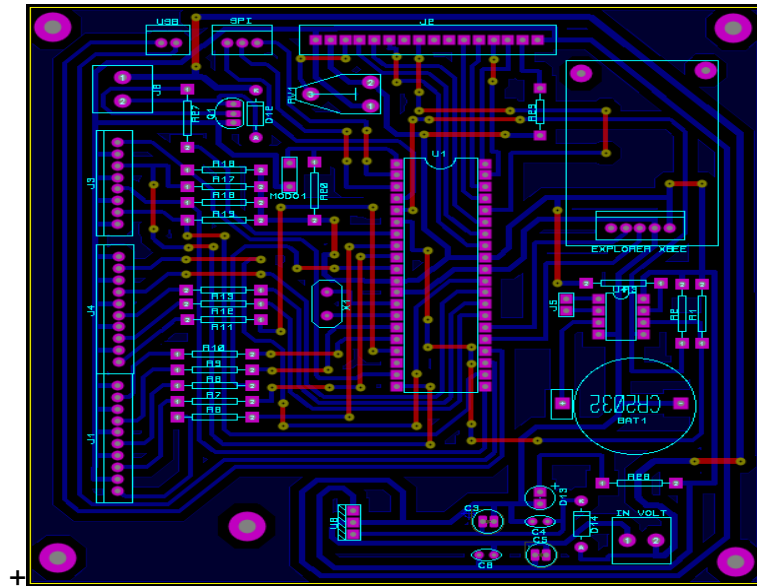


Figura 30. Diseño de PCB de tarjeta principal

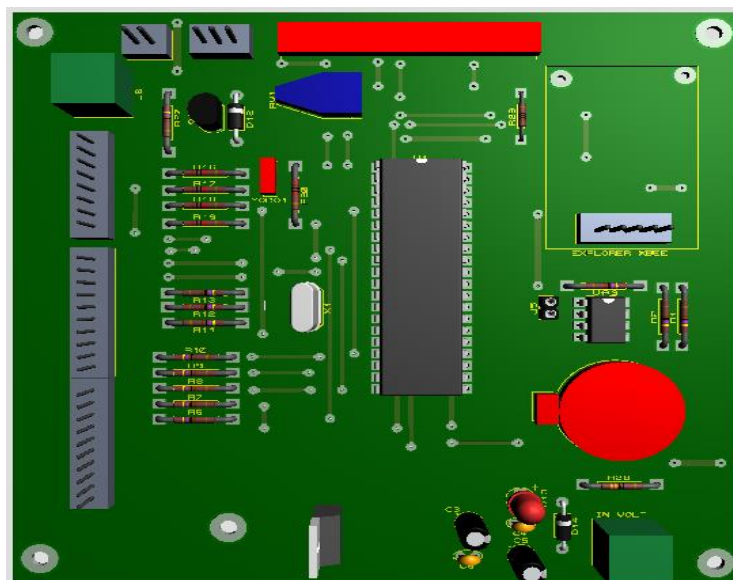


Figura 31. Tarjeta principal vista en 3D

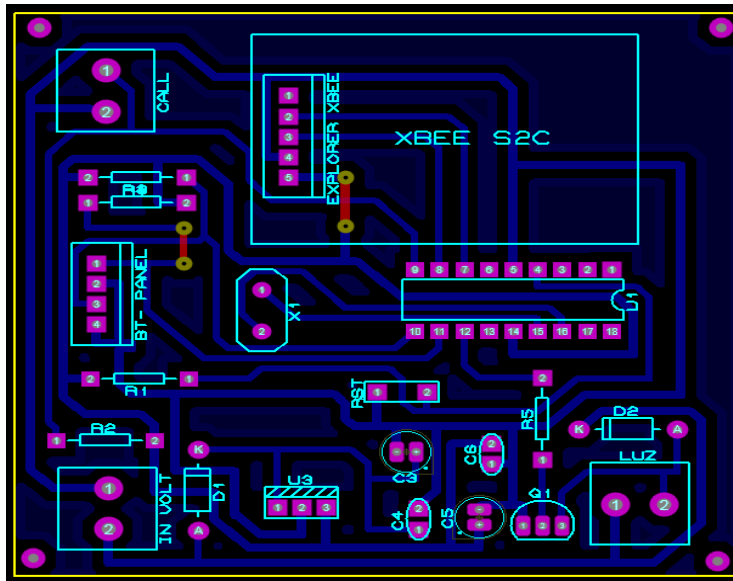
**Tabla III.**  
Componentes utilizados en tarjeta principal

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>
PIC18F4450	1
Cristal de Cuarzo de 4Mhz	1
Xbee s2c	1
L78S05	1
Diodo rectificador 1N4007	1
Capacitores de 100 nF	2
Capacitores de 220uF	1
Capacitores de 10uF	1
Capacitores de 1uF	1
Capacitores de 100uF	1
Resistencia de 10K ohmios	5
Resistencia de 4.7K ohmios	4
Resistencia de 100 ohmios	1
Resistencia de 330 ohmios	8
Transistor 2n3904	1
Zócalo de 4 pines	1
Botón pulsador de 4 pines	4
Conector de micrófono de 4 pines	1
Bornera de 2 pines	2
Batería CR2032	1
Porta pilas	1
Cables Jampers	49
Modulo explorer usb	1
Potenciómetro	1
Header pines (macho)	33
Ds1307	1
Cristal de Cuarzo de 32.768 Hz	1
Zocalo de 40 pines	1

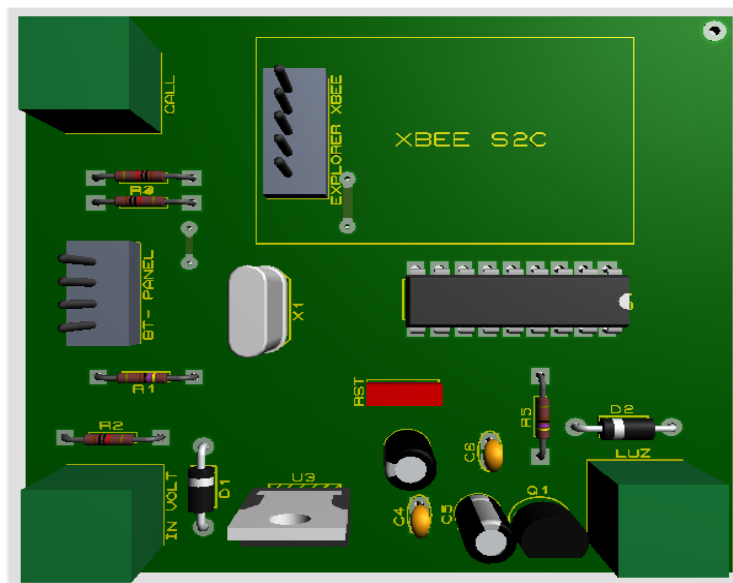
#### **4.2.2 Diseño de tarjeta de circuito impreso habitaciones simples con PIC 16F628A**

Este dispositivo ha sido diseñado para el uso de una sola cama dentro de una habitación, esta tarjeta contiene las conexiones para el xbee, el PIC y entradas de los botones de tipo pulsantes para las llamadas simples, emergencia y cancelación de la llamada.





**Figura 32.** Diseño de PCB en ARES del sistema para habitaciones simples de una sola cama.



**Figura 33.** Diseño de PCB en ARES del sistema para habitaciones simples de una sola cama.

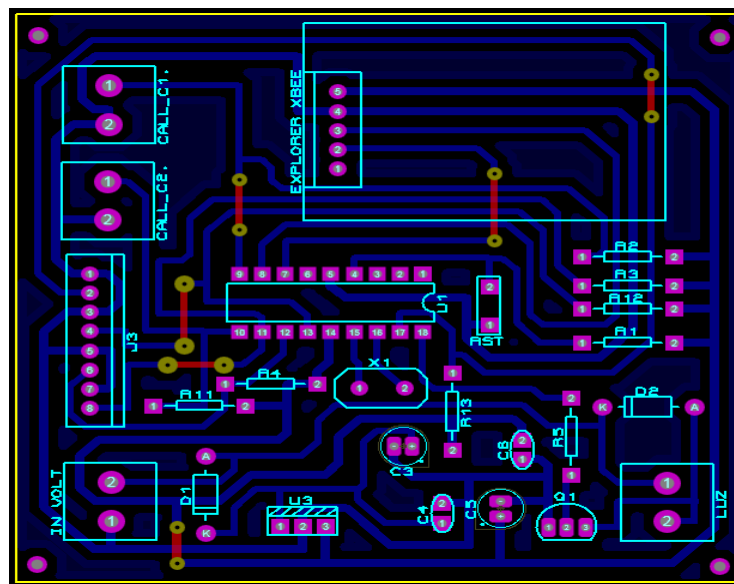
**Tabla IV.**  
Componentes utilizados en sistemas de habitaciones simples

Elemento	Cantidad
PIC16F628A	1
Cristal de Cuarzo de 4Mhz	1
Xbee s2c	1
LM 7805	1

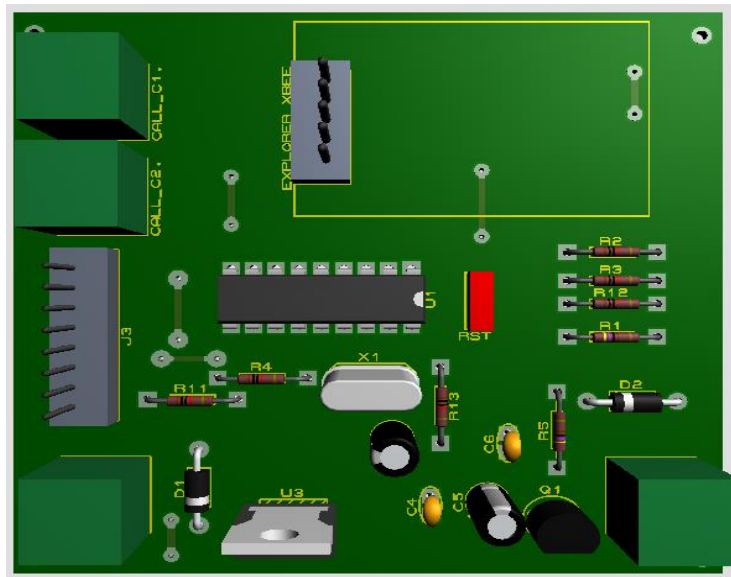
Diodo rectificador 1N4007	2
Capacitores de 100 nF	2
Capacitores de 220uF	1
Capacitores de 10uF	1
Resistencia de 10K ohmios	5
Transistor 2n3904	1
Zócalo de 18 pines	1
pulsador de 2 pines	1
Botones	2
Bornera de 2 pines	3
Cables Jampers macho hembra	4
Conector hembra de voltaje DC	1
Conector de micrófono de 2 pines macho y hembra.	1

#### 4.2.3 Diseño de tarjeta de circuito impreso para habitaciones dobles con PIC 16F628A.

Esta tarjeta fue diseñada para ser usada dentro de una habitación por dos pacientes diferentes los cuales tienen opción de hacer llamados simples y llamados de emergencia de manera independiente con un mismo botón de cancelación de llamada.



**Figura 34.** Diseño de PCB en ARES del sistema para con servicio para dos camas.



**Figura 35.** Sistema para habitaciones dobles simulación en 3D.

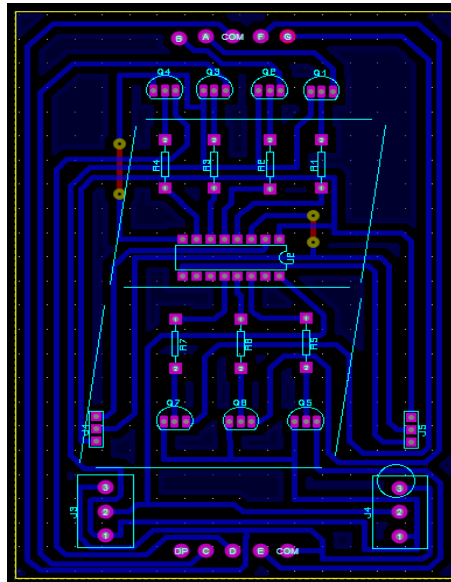
**Tabla V.**

Componentes utilizados en sistemas de habitaciones dobles

Elemento	Cantidad
PIC16F628A	1
Cristal de Cuarzo de 4Mhz	1
Xbee s2c	1
LM 7805	1
Diodo rectificador 1N4007	2
Capacitores de 100 nF	2
Capacitores de 220uF	1
Capacitores de 10uF	1
Resistencia de 10K ohmios	7
Resistencia de 4.7K ohmios	1
Transistor 2n3904	1
Zócalo de 18 pines	1
pulsador de 2 pines	1
Botones	3
Bornera de 2 pines	5
Cables Jampers macho hembra	6
Conector hembra de voltaje DC	1
Conector de micrófono de 2 pines macho y hembra.	2

#### 4.2.4 Diseño de control de display de 7 segmentos

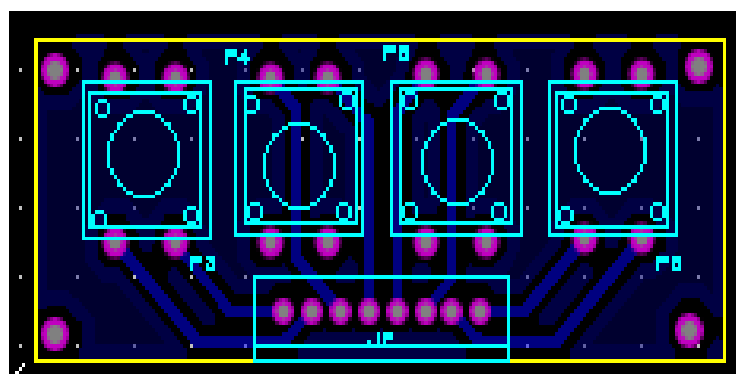
Se han diseñado cuatro de esas tarjetas para conectar correctamente los display de 7 segmentos que indican la hora y muestran el número de la habitación que tiene la emergencia.



**Figura 36.** Diseño de PCB en ARES de tarjeta de control de display de 7 segmentos.

#### 4.2.5 Diseño de PCB para botones de selección

Esta tarjeta se instaló en el dispositivo que se encuentra en la central de enfermería, siendo estos los botones de navegación y configuración del reloj digital.



**Figura 37.** Diseño de PCB en ARES de tarjeta de botones de selección y configuración.

#### 4.2.6 Fuente de alimentación de display de 7 segmentos y simulación de segundero para reloj.

Se diseñó una fuente de alimentación externa para la pantalla led y también se agregó a esta tarjeta un circuito que simula, el segundero de un reloj, utilizando el integrado NE555 que genera una onda cuadrada de 1Hz.

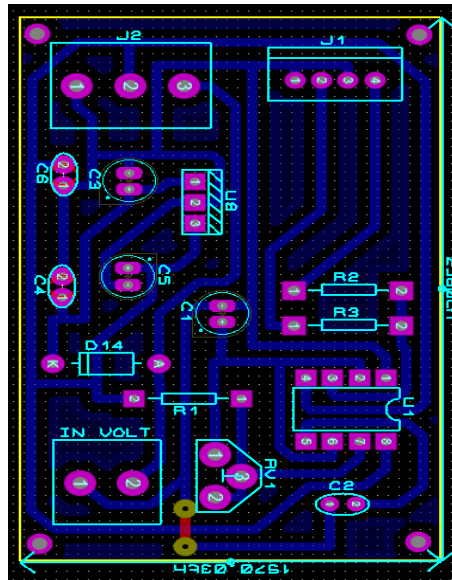


Figura 38. Fuente de alimentación de pantalla Led y circuito de segundero

#### 4.3. Conexiones y alimentación

En esta sección se muestra el diagrama de conexiones de todos los dispositivos que componen cada terminal de la red como es la estación de enfermería y las diferentes habitaciones en las que se encuentran los llamados de emergencia para los pacientes.

Estos diagramas muestran las conexiones en cada dispositivo perteneciente a este sistema.

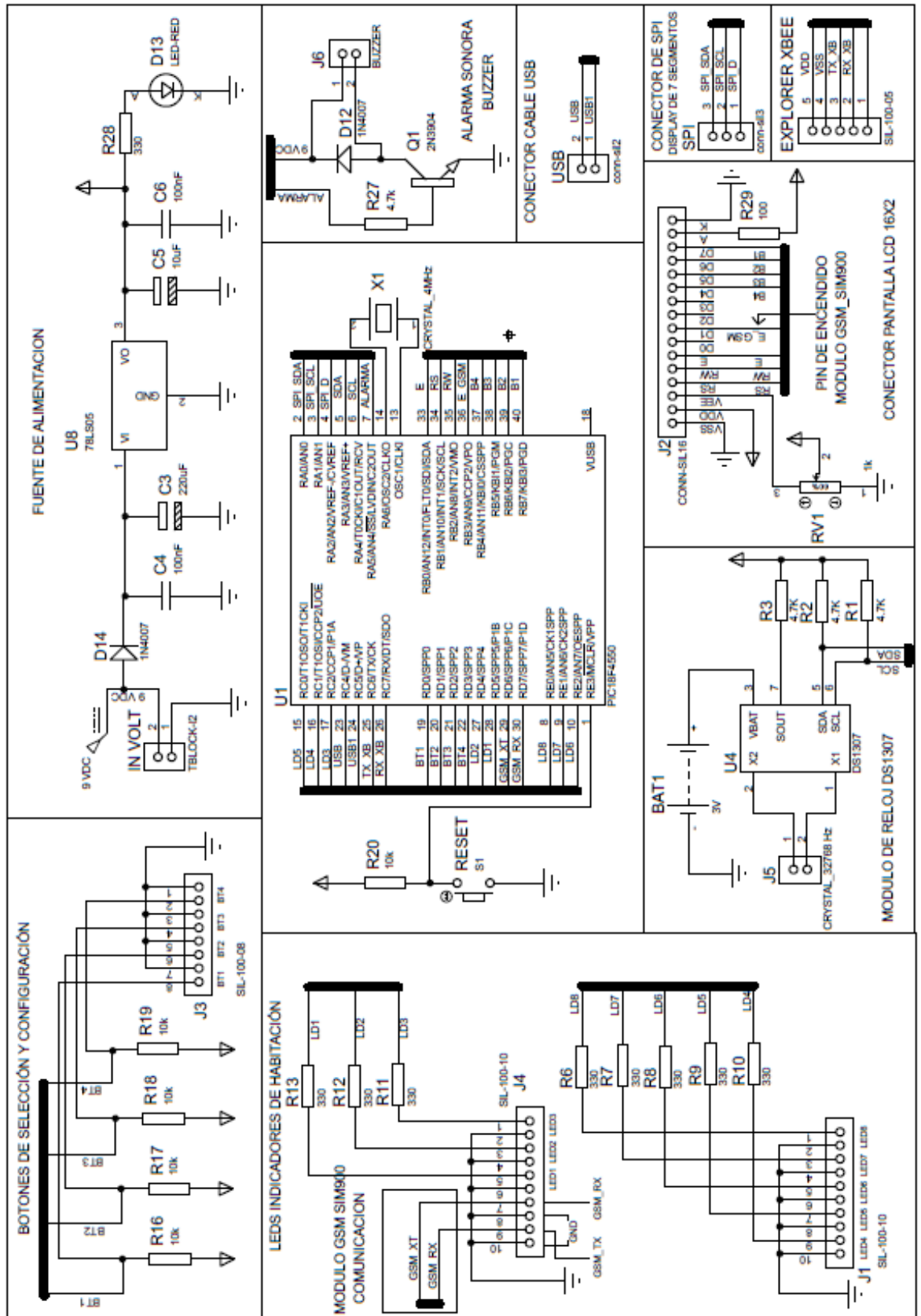


Figura 39. Diagrama esquemático de Conexiones de la unidad central.

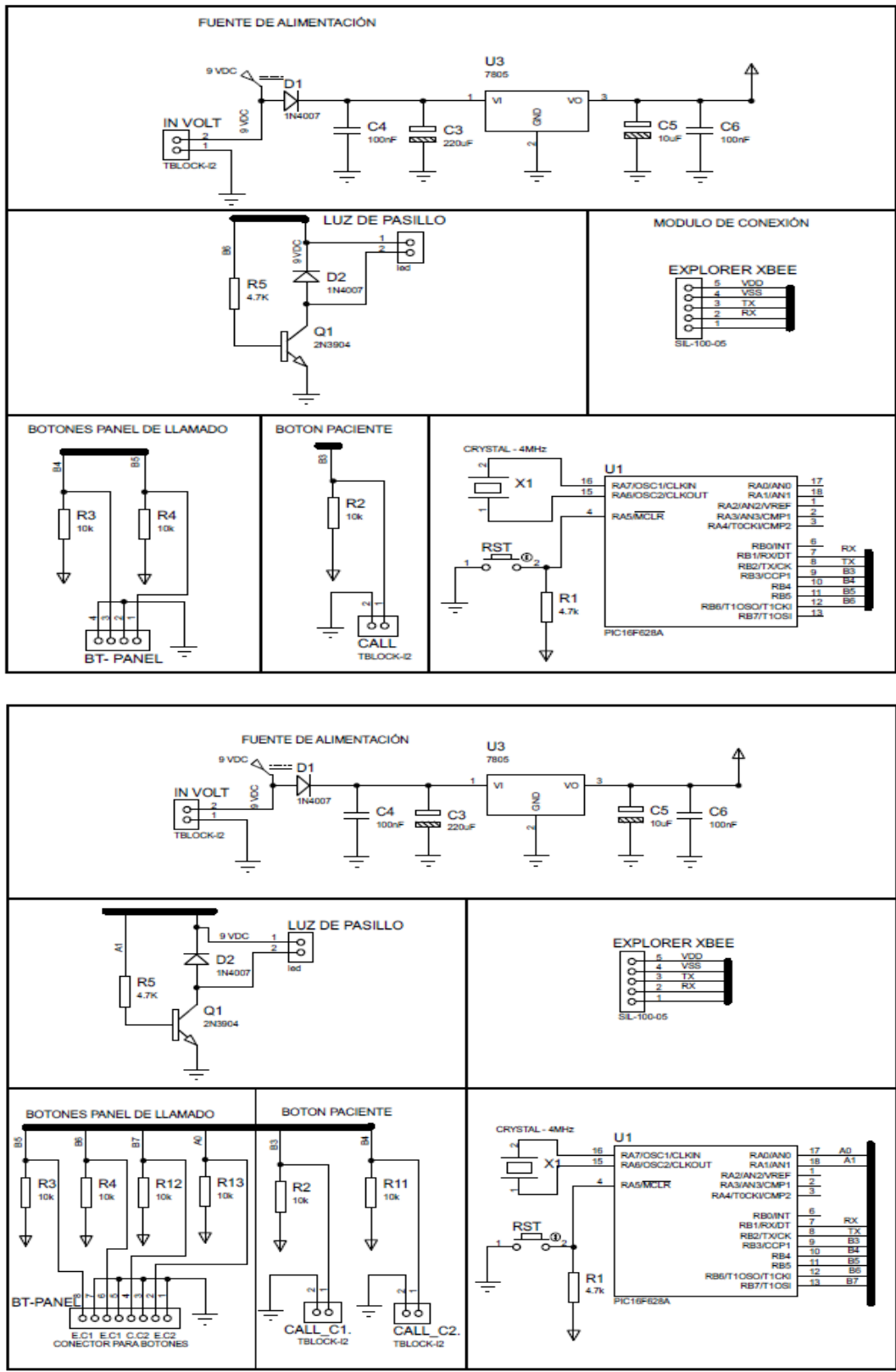
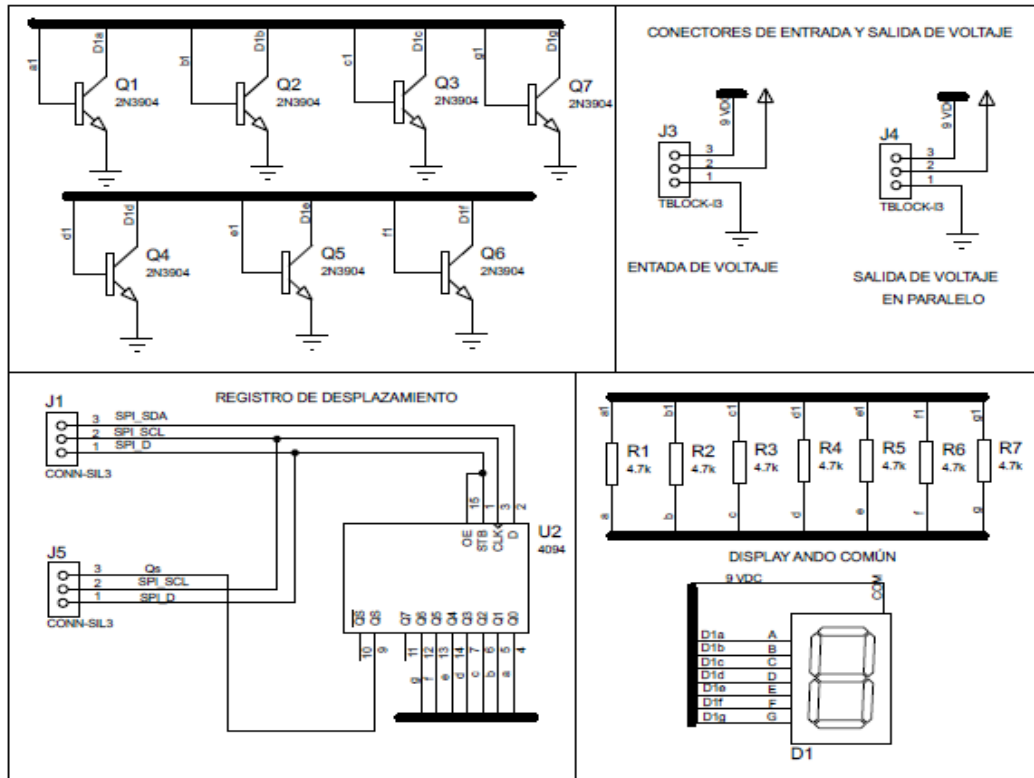
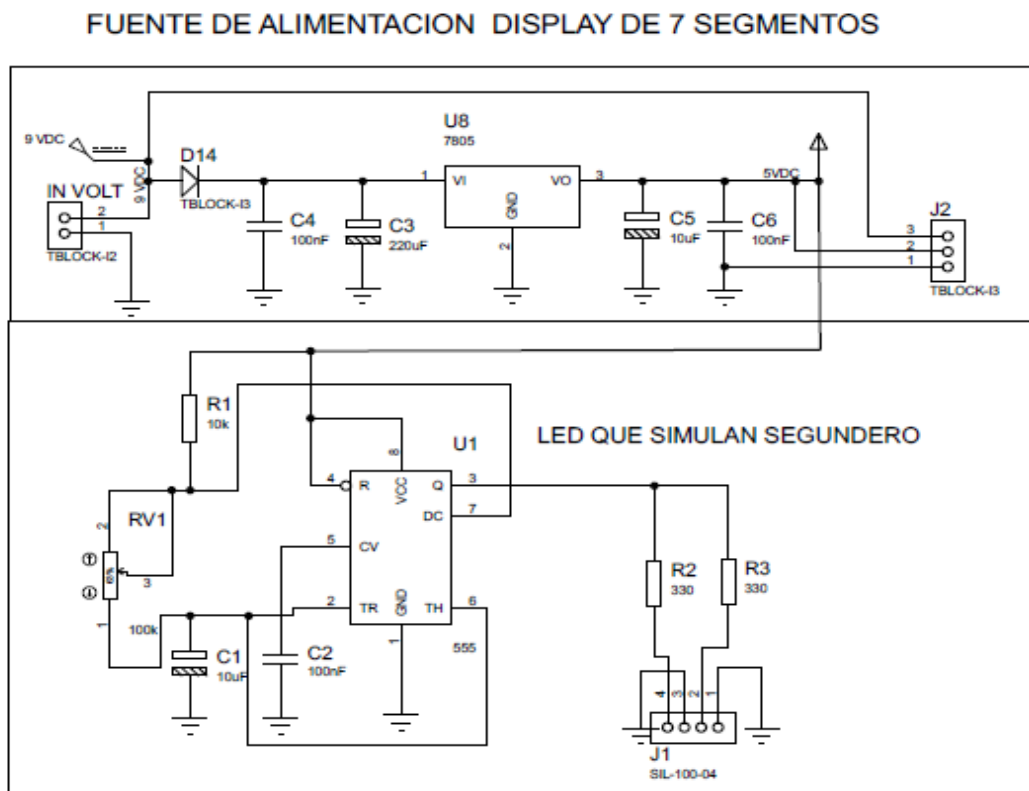


Figura 40. Conexiones de tarjeta para habitaciones de una y dos camas.



**Figura 41.** Diagrama esquemático de módulo de display de 7 segmentos que conforman la pantalla Led.



**Figura 42.** Conexiones de fuente de alimentación de pantalla led .



#### 4.4. Diagrama de flujo de la comunicación desde la unidad central de enfermería

Dentro de la solución a la problemática de la comunicación inalámbrica entre los dispositivos dentro de la red ZigBee se encuentra los algoritmos de la lógica de decisión de cada tipo de llamada de emergencia tratada tanto por el dispositivo coordinador como por los dispositivos finales en cada cama.

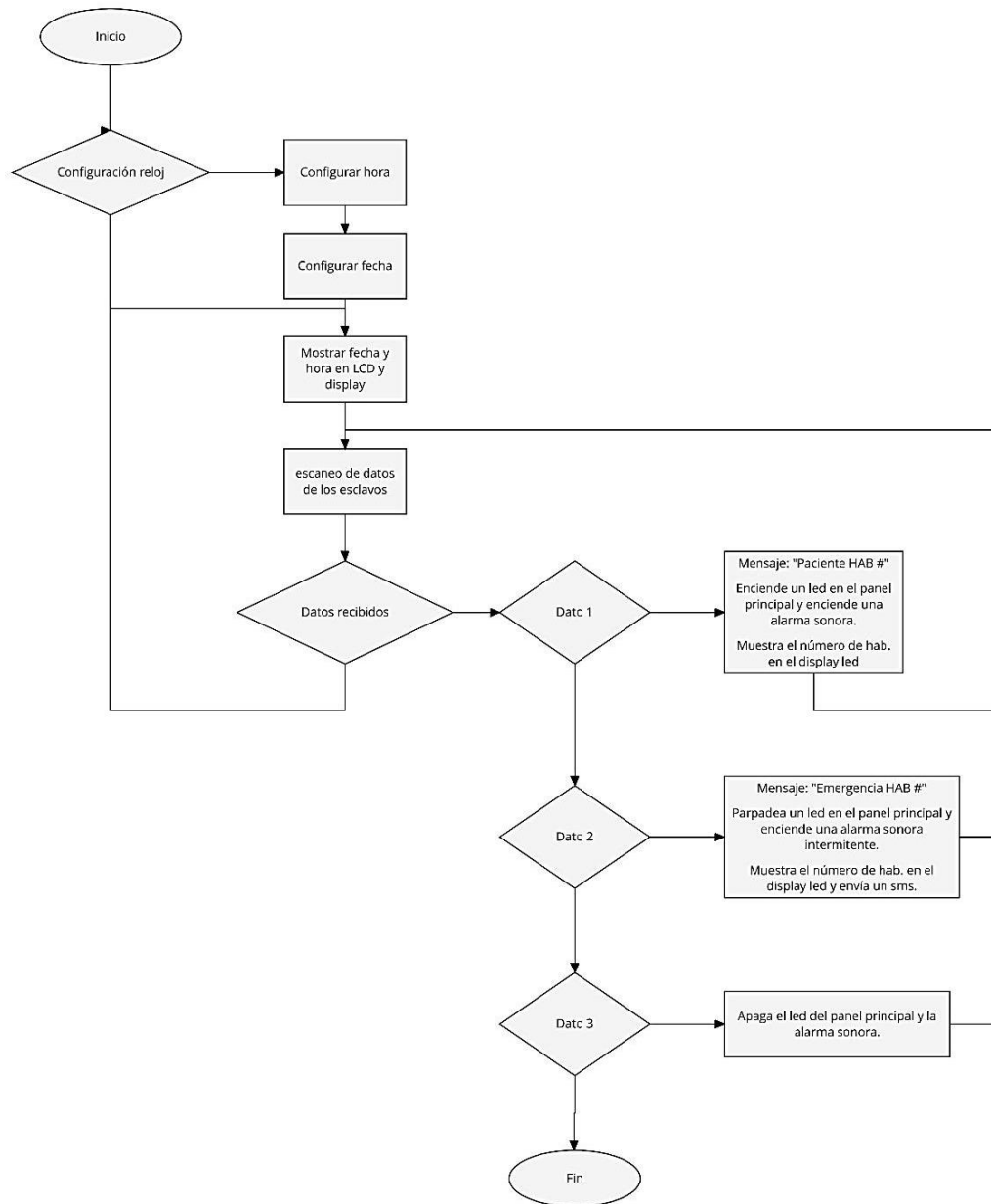


Figura 43. Diagrama de flujo de la Unidad central de Enfermería.

#### 4.4.1 Diagrama de flujo de tarjeta de habitaciones

El diagrama de flujo tanto para las habitaciones simples como para la habitación doble es básicamente lo mismo, la diferencia radica en el nivel de condiciones cuando un mismo dispositivo gestiona dos llamados de emergencia de distintos pacientes.

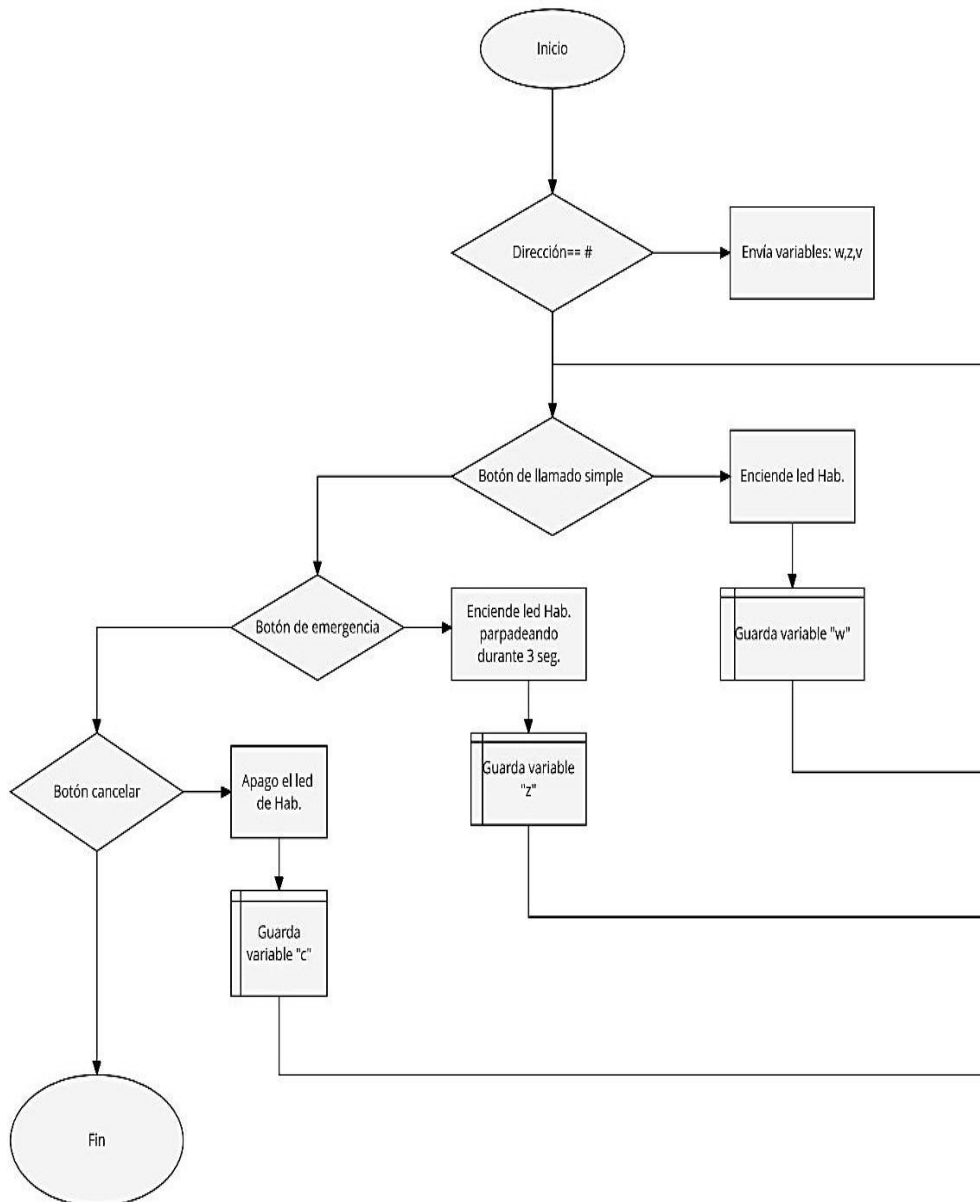
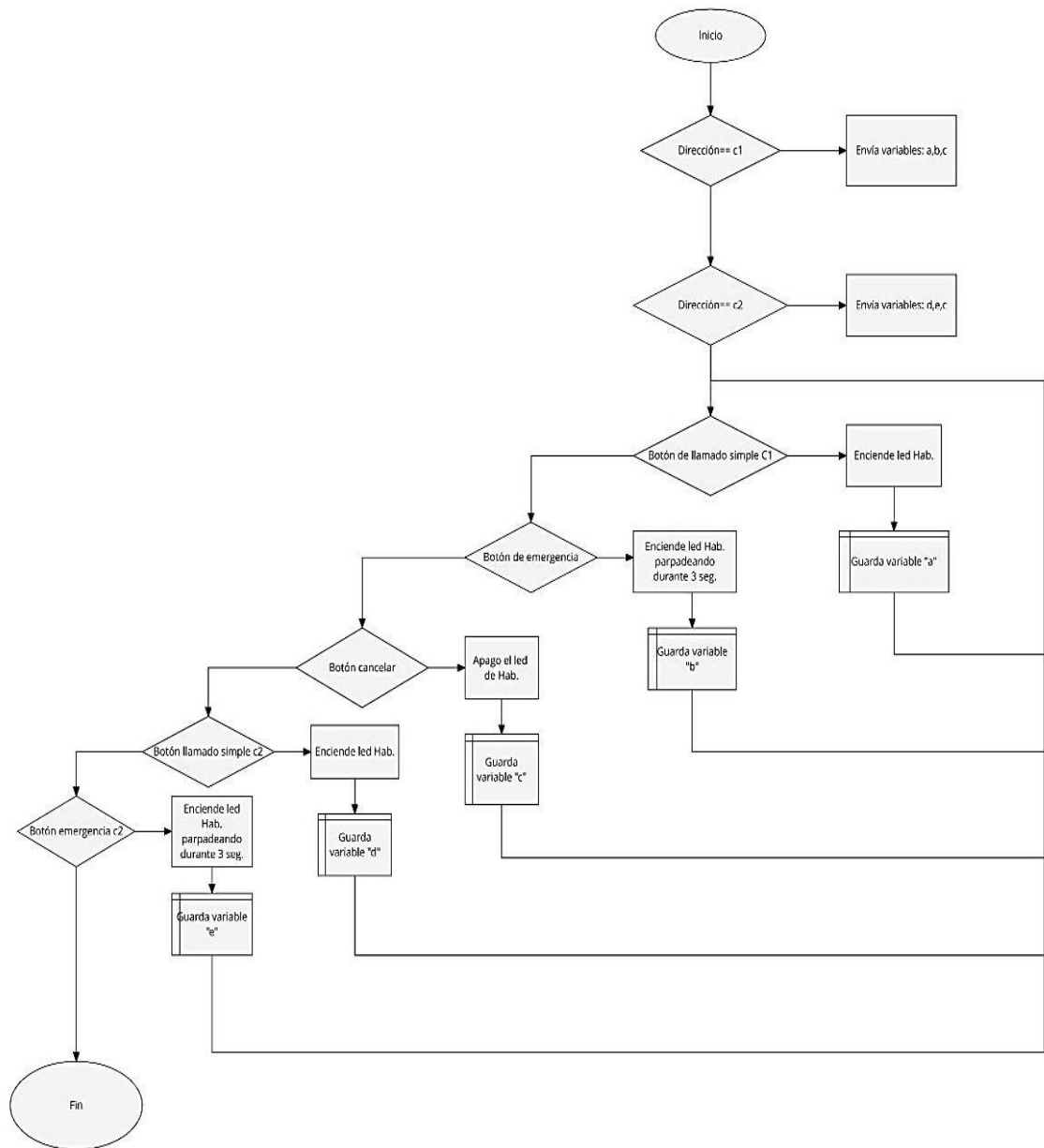


Figura 44. Diagrama de flujo de la habitación con una cama.

Debido a la distribución de funciones en el dispositivo por medio de botones para habitaciones con dos camas el diagrama de flujo presenta mayores bifurcaciones que representa las múltiples condiciones ante los llamados, como se muestra en la Figura 45.



**Figura 45.** Diagrama de flujo de la habitación con dos camas.

## 5. RESULTADOS

Con la implementación de este sistema de llamado de enfermería se han obtenido respuestas más rápidas a las necesidades de los pacientes por parte del personal de enfermería, de la misma manera la instalación de este sistema con comunicación inalámbrica evita el uso excesivo de cables.

A continuación se ha desarrollado análisis y registro de los resultados obtenidos del DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INALÁMBRICO DE LLAMADO A ENFERMERÍA A TRAVÉS DE UNA RED ZIGBEE CON NOTIFICACIÓN DE MENSAJES DE TEXTO UTILIZANDO MÓDULO GSM SIM900.

### 5.1. Unidad central de llamado a enfermería

La unidad central se conforma de un PIC 18f4550, módulo de comunicación Xbee, leds indicadores, pulsantes de configuración del sistema, alarma (buzzer) que indica de forma sonora que se ha realizado un llamado. Se encuentra ubicada en la estación de enfermería la cual realiza la recepción de los diferentes llamados desde las habitaciones.



**Figura 46.** Unidad central procesando un llamado a enfermería.



**Figura 47.** Unidad central instalada en estación de enfermería.

## 5.2. Pantalla Led

La pantalla Led es la encargada de mostrar la hora que obtiene desde el módulo de la unidad central y el número de cama del paciente que genera el llamado a enfermería, cuando existe un llamado simple o emergencia, se muestre en la pantalla led durante un determinado tiempo el número de cama del paciente que necesita atención, la pantalla está ubicada en la estación de enfermería para y así el personal de enfermería pueda visualizar e identificar rápidamente donde se originó el llamado.



**Figura 48.** Pantalla LED mostrando la hora del día.



**Figura 49.** Pantalla LED mostrando número de cama del paciente que realizó un llamado a enfermería.

### **5.3. Diseño de programas que controlan la funciones del sistema**

Los programas que controlan las funciones del sistema fueron desarrollados con el software PIC C COMPILER, tanto como para la unidad central y las unidades de cama (Véase Anexo # 1)

### **5.4. Unidad de cama**

Los dispositivos de habitaciones están ubicados cerca de la cama del paciente el cual posee varios botones para identificar 2 tipos de llamado a enfermería y un reset o cancelar, también dispone de un botón con extensión de cable que se sitúa cerca de la cama del paciente para mayor comodidad.



**Figura 50.** Dispositivo para una y dos camas en funcionamiento.

### 5.5. Instalación ductos, tuberías y módulos de comunicación inalámbricos XBee S2C.

Se instaló el sistema realizando montaje superficial debido a las líneas de oxígeno que se encuentran en la pared de la habitación y debido a la asepsia que requiere el lugar debido a que está dentro de una zona restringida del área de cirugía.



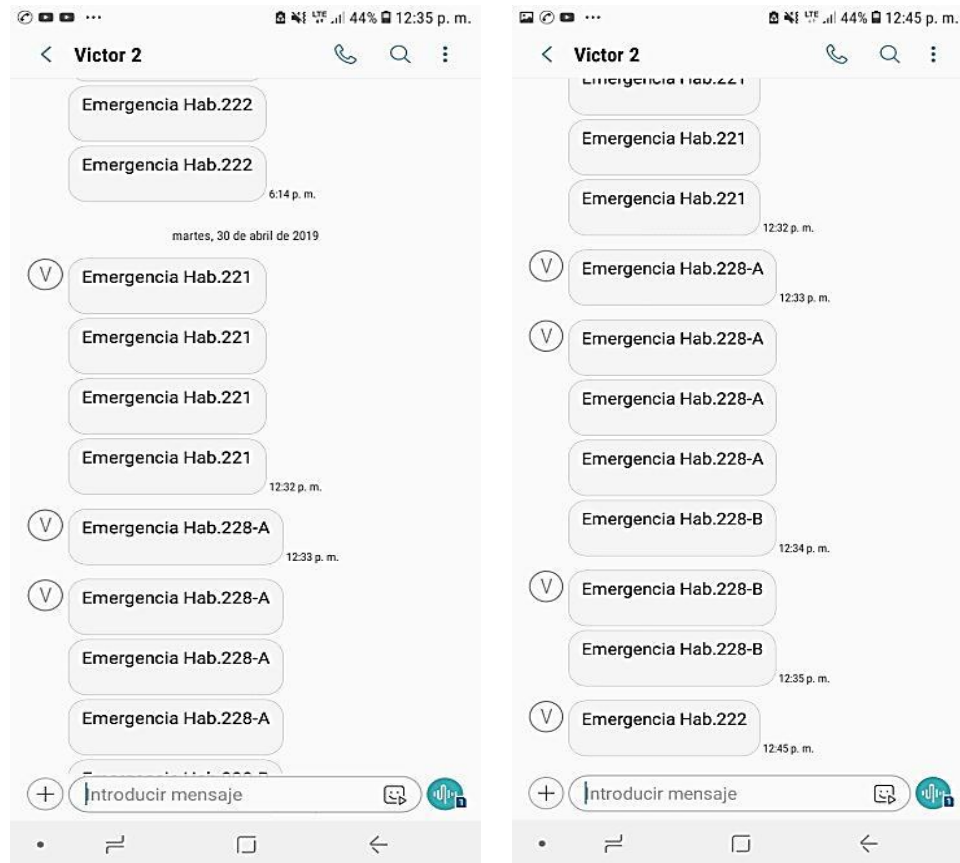
**Figura 51.** Instalación eléctrica del dispositivo.

## 5.6. Guía de diagramas esquemáticos e información en general relacionada con el funcionamiento del sistema.

Para el mejor entendimiento del sistema para el personal médico se ha realizado un manual de usuario (Véase en el anexo 3) con el cual pueden consultar formas de configuración del dispositivo que se encuentra en la unidad central de enfermería.

## 5.7. Mensajes notificación enviados a través del módulo GSM SIM900

El módulo GSM SIM 900 se encuentra dentro de la unidad central de enfermería, si el sistema detecta que en cualquiera de las camas se realiza un llamado de emergencia, envía un SMS de notificación con el siguiente texto “Emergencia Hab.221” dependiendo de la habitación de la cual provenga el llamado.



**Figura 52.** Mensajes de notificación enviados desde la unidad central a través del módulo GSM SIM900.

## 5.8. Pruebas de niveles de potencia de señal con programa XCTU

Las pruebas se realizaron configurando los módulos xbee en modo api, utilizando la opción de “Range Test” del software XCTU, estas pruebas se realizaron para asegurar que la señal de los xbee remotos sea la adecuada así los datos enviados al



xbee coordinador no se pierdan por bajo nivel de señal. Dichas pruebas se llevaron a cabo en las ubicaciones de los módulos de unidad central y unidades de cama, mediante la conexión directa de los módulos xbee al computador a través del adaptador usb Explorer. A continuación se observa los resultados del test de rango de señal realizados.

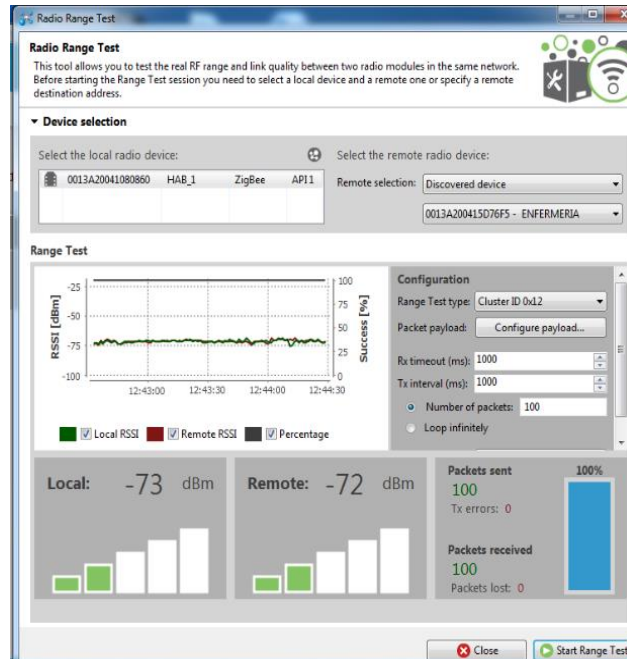


Figura 53. Pruebas de niveles de potencia de señal de unidad de cama #1

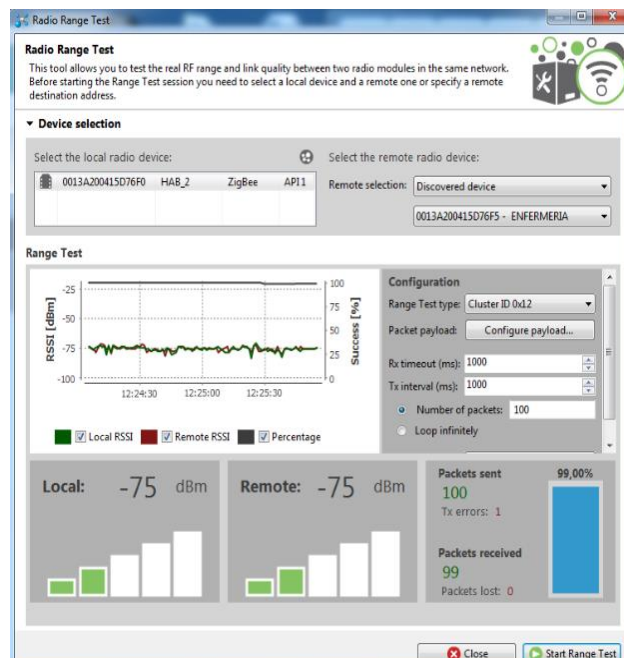
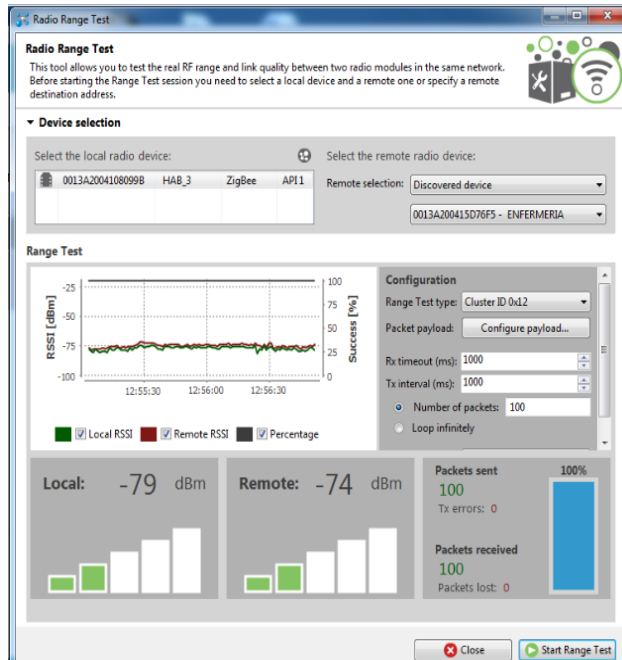


Figura 54. Pruebas de niveles de potencia de señal desde cama #2.



**Figura 55.** Pruebas de niveles de potencia de señal desde cama # 3 - 4.

Como resultado de las pruebas realizadas se obtienen niveles de potencia desde -72dBm hasta los -79dBm lo cual indica que a pesar de tener una señal media, los módulos xbee en algunos casos solo perderán 1 de 100 paquetes enviados al dispositivo coordinador, para este tipo de aplicaciones la confiabilidad de los datos recibidos es de suma importancia.

## CONCLUSIONES

- Trabajar con módulos Xbee configurados en modo transparente permitió reducir la complejidad del código utilizado para la comunicación bidireccional entre Xbee.
- Se concluye que con el uso de microcontroladores se pueden gestionar de forma eficiente los diferentes llamados a enfermería a un bajo costo de implantación.
- Se concluye que la topología estrella utilizada en la red Zigbee, la cual está conformada por dispositivos configurados como coordinador y Routers, dieron como resultado comunicaciones de red estables y confiables.
- Se concluye que hacer uso de la Red GSM al enviar mensajes de texto generó costos adicionales al usuario final del sistema, ya que se debe contar con crédito disponible en la línea para que los SMS puedan enviarse.
- Se concluye que al utilizar un módulo GSM SIM900 se extiende el alcance de mensajes texto de notificación de emergencias, que recibía el personal de enfermería en sus teléfonos celulares.
- El software PIC C COMPILER facilitó la gestión de varios tipos de comunicación en un solo microcontrolador, y permite crear puertos UART por software de forma fácil con pocas líneas de código.
- Se concluye que la elaboración de una guía que contiene, diagramas esquemáticos e información relacionada con el funcionamiento del sistema, permitirá al personal de mantenimiento conocer la electrónica involucrada y su funcionamiento básico, de esta forma reparar posibles fallas futuras.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar módulos adaptadores para poder conectar los Xbee a la PC para su respectiva configuración
- Revisar la ficha técnica de los módulos inalámbricos a utilizar ya que los niveles de voltajes con los que trabaja el microcontrolador no podrían ser los adecuados y pueden causar averías en los módulos Xbee
- Para asegurar la comunicación y el envío de datos desde el módulo remoto al módulo coordinador XBee, configurar dichos módulos en modo API, al realizar el envío de datos por tramas, se asegura la confiabilidad de los datos enviados y recibidos en la red.
- Al utilizar el PIC18F4550, en la codificación se deben declarar los pines necesarios para el correcto funcionamiento del puerto UART del microcontrolador.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Google Maps-ubicación.” [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Hospital+León+Becerra+de+Guayaquil/@-2.213891,-79.887189,362m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x902d6e4495e950c3:0x841ca00bb3f5c376!8m2!3d-2.2138335!4d-79.887607>. [Accessed: 06-May-2019].
- [2] D. A. Arriaga, R. J. Carlos, and R. M. Geovanny, “Diseño de la infraestructura de red que permita mejorar la conectividad inalámbrica para la comunidad estudiantil, cuerpo docente y usuarios en general que acceden a Internet dentro y fuera de las instalaciones del edificio Benito Juárez de la Universidad,” San Salvador, 2012.
- [3] Asociación extremeña de Ingenieros de Telecomunicación, “Redes ZIGBEE – Asociación Extremeña de Ingenieros de Telecomunicación.” [Online]. Available: <http://aexit.es/redes-zigbee/>. [Accessed: 06-May-2019].
- [4] Cristina Albaladejo Pérez, “Diseño de una Red de Sensores Inalámbrica para un Sistema de Observación Costero (SOC),” Universidad Politécnica de Cartagena, 2009.
- [5] J. M. Moreno, “Informe Técnico: Protocolo ZigBee (IEEE 802.15.4),” 2007.
- [6] P. J. Paredes Bruno, *Office 2013*. Empresa Editorial Macro, 2014.
- [7] “Topología de Estrella – Redes Inalambricas y Cableadas.” [Online]. Available: <https://redesinalambricasycableadas.wordpress.com/redes-cableadas/diferentes-topologias-de-red/topologia-de-estrella/>. [Accessed: 06-May-2019].
- [8] M. Toscano Moreno, A. Mandow, M. A. Martinez-Sanchez, and A. J. Garcia-Cerezo, “Planificador estratégico para operaciones de rescate mediante vehículos terrestres no tripulados,” 2018.
- [9] L. P. María Augusta and B. D. Paúl Alfonso, “UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE CUENCA,” Cuenca, 2015.
- [10] “GSMA Mobile Technology - About Us.” [Online]. Available: <https://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology>. [Accessed: 15-May-2019].
- [11] A. Jaramillo, Gabriel, J. Andrés, and M. Naranjo, “FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS,” 2018.
- [12] CARLOS A. REYES, *Microcontroladores PIC Programacion en Basic*, Tercera. Quito, 2008.
- [13] “PIC18F4550 - Microcontrollers and Processors.” [Online]. Available: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC18F4550>. [Accessed: 06-May-2019].
- [14] Microchip, “Data Sheet.” 2009.
- [15] “PIC16F627A/628A/648A Data Sheet Flash-Based, 8-Bit CMOS

Microcontrollers with nanoWatt Technology,” 2009.

- [16] XBee.cl, “Comunicación inalámbrica para tu proyecto con tecnología Zigbee y Digimesh.” [Online]. Available: <http://xbee.cl/que-es-xbee/>. [Accessed: 25-Jan-2019].
- [17] Digi XBee, “Digi XBee and XBee-PRO Zigbee RF Modules | Digi International.” [Online]. Available: <https://www.digi.com/products/embedded-systems/rf-modules/2-4-ghz-modules/xbee-zigbee>. [Accessed: 06-May-2019].
- [18] “SparkFun XBee Explorer USB - WRL-11812 - SparkFun Electronics.” [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/11812>. [Accessed: 06-May-2019].
- [19] “xbee-explorer-usb-D\_NQ\_NP\_644571-MEC29633261656\_032019-F.webp (565x710).” [Online]. Available: [https://http2.mlstatic.com/xbee-explorer-usb-D\\_NQ\\_NP\\_644571-MEC29633261656\\_032019-F.webp](https://http2.mlstatic.com/xbee-explorer-usb-D_NQ_NP_644571-MEC29633261656_032019-F.webp). [Accessed: 06-May-2019].
- [20] “SIM900 | SIMCom | smart machines, smart decision | simcom.ee.” [Online]. Available: <https://simcom.ee/modules/gsm-gprs/sim900/>. [Accessed: 15-May-2019].
- [21] “Placa de desarrollo Módulo SIM900 Quad-Band GSM GPRS para Arduino Raspberry Pi: Computers & Accessories.” [Online]. Available: <https://www.amazon.com/TOOGOO-Quad-Band-Development-Arduino-Raspberry/dp/B075LM459N>. [Accessed: 06-May-2019].
- [22] C. Reyes, *Microcontroladores PIC Programación en Basic*, Quito. Q, 2008.
- [23] “Llamado a enfermeras - sistemas para llamado en clinicas - TEKATRONIC.” [Online]. Available: <http://tekatronic.com.ec/enfermeras.html>. [Accessed: 06-May-2019].
- [24] “GENERAL DESCRIPTION.”
- [25] Maxim Integrated, “DS1307 64 x 8, Serial, I2 C Real-Time Clock.” p. 14.
- [26] ST life.augmented, “HCF4094.” p. 17, 2014.
- [27] ST life.augmented, “L78.”
- [28] Microjpm, “250-SA9V1A JCM Adaptador 9VDC @ 1000mA :: Micro JPM.” [Online]. Available: <https://www.microjpm.com/products/ad-912-adaptador-9vdc-1200ma/>. [Accessed: 06-May-2019].
- [29] Naylamp Mechatronics, “Módulo PL2303 Convertidor USB a serial TTL.” [Online]. Available: <https://naylampmechatronics.com/conversores-ttl/40-modulo-pl2303-convertidor-usb-a-ttl-.html>. [Accessed: 06-May-2019].
- [30] Schneider Electric, “Dexson Catálogo de Productos Soluciones de Canalización y Organización de Cables.” p. 82.
- [31] “Proteus - PCB Design, Layout & Simulation software - Labcenter Electronics,” 2018. [Online]. Available: <https://www.labcenter.com/>.

[Accessed: 06-May-2019].

- [32] I. Custom Computer Services, "CCS, Inc. - CCS C Compilers." [Online]. Available: <http://www.ccsinfo.com/content.php?page=compilers>. [Accessed: 06-May-2019].
- [33] Microchip, "PICkit™ 2 Programmer/Debugger User's Guide." p. 86, 2008.
- [34] Digi, "XCTU - Configuration Platform for XBee/RF Solutions." [Online]. Available: <https://www.digi.com/products/iot-platform/xctu#overview>. [Accessed: 06-May-2019].
- [35] "ZigBee/XBee | Aprendiendo Arduino." [Online]. Available: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/16/zigbeexbee/>. [Accessed: 01-May-2019].

## ANEXOS

### Anexo 1:

#### Programa principal de unidad central

```
#include <18F4550.h>
#fuses
XT,INTRC_IO,MCLR,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,PLL1,CP
UDIV1,NOVREGEN
#use delay(clock=4000000)
#use
rs232(baud=9600,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,parity=N,stream=xbee,bits=8,ERROR
S)
#use
rs232(baud=9600,xmit=PIN_D6,rcv=PIN_D7,parity=N,stream=gsm,bits=8,ERRORS
)
#use spi(DO=PIN_A0, CLK=PIN_A1, ENABLE=PIN_A2,
BITS=8,mSB_FIRST,BAUD=1000000,MODE=0)
#include <ds1307.c>
#include<lcd420.c>
#byte porta=0xf80
#byte portb=0xf81
#byte portc=0xf82
#byte portd=0xf83
#byte porte=0xf84
int sec;
int min;
int hrs;
int dia ;
int mes ;
int yr;
int dow;
int16 hdis=0;
int y=0;
int comando[3]={0,0,0};
int direccion=1;
int x=0;
int16 contador=0;
int const datos[14]=
{
0b00111111,
0b00000110,
0b01011011,
0b01001111,
0b01100110,
0b01101101,
0b01111101,
0b00000111,
0b01111111,
0b01101111,
0b01110110,
0b01000000,
0b01110111,
0b01110111,
```

```

0b01111100,
};
void saludo_inicial();
void display();
void mostrar_fecha();
void mostrar_dias();
void mostrar_hora();
void mostrar_tiempo();
void config_hora();
void config_fecha();
void config_inicial();
void hab_display();
void hab_dobleA_display();
void hab_dobleB_display();
void habitaciones();
void sms_envio1();
void sms_envio2();
void sms_envio9();
void sms_envio10();

#int_RDA
RDA_isr(){
if (x>=3){
x=0;}
comando[x]=fgetc(xbee);
x=x+1;
contador=449;
}

void main () {
enable_interrupts(INT_RDA);
enable_interrupts(Global);
ds1307_init(DS1307_ALL_DISABLED);
lcd_init();
saludo_inicial();

while (true) {
output_low(PIN_B3);
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC,"Configurar Reloj");
lcd_gotoxy(2,2);
printf(LCD_PUTC,"1(si) 2(no)");
ds1307_get_time (hrs, min, sec);
ds1307_get_date (dia, mes, yr, dow);
config_inicial();
while (y==3){
fputc(direccion,xbee);
mostrar_tiempo();
for(contador=0;contador<=500;contador++){
delay_ms(1);}
display();
mostrar_tiempo();
habitaciones();
if(direccion>=5)
{direccion=0;}
}
}

```



```

direccion=direccion+1;}}

void mostrar_tiempo(){
ds1307_get_date (dia, mes, yr, dow);
ds1307_get_time (hrs, min, sec);
lcd_gotoxy(4,1);
printf(LCD_PUTC,"%02d\\%02d\\%02d",dia,mes,yr);
lcd_gotoxy(4,2);
printf(LCD_PUTC,"%02d\\:%02d\\:%02d",hrs,min,sec);}

void mostrar_fecha(){
ds1307_get_time (hrs, min, sec);
ds1307_get_date (dia, mes, yr, dow);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(LCD_PUTC,"1(Sig)");
lcd_gotoxy(8,2);
printf(LCD_PUTC,"%02d\\%02d\\%02d",dia,mes,yr);}

void mostrar_hora(){
ds1307_get_time (hrs, min, sec);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(LCD_PUTC,"1(Sig)");
lcd_gotoxy(8,2);
printf(LCD_PUTC,"%02d\\:%02d\\:%02d",hrs,min,sec);}

void config_hora(){
if( !input(PIN_D1) ){
hrs++;
if (hrs>=24)
{hrs=0;}
ds1307_set_date_time(dia,mes,yr,dow,hrs,min,sec);
delay_ms(300);}
if( !input(PIN_D2) ){
min++;
if (min>=60)
{min=0;}
ds1307_set_date_time(dia,mes,yr,dow,hrs,min,sec);
delay_ms(300);}
if( !input(PIN_D3) ){
sec++;
if (sec>=60)
{sec=0;}
ds1307_set_date_time(dia,mes,yr,dow,hrs,min,sec);
delay_ms(300);}}

void config_fecha(){
if (!input(PIN_D1)){
if (mes==1||mes==3||mes==5||mes==7||mes==8||mes==10||mes==12){
if(dia>=31){
dia=1;}
else{dia++;}}
else if (mes==4||mes==6||mes==9||mes==11){
if(dia>=30)
{dia=1;}
else{dia++;}}
}
}

```

```

else if (mes==2){
if(yr==16||yr==20||yr==24||yr==28||yr==32||yr==36||yr==40||yr==44){
if (dia==29){
dia=1;}
else{dia++;}}
else if (dia==28){
dia=1;}
else{dia++;}}
ds1307_set_date_time(dia,mes,yr,dow,hrs,min,sec);
delay_ms(300);}
if (!input(PIN_D2)){
if (mes>=12){
mes=1;}
else{mes++;}
ds1307_set_date_time(dia,mes,yr,dow,hrs,min,sec);
delay_ms(300);}
if (!input(PIN_D3)){
if (yr>=28){
yr=18;}
else{
yr++;}
ds1307_set_date_time(dia,mes,yr,dow,hrs,min,sec);
delay_ms(300);}}

```

```

void saludo_inicial(){
spi_xfer(datos[11]);
spi_xfer(datos[11]);
spi_xfer(datos[11]);
spi_xfer(datos[11]);
printf(LCD_PUTC,"%f");
lcd_gotoxy(4,1);
printf(LCD_PUTC,"UPS - GYE");
lcd_gotoxy(1,2);
printf(LCD_PUTC,"ING.ELECTRONICA");
delay_ms(1000);
printf(LCD_PUTC,"%f");
lcd_gotoxy(5,1);
printf(LCD_PUTC,"SISTEMA");
delay_ms(1000);
printf(LCD_PUTC,"%f");
lcd_gotoxy(5,1);
printf(LCD_PUTC,"LLAMADO A");
lcd_gotoxy(4,2);
printf(LCD_PUTC,"ENFERMERIA");
output_high(PIN_B3);
delay_ms(1000);
printf(LCD_PUTC,"%f");
}
void display(){
int a,b,c,d;
a= hrs/10;
b= hrs-(a*10);
c= min/10;
d= min-(c*10);
spi_xfer(datos[d]);
}

```

```

spi_xfer(datos[c]);
spi_xfer(datos[b]);
spi_xfer(datos[a]);}

void config_inicial(){
if(!input(PIN_D0)){
y++;
printf(LCD_PUTC,"%f");
delay_ms(300);}
if(!input(PIN_D1)){
y=3;
printf(LCD_PUTC,"%f");
delay_ms(300);}
while (y==1){
output_low(PIN_B3);
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC,"Configurar Hora");
display();
delay_ms(1);
mostrar_hora();
config_hora();

if(!input(PIN_D0)){
y++;
delay_ms(300);
printf(LCD_PUTC,"%f");

while(y==2){
output_low(PIN_B3);
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC,"Configurar Fecha");
display();
delay_ms(1);
mostrar_fecha();
config_fecha();
if(!input(PIN_D0)){
y++;
delay_ms(300);
printf(LCD_PUTC,"%f");
while (y==3){
fputc(direccion,xbee);
mostrar_tiempo();
for(contador=0;contador<=500;contador++){
delay_ms(1);}
display();
mostrar_tiempo();
habitaciones();
if(direccion>=5)
{direccion=1;}
direccion=direccion+1;}
}}}}

void habitaciones(){
int q;
if(comando[0]==1||comando[1]==1||comando[2]==1){

```

```

output_high(Pin_D5);
printf(LCD_PUTC, "\f");
lcd_gotoxy(4,1);
printf(LCD_PUTC, "Paciente");
lcd_gotoxy(3,2);
printf(LCD_PUTC, "Hab.221");
hdis=221; //
hab_display();
output_high(Pin_A5);
delay_ms(500);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(4000);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC, "\f");
if(comando[0]==1){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==1){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==1){
comando[2]=0;}}
else if(comando[0]==2||comando[1]==2||comando[2]==2){
printf(LCD_PUTC, "\f");
lcd_gotoxy(3,1);
printf(LCD_PUTC, "Emergencia");
lcd_gotoxy(3,2);
printf(LCD_PUTC, "Hab.221");
hdis=221;
hab_display();
output_low(Pin_D5);
delay_ms(20);
for(q=0;q<=3;q++){
output_high(Pin_D5);
output_high(Pin_A5);
delay_ms(700);
output_low(Pin_D5);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(700);}
output_high(Pin_D5);
output_low(Pin_A5);
sms_envio1();
if(comando[0]==2){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==2){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==2){
comando[2]=0;}}
else if(comando[0]==3||comando[1]==3||comando[2]==3){
output_low(Pin_D5);
output_low(Pin_A5);

if(comando[0]==3){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==3){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==3){

```

```

comando[2]=0;}}
if(comando[0]==4||comando[1]==4||comando[2]==4){
output_high(Pin_D4);
printf(LCD_PUTC,"\f");
lcd_gotoxy(4,1);
printf(LCD_PUTC,"Paciente");
lcd_gotoxy(3,2);
printf(LCD_PUTC,"Hab.222");
hdis=222; //
hab_display();
output_high(Pin_A5);
delay_ms(500);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(4000);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC,"\f");

if(comando[0]==4){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==4){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==4){
comando[2]=0;}}
else if(comando[0]==5||comando[1]==5||comando[2]==5){
printf(LCD_PUTC,"\f");
lcd_gotoxy(3,1);
printf(LCD_PUTC,"Emergencia");
lcd_gotoxy(3,2);
printf(LCD_PUTC,"Hab.222");
hdis=222;
hab_display();
output_low(Pin_D4);
delay_ms(20);

for(q=0;q<=3;q++){
output_high(Pin_D4);
output_high(Pin_A5);
delay_ms(700);
output_low(Pin_D4);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(700);}
output_high(Pin_D4);
output_low(Pin_A5);
sms_envio2();
if(comando[0]==5){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==5){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==5){
comando[2]=0;}}

else if(comando[0]==6||comando[1]==6||comando[2]==6){
output_low(Pin_D4);
output_low(Pin_A5);
if(comando[0]==6){

```

```

comando[0]=0;}
if(comando[1]==6){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==6){
comando[2]=0;}}
if(comando[0]==25||comando[1]==25||comando[2]==25){
output_high(Pin_E0);
printf(LCD_PUTC,"%f");
lcd_gotoxy(4,1);
printf(LCD_PUTC,"Paciente");
lcd_gotoxy(3,2);
printf(LCD_PUTC,"Hab.228-A");
hdis=228;
hab_dobleA_display();
output_high(Pin_A5);
delay_ms(500);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(4000);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC,"%f");
if(comando[0]==25){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==25){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==25){
comando[2]=0;}}

else if(comando[0]==26||comando[1]==26||comando[2]==26){
printf(LCD_PUTC,"%f");
lcd_gotoxy(3,1);
printf(LCD_PUTC,"Emergencia");
lcd_gotoxy(3,2);
printf(LCD_PUTC,"Hab.228-A");
hdis=228;
hab_dobleA_display();
output_low(Pin_E0);
delay_ms(20);
for(q=0;q<=3;q++){
output_high(Pin_E0);
output_high(Pin_A5);
delay_ms(700);
output_low(Pin_E0);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(700);}
output_high(Pin_E0);
output_low(Pin_A5);
sms_envio9());

if(comando[0]==26){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==26){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==26){
comando[2]=0;}}
else if(comando[0]==27||comando[1]==27||comando[2]==27){

```

```

output_low(Pin_E0);
output_low(Pin_A5);
if(comando[0]==27){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==27){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==27){
comando[2]=0;}}

if(comando[0]==28||comando[1]==28||comando[2]==28){
output_high(Pin_E0);
printf(LCD_PUTC,"\f");
lcd_gotoxy(4,1);
printf(LCD_PUTC,"Paciente");
lcd_gotoxy(4,2);
printf(LCD_PUTC,"Hab.228-B");
hdis=228; //
hab_dobleB_display();
output_high(Pin_A5);
delay_ms(500);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(4000);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC,"\f");
if(comando[0]==28){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==28){
comando[1]=0;}
if(comando[2]==28){
comando[2]=0;}}

else if(comando[0]==29||comando[1]==29||comando[2]==29){
printf(LCD_PUTC,"\f");
lcd_gotoxy(3,1);
printf(LCD_PUTC,"Emergencia");
lcd_gotoxy(4,2);
printf(LCD_PUTC,"Hab.228-B");
hdis=228;
hab_dobleB_display();
output_low(Pin_E0);
delay_ms(20);
for(q=0;q<=3;q++){
output_high(Pin_E0);
output_high(Pin_A5);
delay_ms(700);
output_low(Pin_E0);
output_low(Pin_A5);
delay_ms(700);}
output_high(Pin_E0);
output_low(Pin_A5);
sms_envio10());

if(comando[0]==29){
comando[0]=0;}
if(comando[1]==29){

```

```

comando[1]=0;}
if(comando[2]==29){
comando[2]=0;}}
void sms_envio1(){
printf(LCD_PUTC,"f");
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC,"Enviando SMS...");

delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT\r\n");
delay_ms(2000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS=\"+593959015808\"\r\n");
delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.221\r\n%c",26);
delay_ms(2000);

delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS=\"+593959015808\"\r\n");
delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.221\r\n%c",26);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC,"f");}
void sms_envio2(){
printf(LCD_PUTC,"f");
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC,"Enviando SMS...");
delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT\r\n");
delay_ms(2000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS=\"+593959015808\"\r\n");
delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.222\r\n%c",26);
delay_ms(2000);

delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS=\"+593959015808\"\r\n");
delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.222\r\n%c",26);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC,"f");}
void sms_envio9(){
printf(LCD_PUTC,"f");
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC,"Enviando SMS...");

delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT\r\n");
delay_ms(2000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS=\"+593959015808\"\r\n");
delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.228-A\r\n%c",26);
delay_ms(2000);

delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS=\"+593959015808\"\r\n");

```



```

delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.228-A\r\n%c",26);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC,"\f");}
void sms_envio10(){
printf(LCD_PUTC,"\f");
lcd_gotoxy(1,1);
printf(LCD_PUTC,"Enviando SMS...");

delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT\r\n");
delay_ms(2000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS="+593959015808"\r\n");
delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.228-B\r\n%c",26);
delay_ms(2000);

delay_ms(1000);
fprintf(gsm,"AT+CMGS="+593959015808"\r\n");
delay_ms(500);
fprintf(gsm,"Emergencia Hab.228-B\r\n%c",26);
delay_ms(2000);
printf(LCD_PUTC,"\f");}
void hab_display(){
int16 a,b,c,d;
a= hdis/100;
b= (hdis-(a*100))/10;
c= hdis%10;
d= 10;
spi_xfer(datos[c]);
spi_xfer(datos[b]);
spi_xfer(datos[a]);
spi_xfer(datos[d]); }

void hab_dobleA_display(){
int16 a,b,c,d;
a= hdis/100;
b= (hdis-(a*100))/10;
c= hdis%10;
d= 12;
spi_xfer(datos[d]);
spi_xfer(datos[c]);
spi_xfer(datos[b]);
spi_xfer(datos[a]);}

void hab_dobleB_display(){
int16 a,b,c,d;
a= hdis/100;
b= (hdis-(a*100))/10;
c= hdis%10;
d= 13;
spi_xfer(datos[d]);
spi_xfer(datos[c]);
spi_xfer(datos[b]);
spi_xfer(datos[a]);}

```

## Programa para unidad de una cama:

```
#include <16f628.h>
#fuses NOWDT, XT, NOPUT, NOPROTECT
#use delay(clock=4000000)
#use rs232(baud=9600, parity=N, xmit=PIN_B2, rcv=PIN_B1, bits=8)
int direccion=0;
int envio[3]=0,0,0;
int x=0;
int y=0;
int w=0;
int z=0;
int v=0;
#int_RDA
RDA_isr(){
direccion=getc();
}
void main(){
enable_interrupts(INT_RDA);
enable_interrupts(Global);
set_tris_b(0b11111111);
output_low(PIN_B6);
while (true){
if(!input(PIN_B3)){
x=1;
w=1;
delay_ms(300);}

if(!input(PIN_B4)){
x=2;
z=2;
delay_ms(300);}

if(!input(PIN_B5)){
x=3;
v=3;
delay_ms(300);}

switch(x){
case 1:
output_high(PIN_B6);
x=0;
break ;
case 2:
for(y=0;y<=3;y++){
output_high(PIN_B6);
delay_ms(700);
output_low(PIN_B6);
delay_ms(700);
}
output_high(PIN_B6);
x=0;
break ;
case 3:
output_low(PIN_B6);
```

```

x=0;
break ;}
if(direccion==1&&w==0&&z==0&&v==0){
w=0;
z=0;
v=0;
direccion=0;}
else if (direccion==1){
putc(envio[0]=w);
putc(envio[1]=z);
putc(envio[2]=v);
delay_ms(50);
w=0;
z=0;
v=0;
direccion=0;}}

```

### Programa para unidad de dos camas:

```

#include <16f628.h>
#fuses NOWDT, XT, NOPUT, NOPROTECT
#use delay(clock=4000000)
#use rs232(baud=9600, parity=N, xmit=PIN_B2, rcv=PIN_B1, bits=8)
int direccion=0;
int envio[5]=0,0,0,0,0
int x=0;
int y=0;
int a=0;
int b=0;
int c=0;
int d=0;
int e=0;
#int_RDA
RDA_isr(){
direccion=getc();
}
void main(){
enable_interrupts(INT_RDA);
enable_interrupts(Global);
set_tris_b(0b11111111);
set_tris_a(0b11111111);
output_low(PIN_A1);
while (true){
if(!input(PIN_B3)){
x=1;
a=25;
delay_ms(300);}

if(!input(PIN_A0))
{ x=2;
b=26;
delay_ms(300);}

if(!input(PIN_B7))

```

```

{   x=3;
    c=27;
    delay_ms(300);}

if(!input(PIN_B4))
{   x=4;
    d=28;
    delay_ms(300);}

if(!input(PIN_B6))
{   x=5;
    e=29;
    delay_ms(300);}

switch(x){

case 1:
    output_high(PIN_A1);
    x=0;
    break ;

case 2:
    for(y=0;y<=3;y++){
        output_high(PIN_A1);
        delay_ms(700);
        output_low(PIN_A1);
        delay_ms(700);}
    output_high(PIN_A1);
    x=0;
    break ;

case 3:
    output_low(PIN_A1);
    x=0;
    break ;

case 4:

    output_high(PIN_A1);

    x=0;
    break ;

case 5:

    for(y=0;y<=3;y++){
        output_high(PIN_A1);
        delay_ms(700);
        output_low(PIN_A1);
        delay_ms(700);}
    output_high(PIN_A1);
    x=0;

    break ;
}

```

```

if(direccion==3&&a==0&&b==0&&c==0){
    a=0;
    b=0;
    c=0;
    direccion=0;}

else if (direccion==3){
    putc(envio[0]=a);
    putc(envio[1]=b);
    putc(envio[2]=c);
    delay_ms(50);
    a=0;
    b=0;
    c=0;
    direccion=0;}

if(direccion==4&&d==0&&e==0&&c==0){
    d=0;
    e=0;
    c=0;
    direccion=0;
}

else if (direccion==4){
    putc(envio[3]=d);
    putc(envio[4]=e);
    putc(envio[2]=c);
    delay_ms(50);
    d=0;
    e=0;
    c=0;
    direccion=0;}}

```

## Anexo 2: Registros fotográficos



Figura 56. Llegada de los Xbee S2C y GSM SIM900.

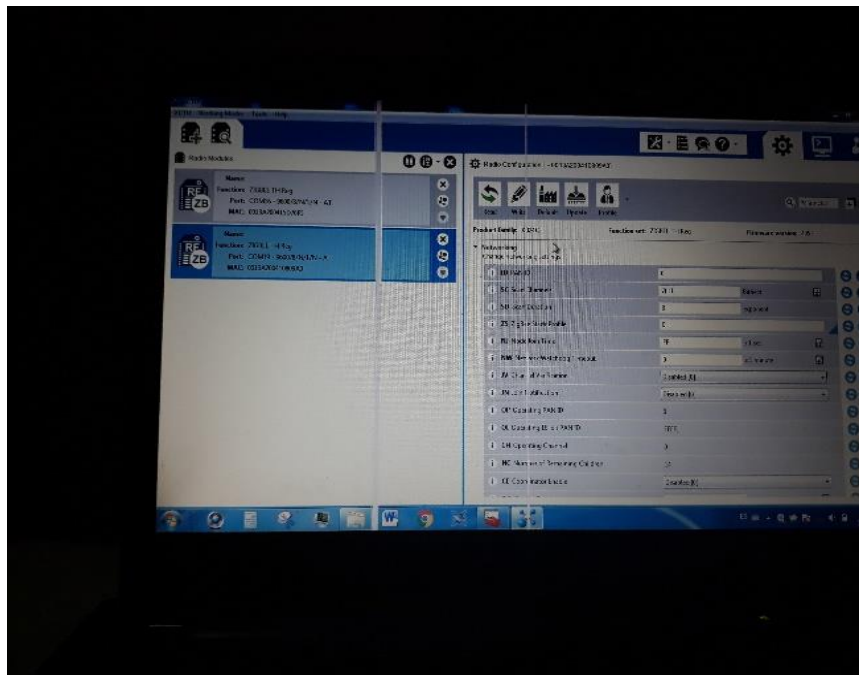


Figura 57. Prueba de funcionamiento de los Xbee mediante el software XCTU.

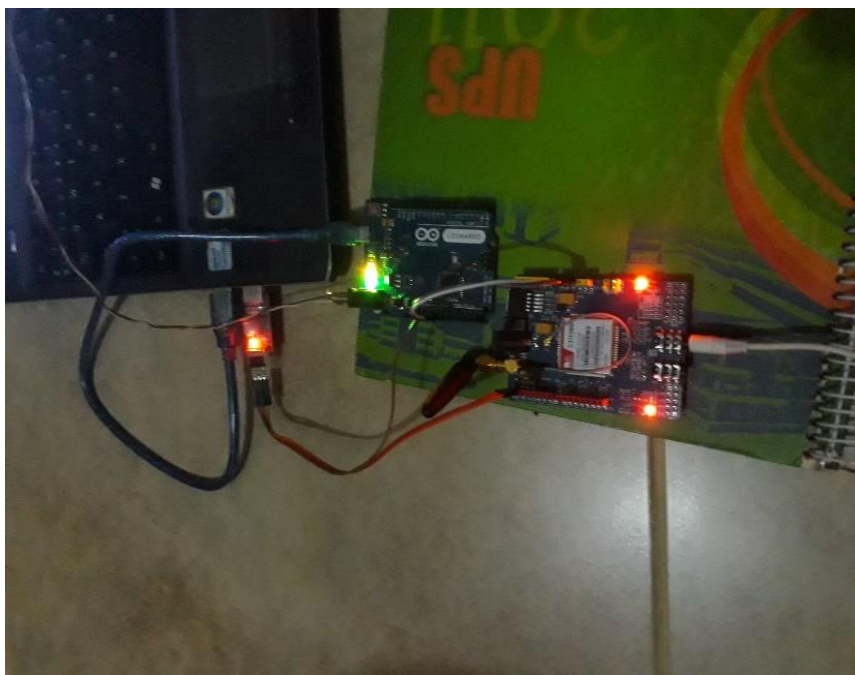


Figura 58. Prueba de funcionamiento del equipo GSM SIM900.

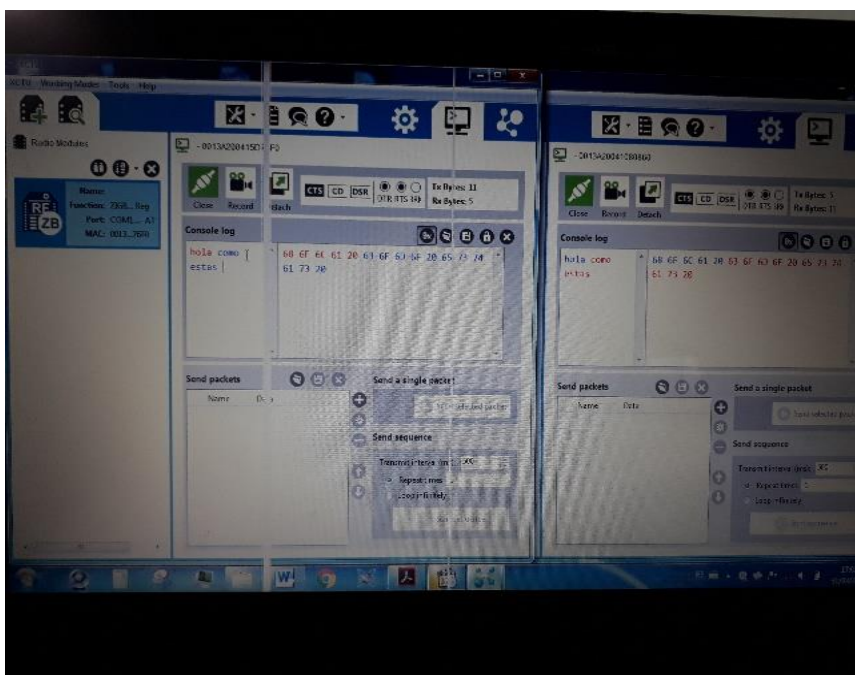


Figura 59. Prueba de transmisión y recepción de los XBee mediante el software XCT.

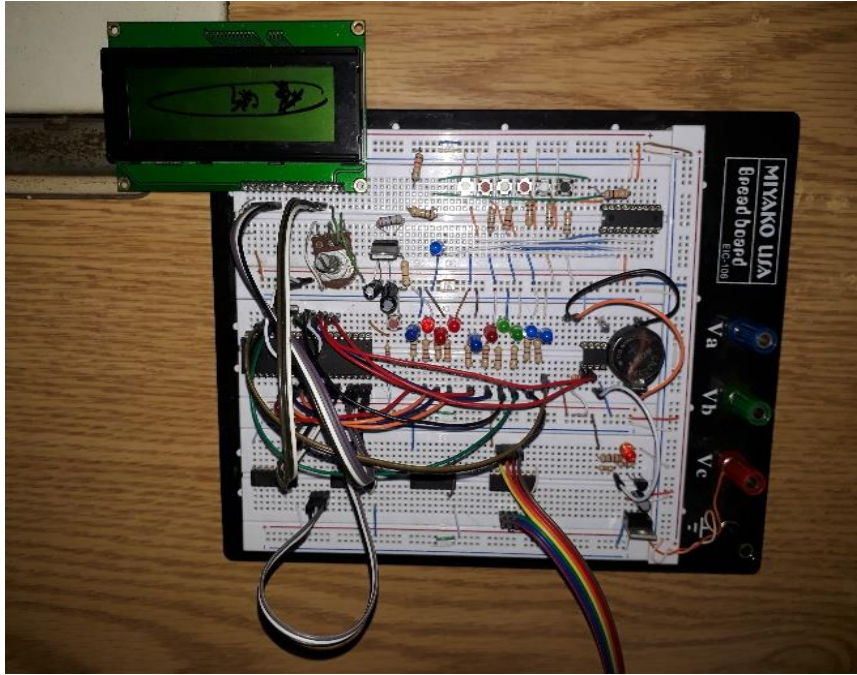


**Figura 60.** Equipos XBee conectados mediante XBee Usb Adapter.

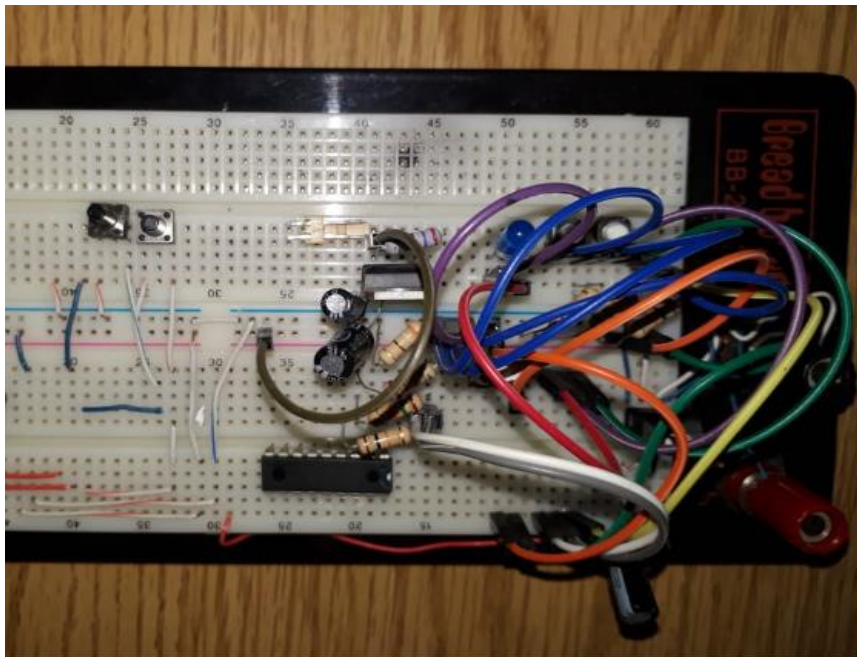


**Figura 61.** Primer diseño en protoboard de la tarjeta principal del sistema.

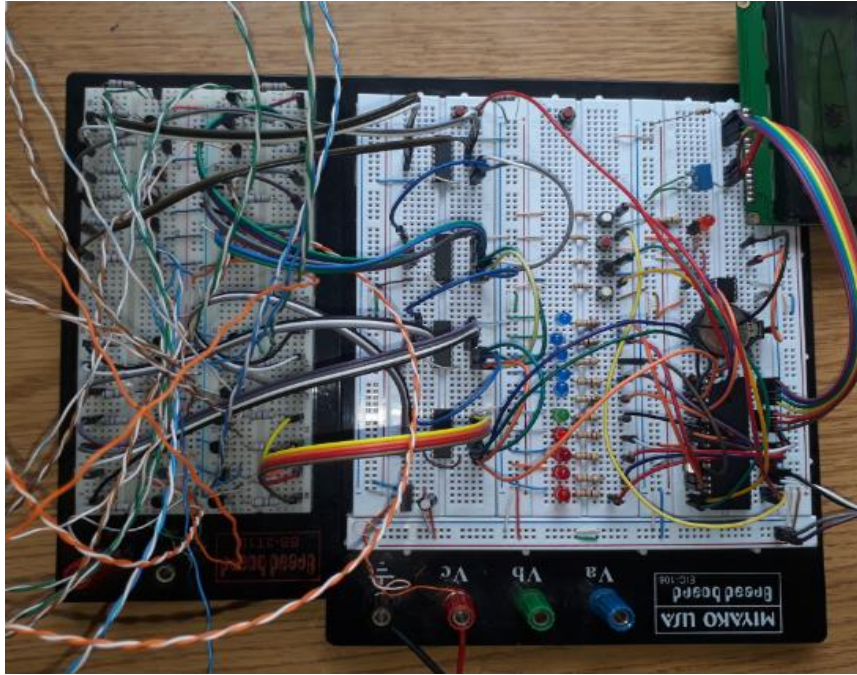




**Figura 62.** Diseño en protoboard de la tarjeta principal del sistema con display LCD 20x4.



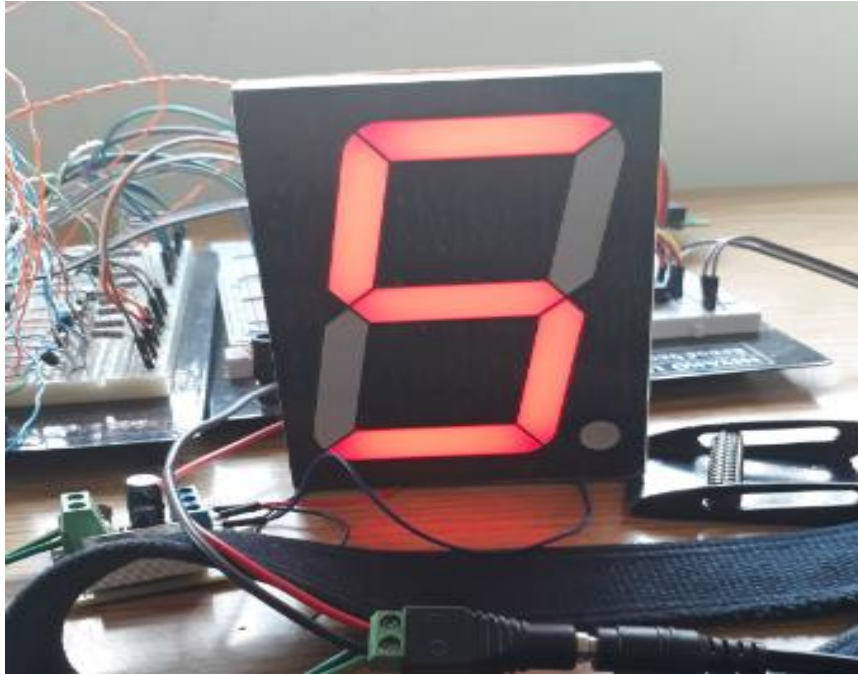
**Figura 63.** Diseño en protoboard de tarjeta de habitaciones simples y dobles



**Figura 64.** Diseño en protoboard de circuito de control de d3pala de 7 segmentos.



**Figura 65.** Montaje de componentes m3dulo de display de 7 segmentos.

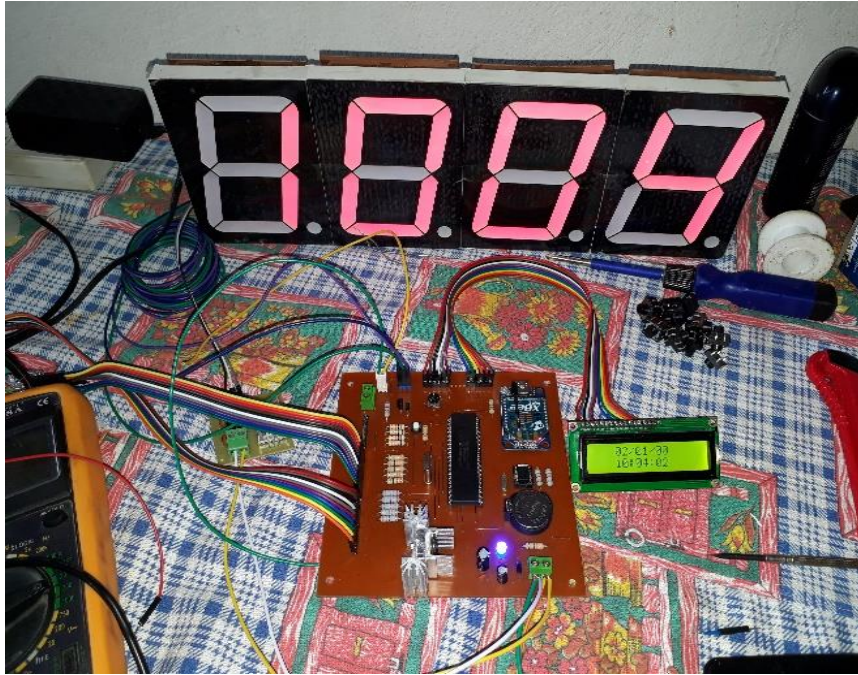


**Figura 66.** Prueba de funcionamiento de displays de 7 segmentos.

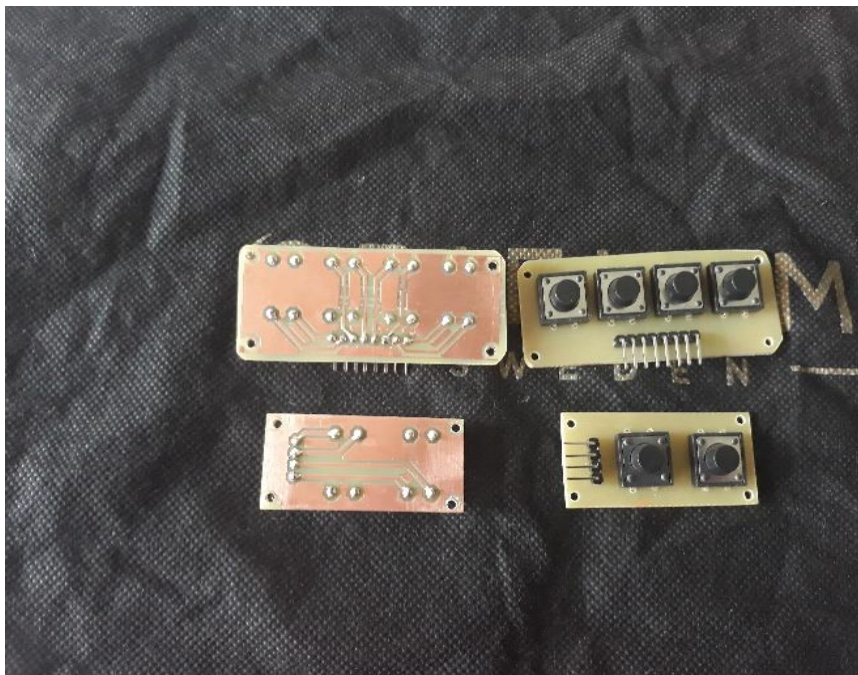


**Figura 67.** Conexión de módulos de pantalla Led.

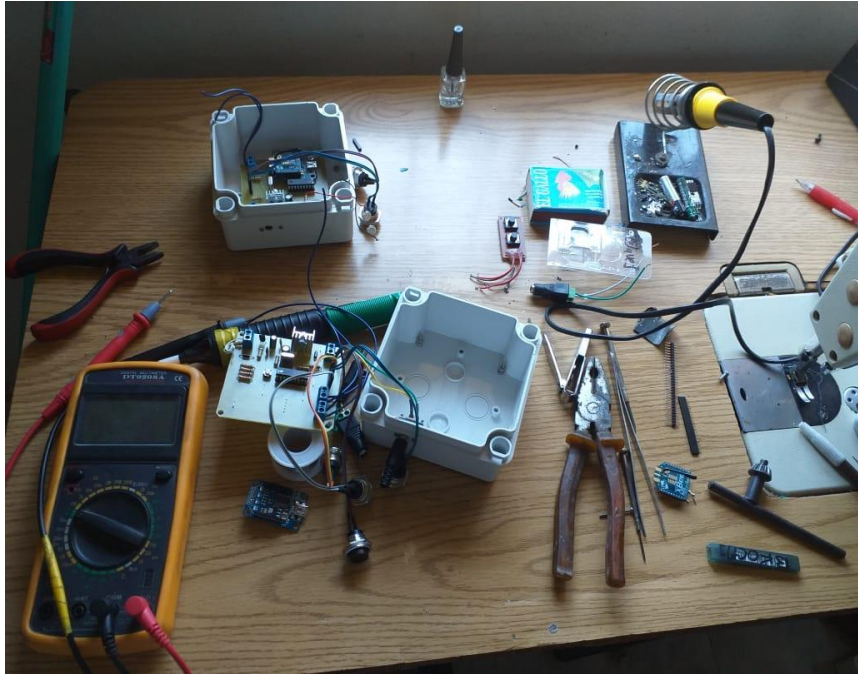




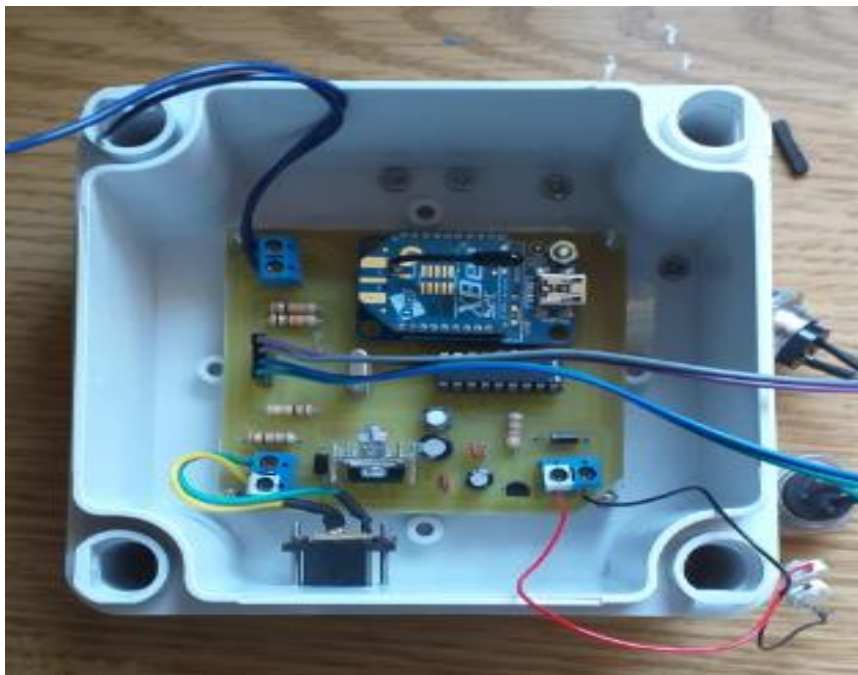
**Figura 68.** Tarjeta principal y pantalla LED.



**Figura 69.** Implementación de botones de configuración.



**Figura 70.** Montaje de componente de tarjeta de habitaciones simples y doble.



**Figura 71.** Montaje de componentes en cajas.

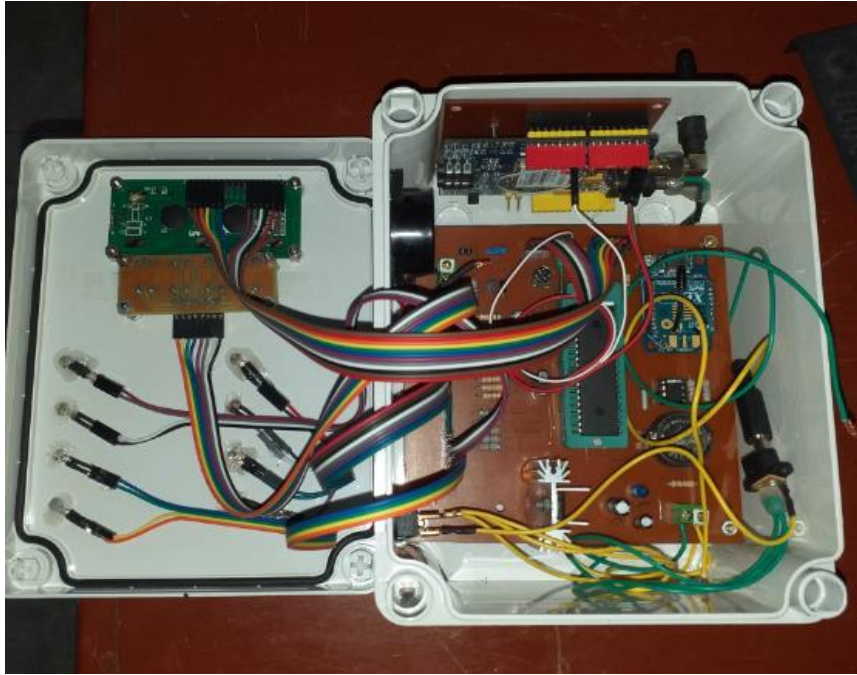


**Figura 72.** Diseño final de modulos de habitaciones, con todos sus componentes integrados.



**Figura 73.** Diseño final de unidad central, con todos sus componentes integrados.





**Figura 74.** Integración de las diferentes partes que conforman la unidad central.



**Figura 75.** Pruebas de funcionamiento de pantalla led y unidad central.



**Anexo 3: Guía de diagramas esquemáticos e información relacionada con el funcionamiento del sistema.**

**SISTEMA INALÁMBRICO DE LLAMADO A ENFERMERÍA A TRAVÉS  
DE UNA RED ZIGBEE CON NOTIFICACIÓN DE MENSAJES DE  
TEXTO UTILIZANDO MÓDULO GSM SIM900**

**Guía de Funcionamiento**

Versión:01

Fecha: 08/04/2019

Queda prohibido cualquier tipo de explotación y, en particular, la reproducción, distribución, comunicación pública y/o transformación, total o parcial, por cualquier medio, de este documento sin el previo consentimiento expreso y por la Universidad Politécnica Salesiana y los autores de este documento.





## ÍNDICE

1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	3
1.1	Objetivo .....	3
1.2	Alcance.....	3
1.3	Funcionalidad .....	3
2	PANTALLAS DE NAVEGACIÓN DEL SISTEMA.....	4
2.1	Unidad central .....	4
2.2	Pantalla Led de 7 Segmentos.....	4
3	DESCRIPCIÓN DE PANTALLAS.....	5
3.1	Pantallas de inicio y saludo inicial .....	5
3.2	Pantalla de configuración de Reloj .....	5
3.3	Pantallas de llamado a enfermería.....	6
3.4	Pantalla LED .....	6
3.4.1	Estado inicial de Pantalla LED .....	6
3.4.2	Muestra horas y minutos .....	6
3.4.3	Número de habitación.....	6
4	DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS.....	7
4.1	Unidad central .....	7
4.2	Habitación simple.....	8
4.3	Habitación doble.....	9
4.4	Pantalla LED (Modulo Display de 7 segmentos).....	10
5	Partes de la unidad central.....	11
6	Partes de Módulos de habitación .....	12
6.1	Partes de Modulo de habitación simple.....	12
6.2	Partes de Modulo de habitación Doble.....	13
7	Partes de Modulo de Pantalla LED .....	14
8	Modo de uso del sistema.....	15
8.1	Pasos para configurar la unidad central .....	15
8.2	Modo de uso de unidades de habitaciones simples y dobles.....	15



## **1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

### **1.1 Objetivo**

Implementar un sistema inalámbrico de llamado a enfermería a través de una red ZIGBEE con notificación de mensajes de texto utilizando módulo GSM SIM900.

### **1.2 Alcance**

Debido a la demanda en cuidados y atenciones especiales que requieren los pacientes que permanecen en el pensionado “Ing. Carlos Baquerizo del Hospital de Niños León Becerra” se diseñó e implemento un sistema inalámbrico, acorde a las tecnologías actuales, cumpliendo con los parámetros necesarios para que el sistema lo utilicen pacientes y personal del hospital, disminuyendo el tiempo en que los llamados a enfermería son atendidos.

### **1.3 Funcionalidad**

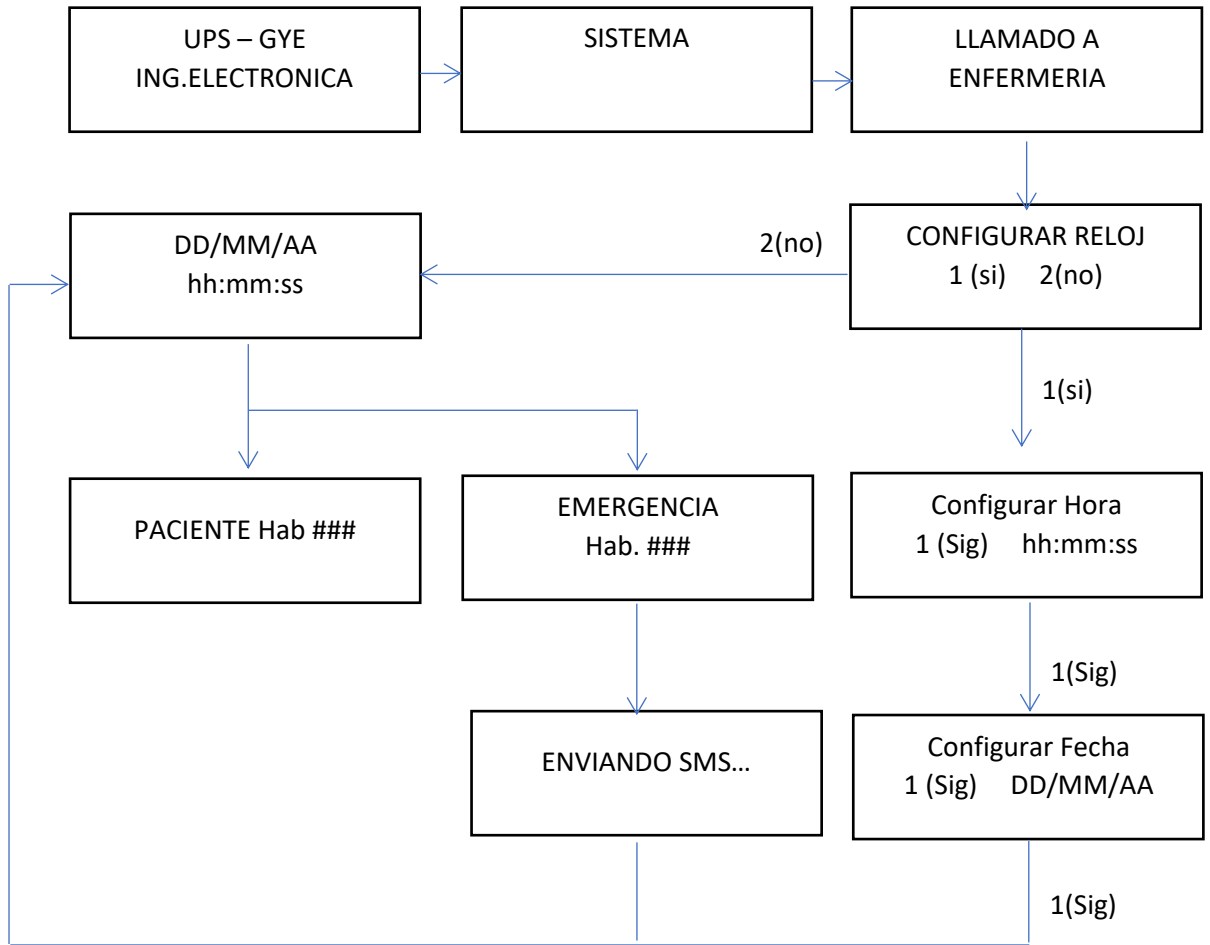
Este sistema de llamado ofrece la línea completa de equipos desde la unidad de cabecera de cama, pulsadores para cama, alarmas luminosas y sonoras y consola de central de enfermería.

- Señalización luminosa a través de LED de alta eficiencia
- Señalización sonora intermitente con posibilidad de sonido temporizado
- Permite anular la señal sonora a través de un pulsador sin que esto motive la anulación de la señal luminosa. en caso de generarse otra llamada se volverá a activar la señal sonora.
- Identificación de dos tipos de llamado a enfermería
- Ampliable de acuerdo a sus necesidades con capacidad de expandir de 1 a 10 puestos
- Ensamblada en módulos enchufables para su fácil reposición
- Fijación en pared
- Pantalla Led para mostrar la hora y número de habitación en la estación de enfermería.

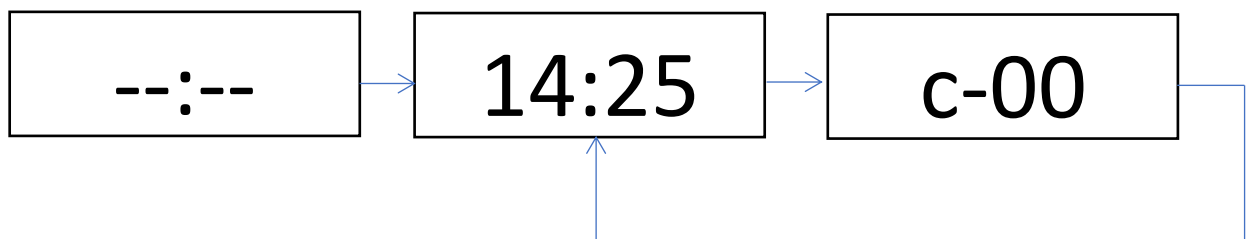


## 2 PANTALLAS DE NAVEGACIÓN DEL SISTEMA

### 2.1 Unidad central



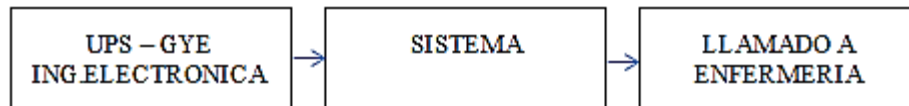
### 2.2 Pantalla Led de 7 Segmentos





### 3 DESCRIPCIÓN DE PANTALLAS

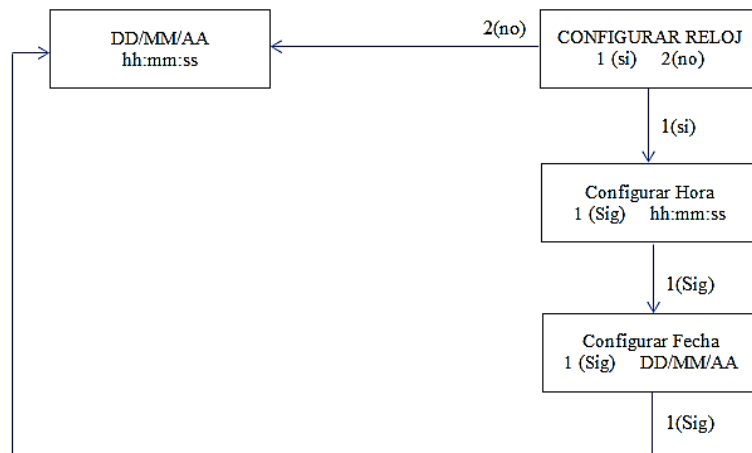
#### 3.1 Pantallas de inicio y saludo inicial



Al iniciar el sistema se muestran tres pantallas que contienen el saludo inicial y el nombre del sistema

#### 3.2 Pantalla de configuración de Reloj

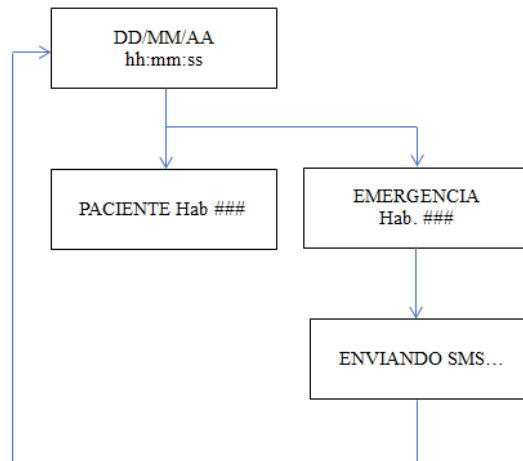
Cuando el sistema llega a este punto el usuario tiene la opción de decidir si es necesaria la configuración del reloj, los botones 1, 2, 3, 4 son los encargados de interactuar con las diferentes pantallas del sistema.



Funcionamiento de botones según la pantalla de configuración				
BOTON	1	2	3	4
Pantalla Configurar Reloj				
ACCION	si	no	*****	*****
Pantalla Configurar Hora				
ACCION	Siguiente	Incrementa Horas	Incrementa Minutos	Incrementa Segundos
Pantalla Configurar Fecha				
ACCION	Siguiente	Incrementa Día	Incrementa Mes	Incrementa Año



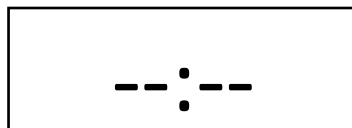
### 3.3 Pantallas de llamado a enfermería



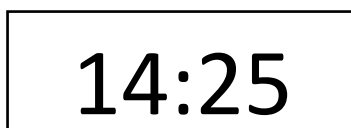
Si el sistema detecta que una de las habitaciones realizo un llamado, se muestra un mensaje en pantalla el número de la habitación

### 3.4 Pantalla LED

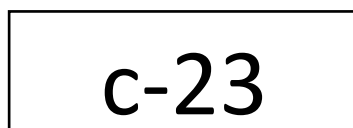
#### 3.4.1 Estado inicial de Pantalla LED



#### 3.4.2 Muestra horas y minutos



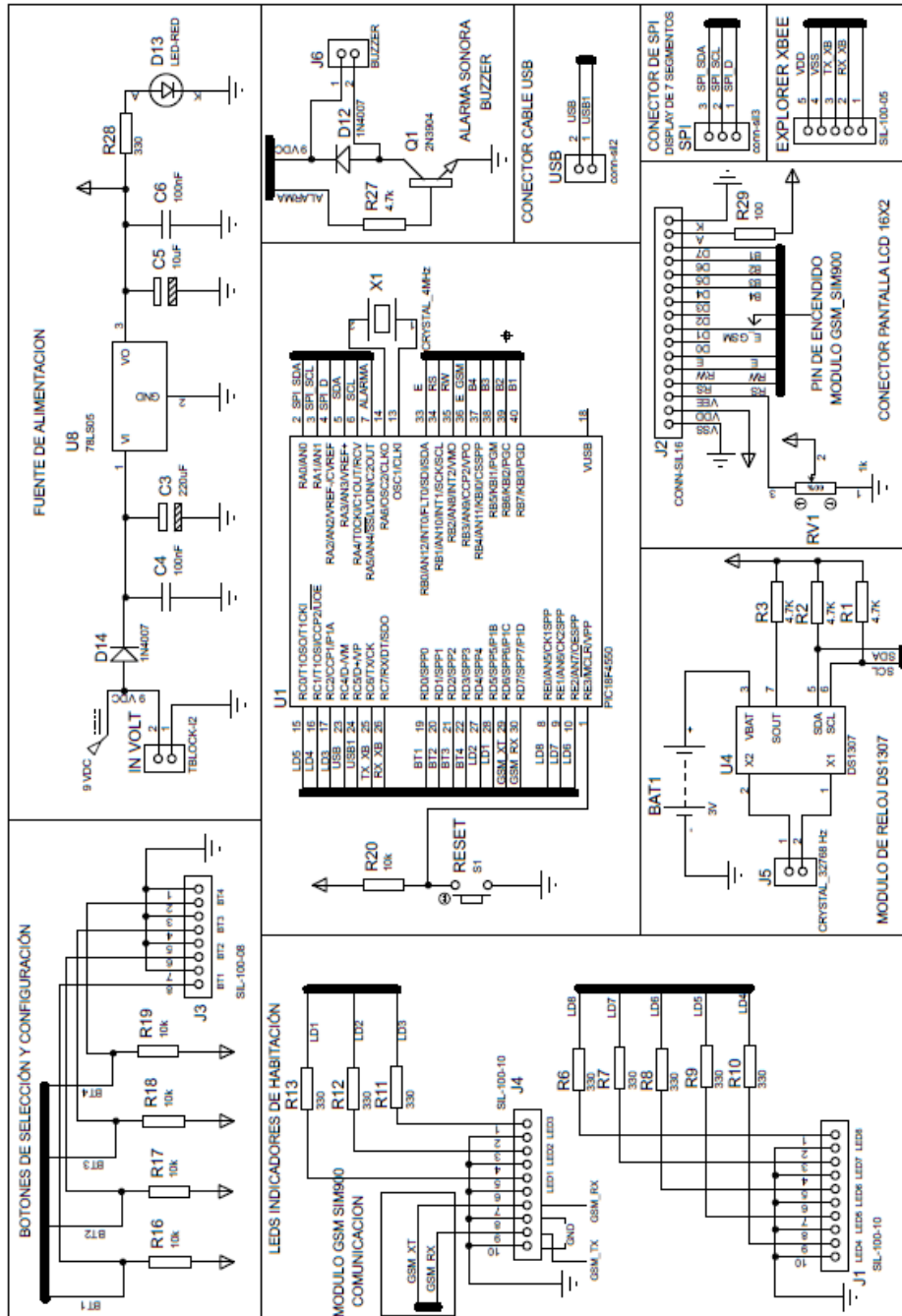
#### 3.4.3 Número de habitación





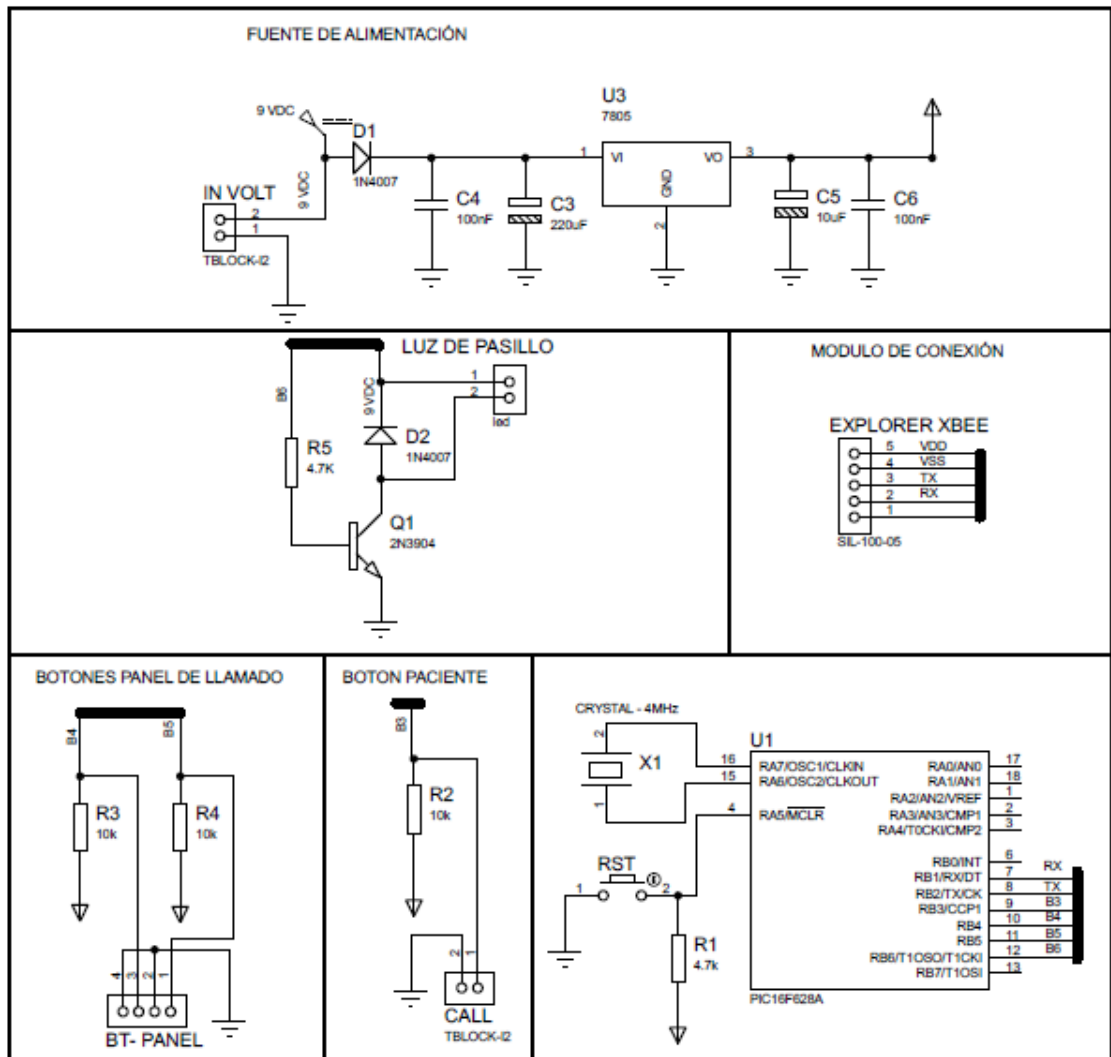
## 4 DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

### 4.1 Unidad central



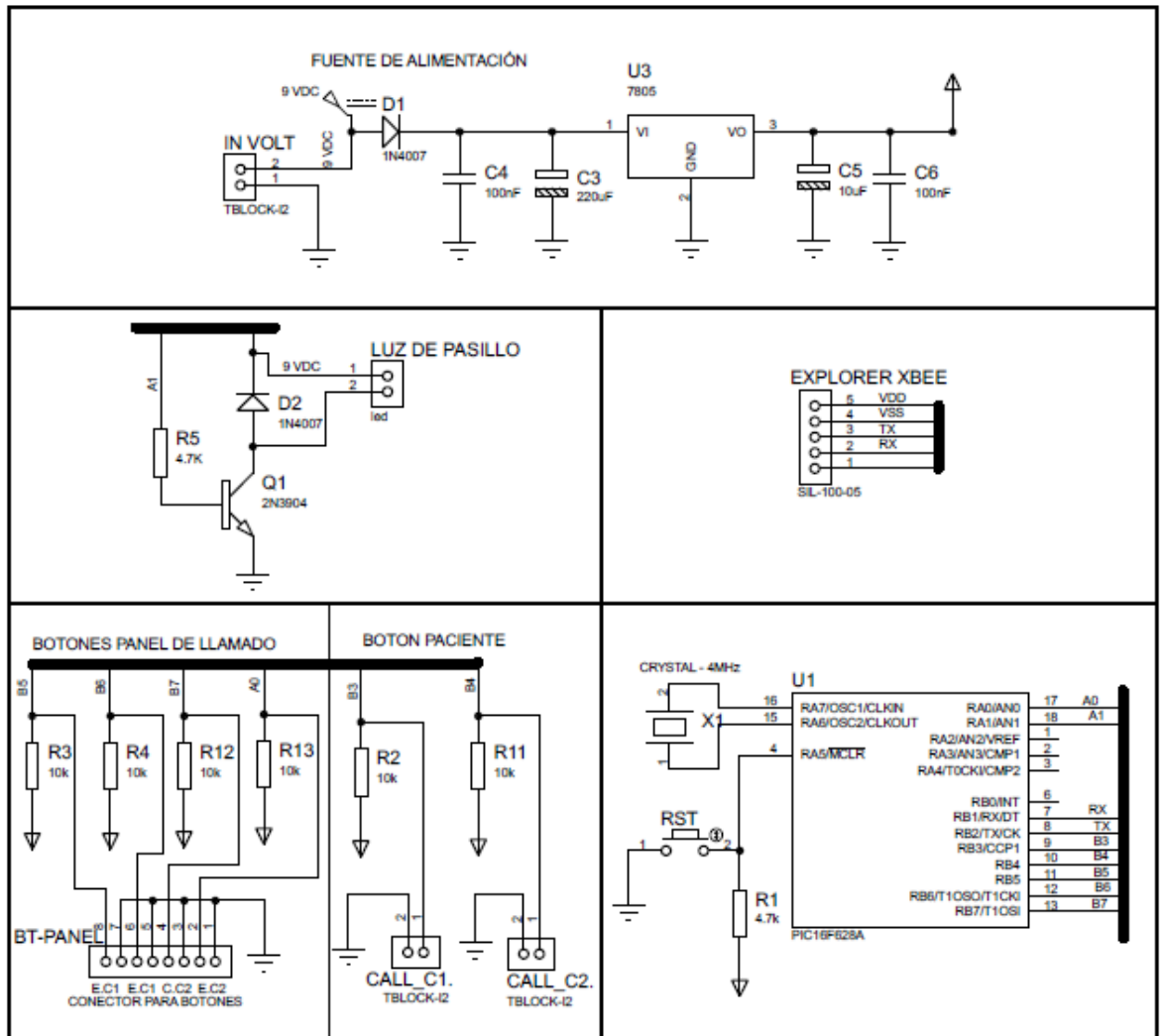


### 4.2 Habitación simple





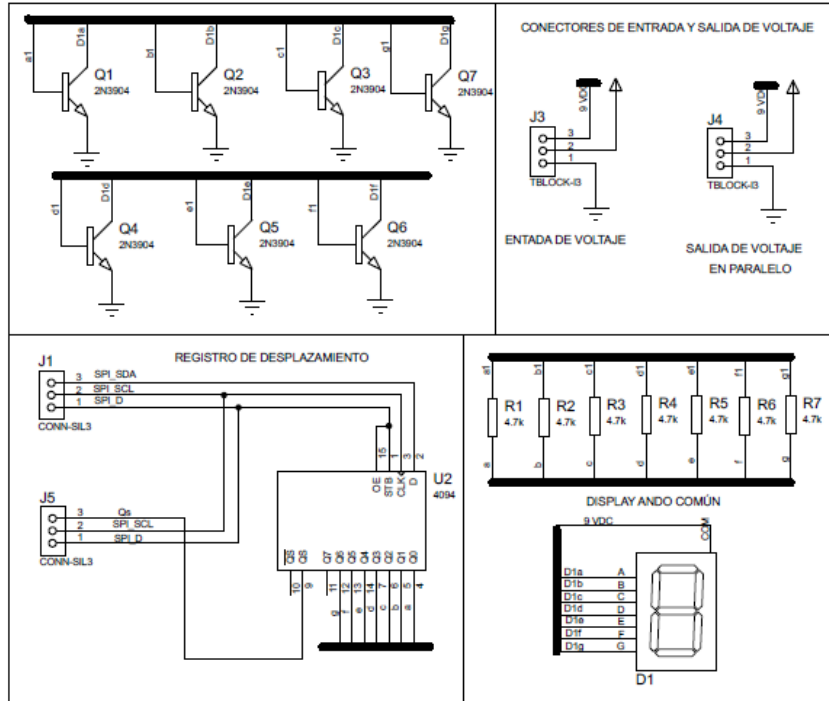
4.3 Habitación doble



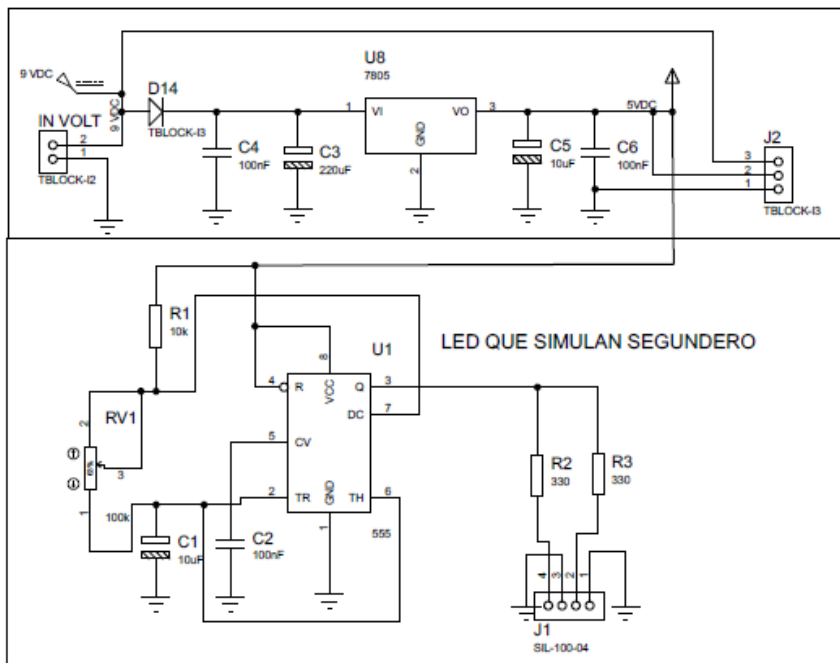




4.4 Pantalla LED (Modulo Display de 7 segmentos)



FUENTE DE ALIMENTACION DISPLAY DE 7 SEGMENTOS





## 5 Partes de la unidad central

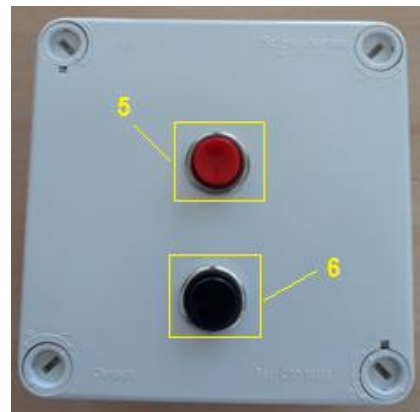
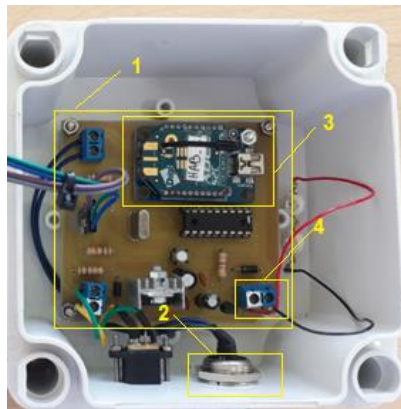


1. Antena de módulo Gsm SIM900
2. Pantalla LCD
3. Botones de configuración
4. Led indicador de Habitación
5. Led indicador de Habitación
6. Interruptor de ON/OFF
7. Conector de comunicación SPI (Pantalla led)
8. Entra de voltaje (9V DC 3<sup>a</sup>)
9. Módulo GSM SIM900
10. Buzzer
11. Tarjeta de control Principal
12. Módulo de comunicación inalámbrica



## 6 Partes de Módulos de habitación

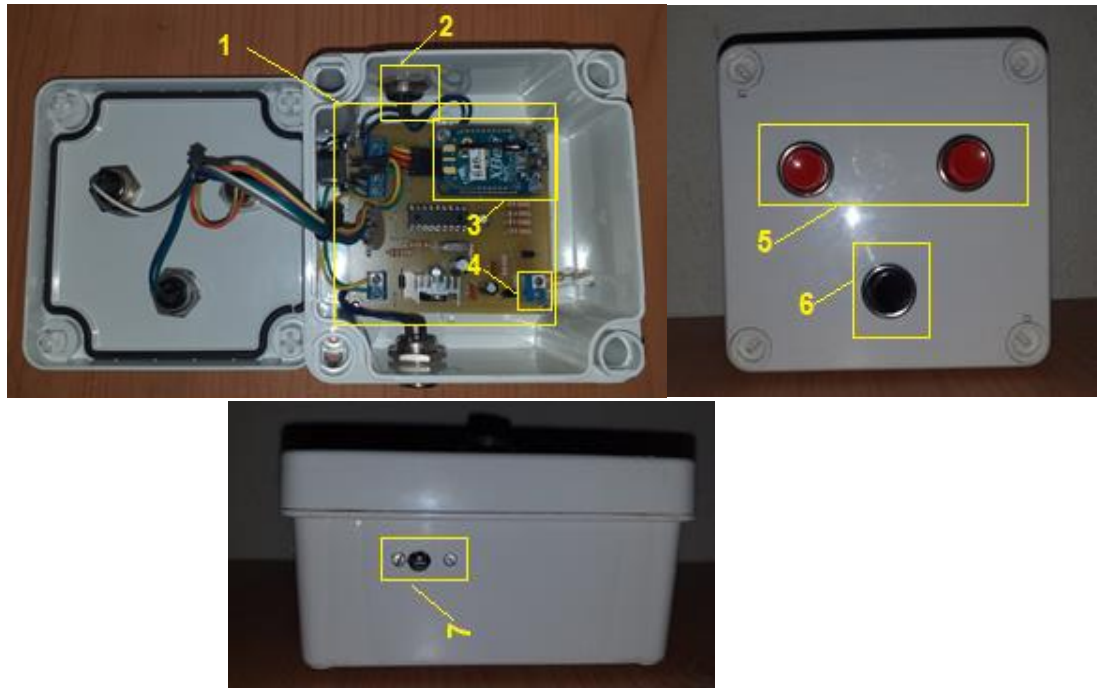
### 6.1 Partes de Modulo de habitación simple



1. Tarjeta de control de habitación doble
2. Conector de botón de llamado simple
3. Módulo de comunicación inalámbrica
4. Conector de luz de pasillo
5. Botones de llamado de emergencia
6. Botón de cancelar
7. Entra de voltaje (9V DC 1.5 A)



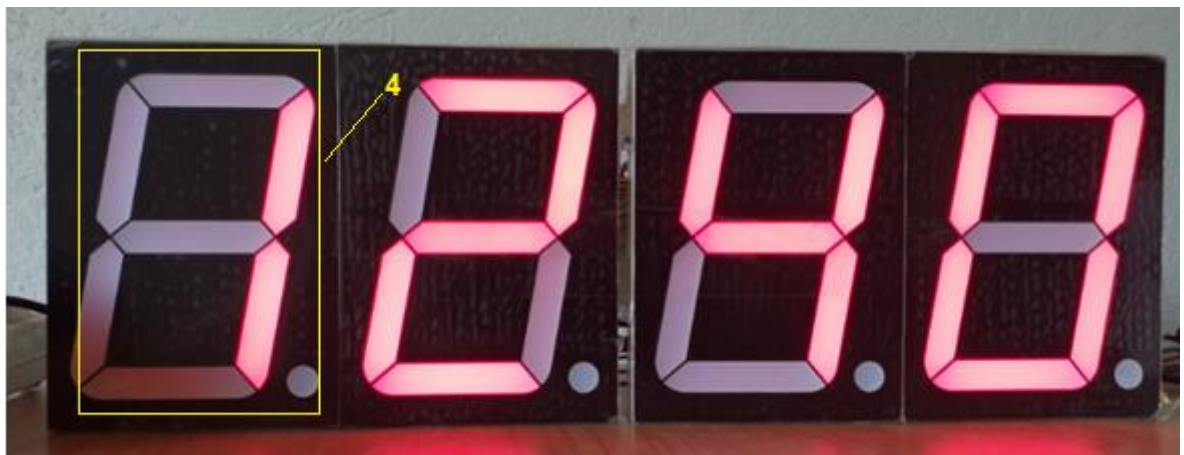
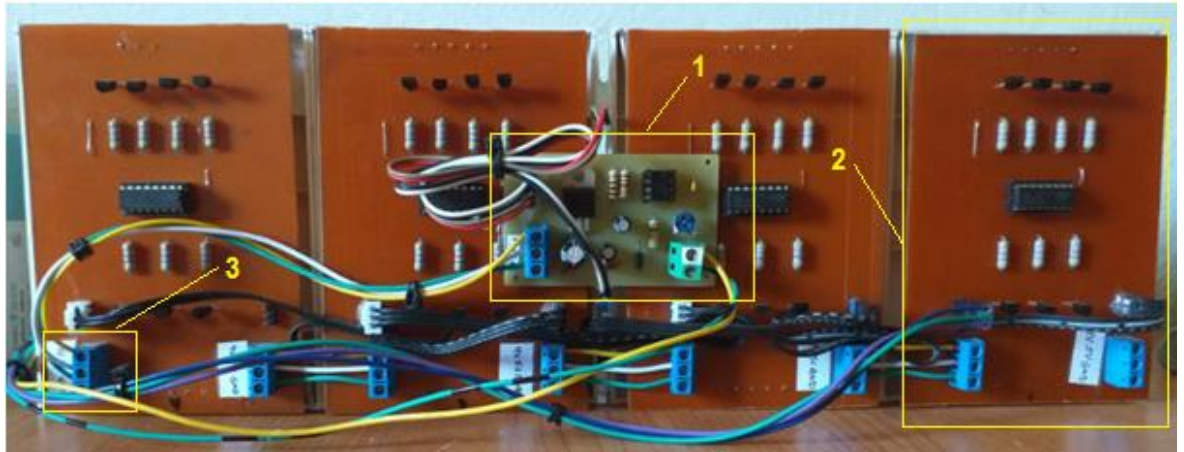
## 6.2 Partes de Modulo de habitación Doble



- 8. Tarjeta de control de habitación doble
- 9. Conector de botón de llamado simple
- 10. Módulo de comunicación inalámbrica
- 11. Conector de luz de pasillo
- 12. Botones de llamado de emergencia
- 13. Botón de cancelar
- 14. Entra de voltaje (9V DC .5A)



## 7 Partes de Modulo de Pantalla LED



1. Fuente de alimentación
2. Módulo de control de display de 7 segmentos
3. Entrada de voltaje a módulos de control
4. Display de 7 segmentos



## **8 Modo de uso del sistema**

### **8.1 Pasos para configurar la unidad central**

1. Conectar la fuente de alimentación
2. Encender la unidad central con su respectivo botón de on/off
3. Esperar que el sistema inicie el modo de configuración de Reloj
4. Presionar botón 1(si) o el botón 2(no)
5. Presionar botón #1 para entrar en la pantalla de configuración de hora
6. Presionar botón 2,3,4 para configurar horas, minutos y segundos
7. Presionar el botón #1 para entrar en pantalla de configuración de Fecha
8. Presionar botón 2,3,4 para configurar días, meses y años
9. Presionar el botón #1 para mostrar hora y fecha configuradas

**Nota:** Si se encuentra en el paso 3 y presiona el botón 1(si), realizar los pasos del 4 al 8

### **8.2 Modo de uso de unidades de habitaciones simples y dobles**

1. Conectar la fuente de alimentación
2. Esperar 20 segundos para que la unidad central pueda reconocer el módulo de habitación.
3. Presionar los diferentes botones de llamado a enfermería
  - Botón llamado simple
  - Botón Emergencia
  - Botón cancelar

**Nota:** Cuando se presiona el botón de emergencia debe esperar 2 segundos antes poder realizar otro llamado, caso contrario el sistema va a ignorar cualquier llamado que se realice durante ese tiempo.