

SISTEMA INTEGRAL DE LLAMADO A ENFERMERAS.

PIETRO ILICH GÓMEZ MESA

ANDRÉS FELIPE CAÑOLA BEDOYA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE IEE

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

2009

SISTEMA INTEGRAL DE LLAMADO A ENFERMERAS.

PIETRO ILICH GÓMEZ MESA

ANDRÉS FELIPE CAÑOLA BEDOYA

Modalidad: Desarrollo de prototipo

Director

RUBÉN DARÍO MAYA

Ingeniero Mecánico

Asesor

JOSÉ VALENTÍN RESTREPO

Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE IEE

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

2009

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

A Dios y a nuestros padres.

AGRADECIMIENTOS

A Valentín Restrepo por todo su apoyo y colaboración.

A la Universidad por todos los recursos proporcionados para la realización de nuestro Proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	16
1. INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.	
1.1 IMPORTANCIA DE LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.....	20
1.2 EXPLICACIÓN DEL PROTOCOLO	21
2. DESCRIPCIÓN DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.	
2.1 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y SU IMPORTANCIA.....	28
2.2 CODE WARRIOR Y MICROGRADES COMO HERRAMIENTA DE APOYO.....	28
2.3 LENGUAJES DE ALTO NIVEL.....	29
3. ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO A ENFERMERAS ACTUAL.	
3.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LA INDUSTRIA.....	30
3.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA.....	31
3.3 POSIBLES MEJORAS A LOS ACTUALES.....	33

3.4 DISEÑO DETALLADO ACTUALES.....	35
4. ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO A ENFERMERAS.	
4.1 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN.....	40
4.2 SMS.....	42
4.2.1 Historia y descripción de su arquitectura.....	42
4.2.2 Forma de operar de los sms.....	43
4.3 COMANDOS AT.....	45
4.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE LLAMADO A ENFERMERAS.....	47
4.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO A ENFERMERA....	54
5. POSIBLES FALLAS DEL SISTEMA POR UN MANEJO INCORRECTO Y SUS POSIBLES SOLUCIONES.....	70
5.1 POSIBLES FALLAS EN EL MÓDULO TX CON SUS RESPECTIVAS SOLUCIONES.....	71
5.2 POSIBLES FALLAS EN EL MÓDULO RX CON SUS RESPECTIVAS SOLUCIONES.....	73
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS FINALES.....	75
6.1 PRUEBAS TÉCNICAS.....	75
6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	76

7. RECOMENDACIONES PARA FUTUROS PROYECTOS RELACIONADOS.....	77
8. CONCLUSIONES.....	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS.....	81

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo s del proceso de Tx del Wi232 DTS.....	23
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de Rx del Wi232 DTS.	24
Figura 3. Diagrama de bloques del Wi232 DTS.	26
Figura 4. Paneles de baño actuales.	36
Figura 5. Paneles de cama actuales.	37
Figura 6. Indicadores luminosos de habitación actuales.	38
Figura 7. Receptor de información del puesto de enfermería actuales	39
Figura 8. Diagrama explicativo del camino que debe recorrer un MO-SM.....	45
Figura 9. Esquema de funcionamiento del sistema de llamado.	47
Figura 10. Diagrama explicativo de la tarjeta receptora.	52
Figura 11. Diagrama explicativo de la tarjeta transmisora.	53
Figura 12. Conexión del Wi232 DTS.	56
Figura 13. Oscilador tarjetas.	57
Figura 14. Conexión del dipswitch.	58
Figura 15. Conexión display 7 segmentos.	59

Figura 16. Board tarjeta receptora.	60
Figura 17. Board tarjeta transmisora.	61
Figura 18. Esquemático tarjeta receptora.	62
Figura 19. Esquemático tarjeta transmisora.	63
Figura 20. Esquema de ubicación y distribución del sistema.....	65
Figura 21. Vista general de la distribución de dispositivos en el puesto de enfermería.....	66
Figura 22. Impreso tarjeta módulo receptor.	66
Figura 23. Botón deshabilitador del puesto de enfermería.	67
Figura 24. Impreso tarjeta módulo transmisor.	67
Figura 25. Vista general módulo transmisor.	68
Figura 26. Control de habilitación del llamado.	68
Figura 27. Vista general de la aplicación de escritorio.	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Posibles fallas y soluciones del módulo Tx.	71
Tabla 2. Posibles fallas y soluciones del módulo Rx.	73
Tabla 3. Descripción de los mensajes en el visualizador.	84
Tabla 4. Indicaciones de mantenimiento del Módulo Tx.	88
Tabla 5. Indicaciones de mantenimiento del Módulo Rx.	90

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Manual de funcionamiento para enfermeras y equipo médico en general.	77
Anexo B. Manual de mantenimiento del sistema.	82
Anexo C. Artículo publicable.	88
Anexo D. Anteproyecto del trabajo de grado.	92

GLOSARIO

UART: Módulo para la comunicación serial.

SMS: Short Message Service, es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos, mensajitos o incluso txts o msjs) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano.

SMSC: Short Message Service Center (central de servicio de mensajes cortos), es un elemento de la red de telefonía móvil cuya función es la de enviar/recibir mensajes SMS.

SIM: Subscriber Identity Module, Módulo de Identificación del Abonado para telefonía GSM.

OHM: Abreviatura de las unidades omhios.

Wi 232 DTS: Módulo de comunicación inalámbrica.

RS 232: Interfaz que define una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Equipo de Comunicación de datos).

MÓDULO DSP: Módulo encargado del procesamiento de la señal y de eliminar ruidos e interferencias de la misma.

CTS: Señal que indica que el módulo Wi 232 DTS se encuentra listo para enviar datos (*Clear To Send*).

INTERCOMUNICADOR: Dispositivo que tiene como función permitir la transmisión de información de un lugar a otro.

RFID: Tecnología que tiene como propósito fundamental transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio.

Oscilador: Circuito que produce una señal electrónica repetitiva, la cual comúnmente es una onda senoidal o una onda cuadrada.

RESUMEN

Este proyecto tiene como fin desarrollar un prototipo de un sistema de llamado a enfermeras, inalámbrico, completamente funcional, con un módulo receptor y dos módulos transmisores.

El sistema tendrá como función principal dar aviso al cuerpo de enfermería de la necesidad que tiene un paciente de ser atendido. El sistema estará en la capacidad de diferenciar entre un llamado de emergencia y un llamado de tipo convencional.

Este aviso se dará a conocer por medio de una alarma sonora, y se podrá visualizar el número de la habitación en un display ubicado en el puesto de enfermería.

Además de su función principal este prototipo contará con otras funciones como la de guardar el registro de todos los llamados hechos por cada paciente, hora, tipo del llamado y tiempo de respuesta del personal médico. Igualmente tendrá un administrador de información en la cual se visualizarán todos estos registros.

El sistema tendrá la capacidad de enviar un aviso a un dispositivo inalámbrico (teléfono celular) que estará en poder del médico de turno, en caso tal de necesitarse su presencia de manera inmediata.

Se desea con este proyecto sentar un precedente, así como ser un punto de referencia para futuros proyectos relacionados.

INTRODUCCIÓN

En 1993 el gobierno Colombiano creó como meta dar cobertura en salud a todos sus ciudadanos en menos de una década. Esto se intentó con la denominada ley 100, la cual pretendía transformar el viejo Sistema Nacional de Salud, en un Sistema General de Seguridad Social que financiara estos servicios a los ciudadanos más desposeídos. Lo anterior dio paso al crecimiento del sistema de salud en nuestro país debido al aumento de las personas que podían acceder a este servicio de forma efectiva.

Todo esto, unido al aumento del nivel de vida en nuestro país, ha originado una expansión en el área de la salud que día a día se convierte en un mercado creciente mucho más exigente en el que los centros de salud son cada vez más sofisticados y eficientes.

En la búsqueda de la creación de un producto relacionado con este sector y que estuviera acorde con las exigencias y necesidades del mercado, surge la idea de aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en un sistema que hiciera más óptima y eficiente la comunicación entre los pacientes y enfermeras.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Luego de visitar algunos centros hospitalarios de la ciudad Medellín, se encontró la necesidad de renovar algunos de los dispositivos que se empleaban allí. Particularmente se observó en los sistemas de llamado a enfermeras, que aunque cumpliendo con su función primaria desaprovechaba un gran potencial.

Por ejemplo algunos de los problemas detectados fueron:

- Para hacer ampliaciones como agregar piezas nuevas, hacía falta una gran cantidad de cableado, lo que implicaba un alto esfuerzo y sobrecostos.
- No existía una forma eficiente de controlar los tiempos de respuesta del personal médico.
- En caso de requerirse la atención del doctor, no había una forma rápida de localizarlo.

Es por esto que se decidió crear un prototipo el cual mejorara y ampliara la gama de funcionalidades de un sistema de llamado.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran cantidad de hospitales, clínicas y centros de salud existentes en nuestro país, cada uno de estos se ha visto en la necesidad de realizar mejoras en todas y cada una de las partes que componen la cadena de atención al paciente con el fin de mantenerse en el mercado.

Un eslabón de esta cadena, es el sistema mediante el cual los pacientes hospitalizados se comunican con las enfermeras. Un sistema que tiene como objetivo el que un grupo grande de pacientes sea atendido por un grupo pequeño de enfermeras y médicos de manera eficiente y efectiva, simplificando así el trabajo del personal.

Los sistemas actuales han cumplido con esta tarea, pero su participación en este proceso se ha quedado allí; en una cantidad de alertas y llamados.

Por lo anterior este prototipo de un “Sistema Integral de Llamado a enfermeras” se convierte en una buena opción para potencializar la función del sistema de llamados convencional, mejorando la calidad de atención del paciente y hacerlo parte en la toma de decisiones, ya que almacenará toda la información que conlleva un llamado de enfermeras por parte de un paciente como: hora de llamado, hora de atención y tipo de llamado; además de esto facilitará la instalación y ampliación del mismo ya que utilizará un tipo de comunicación inalámbrica y tendrá la ventaja de contactar al médico de turno a través de un dispositivo móvil en caso de requerir su presencia de manera inmediata.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Diseñar e implementar un sistema de llamado inalámbrico a enfermeras, con algunas optimizaciones y ventajas competitivas con respecto a los productos encontrados actualmente en nuestro medio, generando con esto una atención al paciente mucho más efectiva y eficiente.

Objetivos Específicos:

- Especificar e identificar los componentes para el desarrollo del prototipo.
- Diseñar un sistema inalámbrico óptimo de llamado para enfermeras
- Crear un prototipo del sistema de llamado.
- Diseñar e implementar un software que permita interactuar con el sistema de llamado, además de poder leer desde allí la historia de llamado de cada habitación y verificar el tiempo empleado para responder a dichos llamado.
- **Generar un manual de operación y mantenimiento de todo el sistema para el personal técnico de la Clínica.**
- Desarrollar un sistema que envíe un mensaje en caso de presentarse un llamado de emergencia a un dispositivo inalámbrico que estará en poder del médico de turno.
- Generar un manual de uso del sistema para el personal de salud.

CÁPITULO 1

INTRODUCCIÓN AL WIRELESS

Wireless es un tipo de comunicación en la cual no se necesita un medio de propagación físico, los únicos dispositivos físicos que son necesarios son un módulo emisor y otro receptor.

Los sistemas de comunicación wireless están siendo cada vez más usados, debido a su increíble practicidad y a su creciente confiabilidad.

1.1 IMPORTANCIA DE LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.

La importancia fundamental de esta forma de comunicación reside en que permite hacer algo cuando se necesita, en el momento que se desee, además el hecho que no se necesiten cables para su implementación, da una gran comodidad y hace posible la movilidad y reubicación de equipos y elementos de forma fácil.

Otro de los aspectos que ha ayudado a que la tasa de crecimiento sea muy superior a otras tecnologías, es que para algunos casos es la única manera de proporcionar conectividad.

Así mismo el área de las comunicaciones inalámbricas es considerada por varios sectores como área estratégica de desarrollo, como es el caso del espacio internacional de Investigación y diversos Programas Nacionales y Regionales de Investigación y Desarrollo.

Las comunicaciones inalámbricas han permitido gran innovación en todo tipo de productos y procesos que se han aplicado tanto para soluciones de tipo doméstico, como empresarial e industrial. Entre sus ventajas encontramos:

- ✓ Posibilita la reducción de costos de mantenimiento y operación.
- ✓ Aporta diferenciación respecto a productos de la competencia.
- ✓ Entrega un valor agregado mucho más alto, lo que puede reportar un incremento en los ingresos.
- ✓ Ofrece mayor flexibilidad en el momento de instalación.

1.2 EXPLICACIÓN DEL PROTOCOLO.

La selección del protocolo y el elemento inalámbrico a utilizar, se dio después de una búsqueda exhaustiva de elementos y estándares que fueran aptos para permitir una aplicación con un requerimiento de comunicación inalámbrica y que aparte de ello fuera el más óptimo para la necesidad puntual, en este caso el “Sistema de Llamado a Enfermeras”.

Este fue el Wi232DTS desarrollado por la empresa Estadounidense Radiotronic, Compañía que desde el año 2001 se dedica al desarrollo de soluciones inalámbricas aplicadas en campos como:

- Sistemas de seguridad.
- Domótica.
- Automatización Industrial.

- Sensores inalámbricos (incluyendo químicos, biológicos y ambientales).
- Comunicaciones para aplicaciones de respuesta de emergencia.
- Personal de seguridad.

Algunas de las ventajas observadas fueron, la poca cantidad de elementos necesarios para su correcto funcionamiento ya que únicamente requiere conexión al módulo de comunicación serial del microcontrolador, una antena y una fuente de alimentación. Su bajo costo en comparación de las demás soluciones dispuestas en el mercado y el poco espacio que requiere para su implementación.

El Wi 232 DTS se encuentra compuesto internamente por los siguientes módulos:

Controlador de protocolo:

Es el encargado de convertir los datos en formato paralelo transmitidos al bus del sistema, a datos seriales los cuales se transmitirán a través de los puertos y viceversa; es en este módulo donde se encuentra el software que maneja el protocolo para la comunicación RS 232, además de esto es el encargado también de manejar las interrupciones del Wi 232 DTS y quien está conectado al interior del módulo con los pines de entrada y salida con los cuales el dispositivo inteligente interactuará, en este caso el microcontrolador.

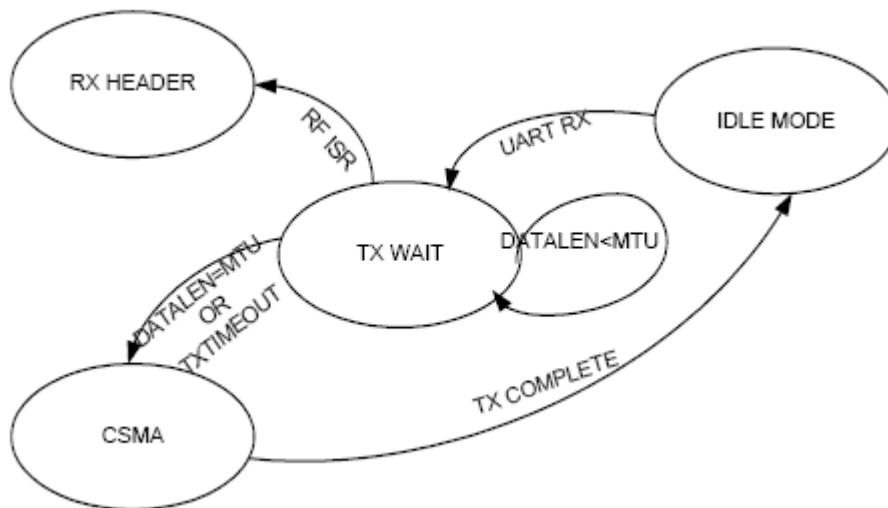
Módulo DSP o banda base DSP:

Es el encargado del procesamiento de la señal. También es quien elimina los ruidos e interferencias de la señal.

Transmisor:

Es quien toma la señal proveniente del módulo DSP y la lleva a la frecuencia de transmisión. Luego de esto la señal esta lista para ser procesada y enviada por el acoplador de señal. El siguiente es el diagrama de flujo del proceso de transmisión.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de Tx del Wi232 DTS.

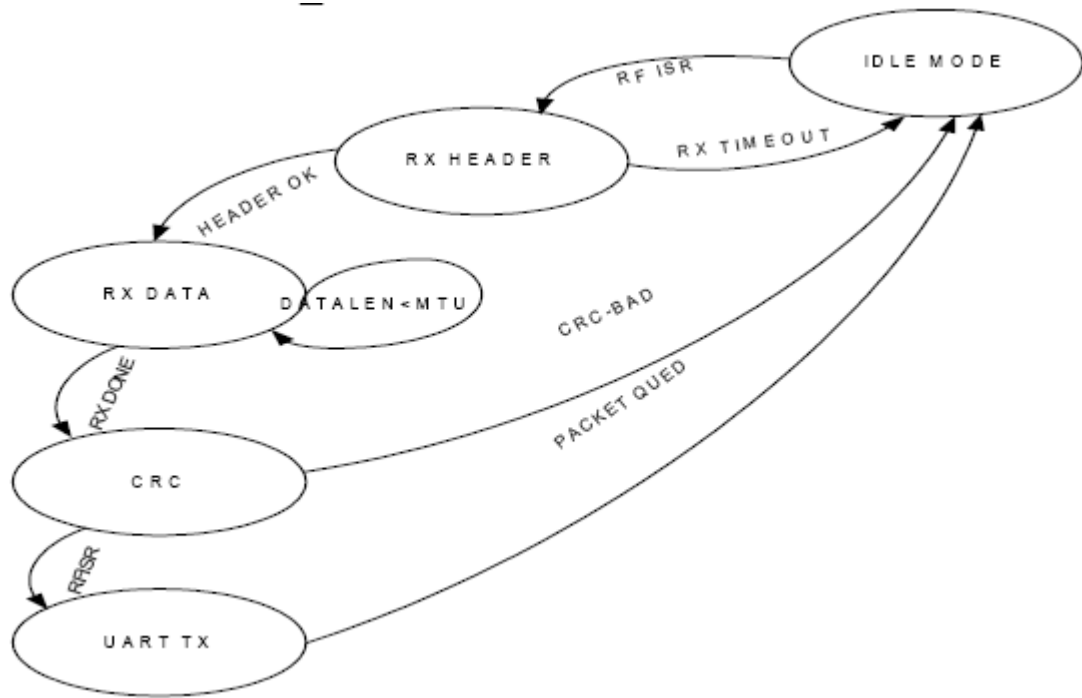


Fuente: **RADIOTRONIX. Wi.232DTS User's Manual [en línea]. 2005. p.9**
<Disponible en http://seniordesign.engr.uidaho.edu/2004_2005/lowpower/wi.232dts.pdf >
[consulta: 7 Ene. 2009].

Receptor:

Es quien toma la señal proveniente del acoplador de señal y la lleva a la frecuencia de recepción. El siguiente esquema es el diagrama de flujo del proceso de recepción.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de Rx del Wi232 DTS.



Fuente: **RADIOTRONIX. Wi.232DTS User's Manual [en línea]. 2005. p.8**
<Disponible en http://seniordesign.engr.uidaho.edu/2004_2005/lowpower/wi.232dts.pdf > [consulta: 7 Ene. 2009].

Acoplador de señal:

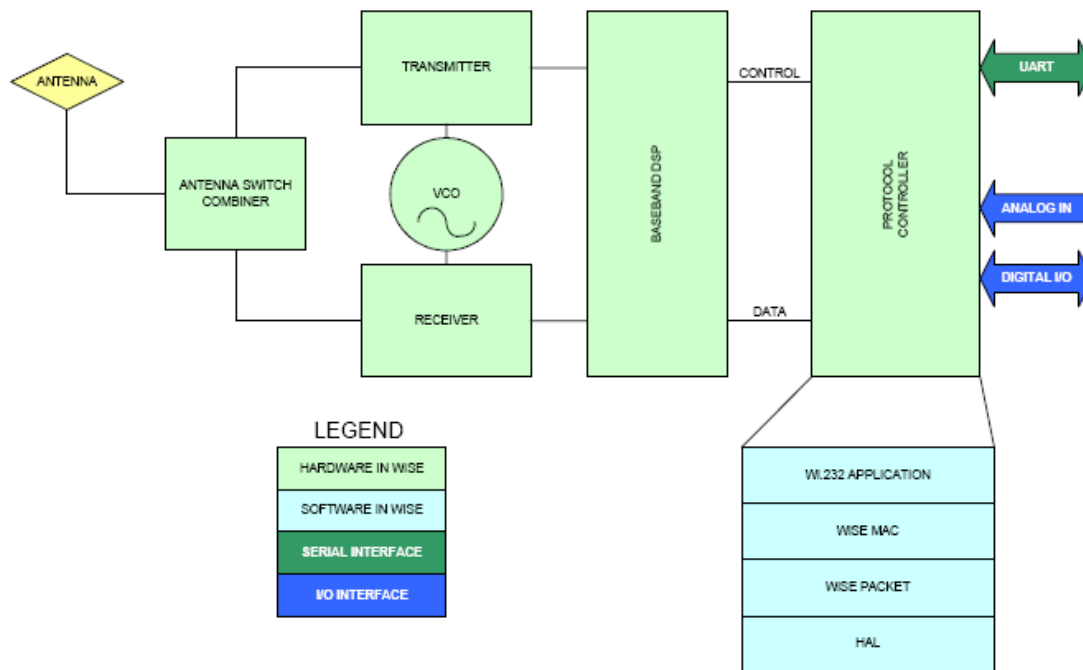
Es el módulo que realiza el control final de la señal. En caso que la señal provenga del módulo de transmisión esta será dirigida hacia la antena; y en caso contrario, si la señal proviene de la antena él llevará la señal al módulo de recepción.

Antena:

El módulo se encuentra diseñado para trabajar con una antena de 50 ohmios pero las especificaciones de esta pueden variar dependiendo de la aplicación para la cual vaya a ser implementado el módulo.

Diagrama de bloques del Wi 232 DTS

Figura 3. Diagrama de bloques del Wi232 DTS.



Fuente: RADIOTRONIX. *Wi.232DTS User's Manual [en línea]*. 2005. p.2 <Disponible en http://seniordesign.engr.uidaho.edu/2004_2005/lowpower/wi.232dts.pdf > [consulta: 7 Ene. 2009]

Tres señales son utilizadas para la transferencia de datos entre el módulo Wi 232 DTS y el microcontrolador: TXD, RXD y CTS.

- TXD: Es la que lleva los datos de salida del módulo.

- RXD: Lleva los datos de entrada al módulo.

- CTS: Es la salida del módulo la cual indica que el bus de datos se encuentra saturado o el módulo no ha podido realizar el envío de los datos, por tanto antes de colocar un dato en la línea de transmisión es necesario leer este pin, el cual estando en "0" indica que el módulo se encuentra preparado para aceptar el dato del microcontrolador, los datos que se le envíen al módulo mientras el CTS se encuentre en "1" se perderán.

La comunicación entre el microcontrolador y el módulo Wi 232 DTS se hace idéntica a una comunicación del tipo RS-232.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.

2.1 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN Y SU IMPORTANCIA.

Los lenguajes de programación aparecieron cuando se vio la necesidad de recordar secuencias de programación, dado que se hacía increíblemente extenuante escribir series como 0100011010011100 cada que se quería usar el operador suma, por lo que se crearon instrucciones fáciles de recordar, como por ejemplo ADD para la suma, y SUB para la resta; a este conjunto de instrucciones se le llamo lenguaje ensamblador.

2.2 CODEWARRIOR Y MICROGRADES COMO HERRAMIENTA DE APOYO.

Programar en microcontroladores en lenguaje ensamblador puede ser una tarea realmente extenuante, debido a que se debe escribir el código en base a unas pocas instrucciones básicas, lo que genera un código largo y difícil de entender. Es por esto que se crearon IDEs como Microgrades y Codewarrior que ayudan por medio de instrucciones más entendibles y funcionales a desarrollar una aplicación en microcontroladores.

Por supuesto al usar lenguajes de alto nivel y otros IDEs no todo es ganancia también existen desventajas como lo son el espacio ocupado por el programa, y la optimización de los recursos.

2.3 LENGUAJES DE ALTO NIVEL

Los lenguajes de alto nivel se caracterizan por que usan una sintaxis adecuada a la capacidad cognitiva humana en cambio de la capacidad ejecutora de las maquinas. La aparición de estos lenguajes a finales de 1950 genero grandes ventajas como el hecho de poder escribir código independiente de la maquina, y una mayor facilidad en la comprensión y programación de los programas.

Existe gran cantidad de programas de alto nivel como por ejemplo el Basic, este lenguaje usado desde los años 80's es ampliamente usado en el mundo como una herramienta de desarrollo, dado su fácil sintaxis, su uso generalizado, y algunas ventajas ofrecidas con respecto a otros lenguajes como gran cantidad de funciones para manejar cadenas de caracteres.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO A ENFERMERAS ACTUAL.

3.1 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LA INDUSTRIA.

Luego de visitar el hospital Pablo Tobón Uribe, el hospital Manuel Uribe Ángel y la Clínica el Rosario, se vio la necesidad de la renovación, y rediseño de algunos dispositivos en las clínicas y más específicamente hablando del sistema de llamados a enfermeras los cuales por el uso y el abuso, o simplemente por el paso de los años, estaban en mal estado u operando de forma ineficiente.

Aquellos que operaban de una forma adecuada únicamente eran utilizados como medio para dar alertas y brindar una comunicación entre pacientes y enfermeras terminando allí toda su función.

Es por esto que se pensó en crear un sistema de llamado a enfermeras más acorde con las necesidades actuales, que tenga otras funciones aparte de ser una simple alarma, que se encuentre en la capacidad de suministrar información acerca de los pacientes y del personal médico. Y que además nos ayude a localizar al médico de planta en caso de una emergencia.

Todo esto con el fin de potencializar el sistema y mejorar la atención del paciente, el cual cada vez es mucho más exigente.

3.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA

A nivel nacional no son muchas las empresas dedicadas a la producción y comercialización de sistemas de llamado a enfermeras. Sin embargo las que hay se encuentran muy comprometidas con la innovación y mejoramiento de estos sistemas.

Muchas de las clínicas, hospitales y centros de salud en Colombia acuden a estas empresas para que realicen la implementación de dichos sistemas de llamados. Otras recurren a empresas ubicadas fuera de Colombia para adquirir estas soluciones.

Entre los países fuera de Colombia desde los cuales se solicitan la mayor cantidad de estos sistemas se encuentran Venezuela y Argentina. Sin dejar a un lado empresas que están investigando y aportando mucho al campo de los sistemas de llamado a enfermeras a nivel mundial, las cuales se encuentran ubicadas en países como España, Estados Unidos y Alemania.

Todos estos sistemas de llamado son implementados en hospitales, clínicas, sanatorios y centros geriátricos. No obstante en las últimas décadas este tipo de sistemas ha sido implementando en diferentes áreas de la industria, tales como:

- Sistemas de llamado para personal de seguridad.
- Intercomunicadores para Supermercados e hipermercados.
- Intercomunicadores para peajes.
- Intercomunicadores para fábricas y oficinas.
- Intercomunicadores para establecimientos penitenciarios.
- Sistemas de llamado para servicio de bar o personal de limpieza.

En cada una de estas aplicaciones utilizan un mismo principio, pero adaptándolos a la medida, según los requerimientos y necesidades.

Los sistemas de llamado para personal de seguridad son destinados a empresas, centros comerciales, puestos de seguridad. Se ocultan los módulos emisores para que permitan efectuar una llamada sin ser percibido en el lugar, pero identificando en el receptor su origen y grado de urgencia. El emisor admite 2 botones para llamadas diferentes (presencia ó pánico).

Los sistemas para supermercados e hipermercados utilizan intercomunicadores los cuales soportan comunicación de voz y se encuentran ubicados en cada una de las cajas registradoras, estos poseen tres botones que realizan diferentes tipos de llamados, el primero es utilizado para solicitar comunicación con el supervisor de cajas, el segundo es para pedir un domicilio (solicitar un producto determinado a la caja registradora que está haciendo el llamado) y el tercero es con el fin de solicitar cambio de billetes o base (Dinero).

Finalmente en el puesto de control o de información se ubica una consola de comando, la cual recibirá todas las señales enviadas. Esta posee un completo sistema de señalización que permite individualizar en todo momento la procedencia del llamado.

Los sistemas utilizados para fabricas y empresas, se componen de módulos ubicados en cada una de las oficinas o puestos de trabajo, tienen la posibilidad de comunicarse entre sí y poseen indicadores luminosos que señalan la procedencia del llamado. También dan la posibilidad de conectar el sistema con un circuito de altavoces o parlantes ubicados estratégicamente en la empresa, con el fin de localizar de manera inmediata a las personas que se encuentren temporalmente

alejadas de sus puestos habituales de trabajo. En los ambientes más difíciles los módulos del sistema se encuentran cubiertos con protectores de silicona para aislarlos del polvo y la humedad.

Los sistemas de llamado para servicio de bar o personal de limpieza están destinados a centros comerciales, bares, balnearios (servicio de cabañas), etc. que necesiten evitar el uso de teléfonos para requerimientos de servicios. El emisor posee 2 botones para llamadas diferentes ya sea para servicio de limpieza ó para servicio de bar.

3.3 POSIBLES MEJORAS A LOS SISTEMAS ACTUALES

Dado el crecimiento de la industria de la salud, y el aumento de los niveles de vida, los pacientes a su vez esperan cada vez más un mejor servicio en los hospitales y esto incluye por supuesto los sistemas de llamado a enfermeras. Algunas de las mejoras que se le pueden hacer al los sistemas locales actuales serian:

- Sensores de presión en las camas para detectar la caída del paciente, o movimientos bruscos como los que ocurren en un ataque de epilepsia.
- Sistema de audio y video en las habitaciones con los cuales se podría monitorear a los pacientes, y escuchar sus peticiones, de esta forma se ahorraría tiempo disminuyendo el numero de rondas, además de saber cuál es su requerimiento antes de acudir donde el paciente, cual es su requerimiento.

- Sensores RFID en los cuartos de los pacientes que identifiquen cual fue la enfermera que atendió al llamado.

- Toma de tiempos de respuesta para los llamados.

- Mejorar la capacidad de expansión y escalabilidad.

- Implementar sistemas de llamado los cuales permitan el personal de enfermería tener una mayor movilidad, permitiendo percibir el llamado desde otro lugar diferente al puesto de enfermería, implementando mecanismos tales como teléfonos, radios portátiles, o cualquier dispositivo que haga esto posible.
Este tipo de llamado se podría dirigir únicamente a la enfermera o grupo de enfermeras a cargo de la habitación que está realizando el llamado haciendo que el proceso de llamado sea mucho más eficiente.

- Aumentar la robustez y resistencia de cada una de las partes del sistema, ya que aunque los sistemas actuales tienen un grado de protección contra líquidos, golpes, polvo y corrosión en general; siguen siendo poco robusto para la función que cumplen y las condiciones en las que opera.

- Sistemas que permitan realizar mantenimientos simples y rápidos.

3.4 DISEÑO DETALLADO DE LOS SISTEMAS ACTUALES

Algunos de los sistemas actuales de llamado a enfermeras constan de un módulo ubicado al lado de cada cama el cual posee tres funciones: la primera es hacer un llamado al puesto de enfermería por medio de un pulsador, la segunda es igual a la primera con la diferencia que esta tiene un nivel de prioridad más alta (se usa en casos de emergencias) y la tercera es establecer una comunicación auditiva entre el paciente y enfermera. Además de esto los sistemas actuales también tienen un panel ubicado en el puesto de enfermería, en este panel se encuentra el número de cada una de las habitaciones, y al frente de cada uno dos Leds, uno amarillo y otro rojo, para diferenciar el tipo de llamado que se está haciendo desde la pieza. También cuenta con un auricular y un micrófono para establecer la comunicación con el paciente.

Aunque hay ciertas variaciones del sistema dependiendo de la empresa proveedora, hay un estándar de funcionamiento de los sistemas de llamado actuales:

En la habitación se encuentran dos paneles de llamado un panel ubicado en la cabecera de la cama y otro panel ubicado en el baño.

Paneles de Baño

Figura 4. Paneles de baño actuales.



Fuente: Securicon. *Jero Provider [en línea].* Venezuela, 2006. <Disponible en www.securicon.net/download/JERON%20680.pps> [consulta: 12 Ene. 2009].

Paneles Cama

Figura 5. Paneles de cama actuales.



Fuente: Securicon. *Jero Provider [en línea].* Venezuela, 2006. <Disponible en www.securicon.net/download/JERON%20680.pps> [consulta: 12 Ene. 2009].

El panel ubicado en la cabecera de la cama tiene 2 tipos de botones, uno que realiza un llamado simple o de rutina y otro que realiza un llamado de emergencia. Este panel también cuenta con una entrada para un cordón pulsador que realiza la misma función que la del botón de llamado simple. Algunos sistemas de llamado poseen en el panel de la cama un sistema de parlante y micrófono por medio del cual se realiza la comunicación de voz con el puesto central de enfermería.

El panel ubicado en el baño puede tener tres tipos de mecanismos de activación:

- Un cordón conectado al final con un pulsador que al ser oprimido envía la alerta.
- Un botón directamente en la pared
- Un cordón tipo *pull Cord* que al ser halado envía la alerta.

Luego de darse la señal de alerta; en la parte exterior de la habitación está ubicado un módulo de señalización luminosa el cual indica si el llamado es de tipo normal o emergencia.

Figura 6. Indicadores luminosos de habitación actuales.



Fuente: Securicon. *Jero Provider [en línea]. Venezuela, 2006.* <Disponible en www.securicon.net/download/JERON%20680.pps> [consulta: 12 Ene. 2009].

Finalmente en el puesto de enfermería llega la señal y en un panel de Leds indica cual de las habitaciones es la que está haciendo el llamado. Si el sistema posee comunicación de voz este panel tendrá además un teléfono por medio del cual se hará la comunicación con el paciente en caso de presentarse una llamada de voz. Toda esta comunicación se realiza por medio de cables que intercomunican los paneles ubicados en las habitaciones con el puesto de enfermería.

Figura 7. Receptor de información del puesto de enfermería actual.



Fuente: Securicon. *Jero Provider [en línea]. Venezuela, 2006.* <Disponible en www.securicon.net/download/JERON%20680.pps> [consulta: 12 Ene. 2009].

CAPITULO 4

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO A ENFERMERAS.

4.1 ANÁLISIS DE APLICACIÓN

Luego del estudio de las diferentes soluciones para llamados “Paciente – Enfermera” dispuestos en los centros de salud locales, se observó que únicamente eran utilizados como medio para dar alertas y brindar una comunicación entre pacientes y enfermeras terminando allí toda su función. Todas las soluciones encontradas eran soluciones que estaban basadas en la utilización de cables para el montaje de la misma lo cual hacía que tanto su montaje inicial como las reparaciones y mantenimientos posteriores fueran tediosos y que en el momento de necesitar una reubicación o ampliación, fuera prácticamente imposible.

La propuesta de este trabajo de grado es que una herramienta tan necesaria en el sector de la salud no tenga un fin en su funcionalidad en algo netamente sistemático y operativo sino que trascienda y se convierta en un completo sistema de medición el cual permita recolectar estadísticas, sacar indicadores, tomar decisiones y mejorar la atención al paciente y que adicionalmente elimine todas las limitaciones que trae consigo una solución cableada mediante la utilización del Wi 232 DTS.

Considerando lo anterior, el presente proyecto ha sido formulado para implementar un sistema inalámbrico de llamado a enfermeras, el cual ampliará la utilidad y alcance de los sistemas de llamados convencionales entregando la posibilidad mediante un software de administrar y controlar toda la información relacionada con la comunicación entre los pacientes y el personal médico.

Gracias a toda esta información el personal administrativo luego del estudio de dichos reportes podrá optimizar procesos, eliminar tiempos muertos, mejorar el tiempo de respuesta del personal médico, entre otros.

Un servicio adicional que prestará el sistema es que en caso de presentarse por parte de algún paciente una llamada de emergencia, se enviará de forma automática un mensaje a un dispositivo inalámbrico que llevará al médico de turno, dando aviso de esta llamada de emergencia.

Para obtener un buen diseño de un sistema de llamado es necesario tener en cuenta que un sistema de llamado debe ser confiable y robusto para soportar el uso y el abuso tanto de los pacientes como del equipo de enfermería así como de fácil manejo y mantenimiento.

El sistema de llamado consta de varios módulos. Dos módulos de transmisión, un módulo de recepción, un computador y un dispositivo inalámbrico de recepción de alertas para el médico de turno.

Los módulos de transmisión estarán ubicados en cada una de las habitaciones y enviarán el mensaje de llamado indicando desde cual habitación se hizo el llamado y el tipo de llamado.

El módulo receptor será quien reciba estos datos y permita la visualización de la información necesaria por el personal médico para acudir a prestar la atención al paciente que así lo requiera. Este módulo a su vez transmitirá toda esta información a la aplicación de escritorio, la cual guardará la misma en una base de datos y permitirá que en cualquier momento por medio de una amigable interfaz gráfica, que la persona encargada pueda realizar consultas del comportamiento de los llamados a los servicios de enfermería.

Y finalmente en caso de ocurrir algo grave o necesitar la presencia del médico de turno de manera inmediata; estará un botón dispuesto en la aplicación de escritorio que al ser activado enviará a través de un teléfono móvil conectado al computador un mensaje de texto, con el fin que acuda lo más pronto posible.

4.2 SMS

SMS es la abreviación de (*Short Message Service*), este servicio permite el envío de mensajes cortos desde teléfonos móviles. En sus orígenes fue pensado para operar como parte de un estándar de telefonía móvil digital GSM, no obstante actualmente es ampliamente usado por otras tecnologías como 3G.

4.2.1 HISTORIA Y DESCRIPCIÓN DE SU ARQUITECTURA

SMS se dio a conocer en Europa en el año de 1991, haciendo parte de un servicio prestado por la ahora ampliamente conocido estándar para móviles de tecnología GSM. Con el paso de los años y conforme se fueron construyendo las redes inalámbricas digitales por algunos pioneros como BellSouth Mobility y Nextel, se hizo más ampliamente utilizado.

Un mensaje de SMS es básicamente un mensaje alfanumérico con una longitud máxima de 160 caracteres. En principio los mensajes SMS son usados para enviar y recibir texto, pero el protocolo básico tiene varias extensiones que permite realizar operaciones más complejas como darle formato a los mensajes, y encadenar mensajes para de esta manera enviar mensajes más largos. Esta misma funcionalidad es usada para mandar imágenes.

En un mensaje SMS siempre se le incluyen al menos los siguientes parámetros:

- Fecha de envío.
- Tiempo de validez del mensaje.
- Teléfonos del remitente y destinatario.
- Número del SMSC que origino el mensaje.

4.2.2 Forma de operar de los SMS

Los SMS requieren de una red de SMS para operar, a continuación se explicaran cada uno de los elementos que componen una red SMS.

SME: son entidades que pueden enviar o recibir mensajes cortos.

SMSC: es el responsable de la transmisión, envío y almacenamiento de los mensajes entre SME y la estación móvil.

SMS GMSC: es un centro de conmutación de mensajes, su función es recibir el mensaje SMSC, luego averigua por la información de encaminamiento, y luego lo entrega al MSC que da servicio a la estación móvil.

HLR: es una base de datos central que contiene detalles de cada teléfono móvil que está autorizado a usar la red GSM. Cuando falla el intento de mandar un mensaje el HLR también informa al SMSC del intento fallido.

VLR: el registro de localización del visitante es una base de datos que contiene la información temporal de los clientes. Esta información es utilizada por el MSC con el fin de ejecutar las funciones de conmutación y las llamadas de control hacia y desde otros teléfonos.

BSS: el sistema de estación base se encarga de las funciones relacionadas con el enlace de radio. Básicamente consiste en unos controladores de estación base y estaciones base transceptoras, las cuales transmiten el tráfico de datos y la voz entre las estaciones móviles.

SM: es una estación móvil capaz de recibir y transmitir la voz y mensajes cortos.

Mensajes MT-SM

Al crearse los SMS, estos se definieron en el estándar GSM con la finalidad que los operadores le pudieran mandar información a sus clientes, sin darle a estos la capacidad de responder la información, ni tampoco enviar información a otros clientes, estos mensajes se denominaron MT-SM es decir, mensajes que llegan al terminal del usuario (*Mobile Terminated-Short Message*).

Mensajes MO-SM

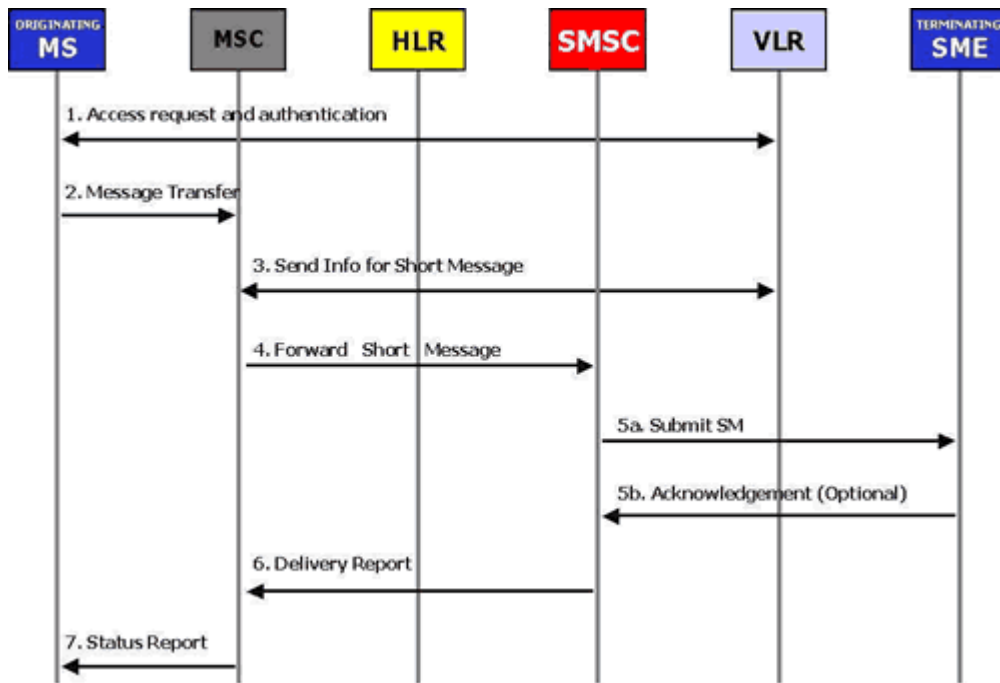
MO-SM (*Mobile Originated short message*) es el nombre que se le da a los mensajes enviados por los usuarios. Esta tecnología fue desarrollada por Nokia para permitir la comunicación bidireccional por SMS.

El camino que debe recorrer un **MO-SM** es el siguiente:

- El VLR en donde se encuentra registrado el usuario decide si todo está en orden para que el mensaje sea enviado.
- El MSC al cual se encuentra conectado el usuario recibe el mensaje, luego de esto se encarga de enviar la información necesaria al VLR para su posterior tarificación.
- Se remite al SMSC de origen, este envía el mensaje al SMSC destino, allí es convertido a MT-SM y es procesado de la siguiente manera.
 - EL SMSC devuelve un informe de recepción al MSC y al usuario, a la vez que informa del estado del mensaje. Es así como el usuario recibe el mensaje "mensaje enviado".
 - En caso tal que el usuario haya solicitado un mensaje de confirmación, posteriormente será enviado un mensaje con un mensaje de error o un mensaje de confirmación en caso de haber sido satisfactorio.

A continuación un diagrama explicativo del camino que debe recorrer un **MO-SM**.

Figura 8. Diagrama explicativo del camino que debe recorrer un **MO-SM**.



Fuente: International Engineering Consortium. *Wireless short message service [en línea]*. Chicago, 2007. <Disponible en http://www.iec.org/online/tutorials/wire_sms/topic06.asp> [consulta: 22 Ene. 2009].

4.3 COMANDOS AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas con las cuales se puede crear una comunicación entre el emisor y un terminal MODEM. Creados por Dennis Hayes en 1977 con la finalidad de crear una interfaz de comunicación con un MODEM, los comandos AT se siguieron desarrollando por compañías como Microcomm y US Robotics, las cuales expandieron el juego de comandos hasta universalizarlo. Para la finalidad de este proyecto es indispensable el uso de comandos AT, ya que son utilizados por el programa en la conexión de tipo

pregunta respuesta con el MODEM del GSM que se encuentra en los teléfonos móviles.

Propósito de los comandos AT

Los comandos AT pueden ser usados en la utilización de propiedades avanzadas del teléfono, además del desarrollo de nuevos software de comunicaciones. A continuación una pequeña lista de las funciones, capacidades o propósitos de los comandos AT.

- Configuración del teléfono para una conexión inalámbrica, esto se puede hacer por medio del puerto infrarrojo, por bus o cable.
- Configuración del MODEM interno del teléfono para lograr una conexión inalámbrica, esto se puede hacer por medio del puerto infrarrojo, por bus o cable.
- Examinar la disponibilidad del MODEM o teléfono.
- Consultar cual es el rango de parámetros validos y el momento en que son aceptables.
- Examinar la configuración actual o el estado operativo, bien sea del MODEM o del teléfono.

4.3.1 Utilización de los comandos AT en el sistema de llamado de enfermeras.

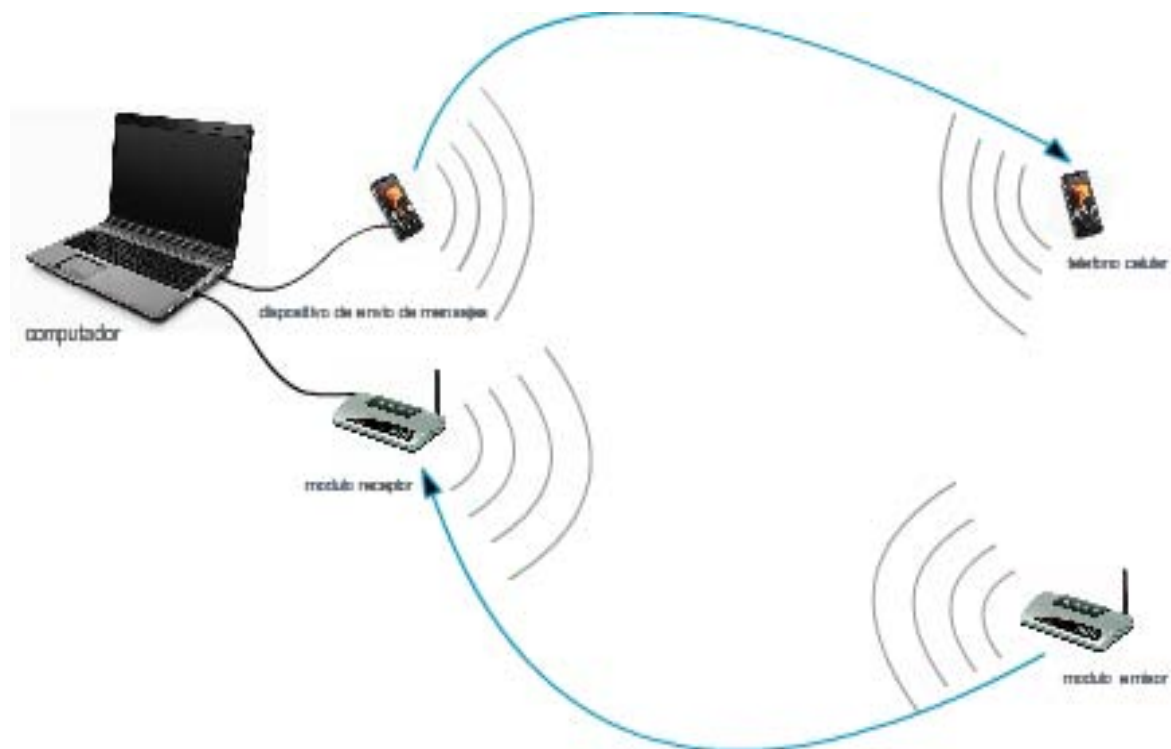
La utilización de los comandos AT se hizo desde la aplicación de escritorio hecha en C#. Para esto se utilizó la librería m-Core la cual es el resultado de combinar la gran usabilidad de la tecnología SMS, con el poder de la tecnología .NET. Esta puede ser usada para enviar y recibir mensajes de texto desde una aplicación en .NET, integrada con un modem GSM, o un teléfono celular, por medio del puerto serial del computador. Esta conexión se puede hacer bien sea por puerto infrarrojo, bluetooth o cable de datos aunque se debe ser cuidadoso en el puerto que se le asigne al dispositivo.

A continuación se enumeran algunas de las posibilidades que se tienen con la librería:

- Enviar mensajes de texto a un teléfono en específico.
- Mandar mensajes con confirmación de entrega.
- Envío de mensajes con una longitud de 160 caracteres en codificación de 7 bits, o 140 en codificación de 8 bits.
- Puede generarse un mensaje de alerta que se mostrara en la pantalla del teléfono destinatario.
- Permite especificar el tiempo de validez del mensaje.

4.4 DISEÑO DEL LLAMADO A ENFERMERAS.

Figura 9. Esquema de funcionamiento del sistema de llamado.



El sistema de llamado a enfermeras está compuesto por 5 elementos:

Módulo emisor: Este módulo está ubicado en la habitación y es el encargado de recibir la orden del paciente cuando este requiera atención para luego mandarla al módulo receptor vía Wi232. También se encarga de mandar la señal de deshabilitación por parte de la enfermera cuando el paciente ha sido atendido.

Módulo receptor: Este módulo está ubicado en el puesto de enfermería y está encargado de recibir la señal enviada por el módulo emisor, mostrar el número de la habitación que necesita atención en un display y mandarla por medio de comunicación serial al computador.

Computador: Este recibe la señal del módulo receptor, guarda la información en una base de datos, y ayuda al personal médico a hacer consultas, sobre datos guardados anteriormente. Además de esto da la posibilidad de mandar un mensaje de texto por medio de un dispositivo de envío de mensajes al celular del médico de turno, en caso de una emergencia y así ser localizado rápidamente.

Dispositivo de envío de mensajes: Este es básicamente un celular conectado al computador, el cual en el momento de recibir la orden requerida desde la aplicación de escritorio, enviará un mensaje de texto al médico de turno solicitando su presencia inmediata.

Teléfono celular: Este teléfono celular será llevado constantemente por el médico de turno, facilitando así la tarea de localización.

- Software:

A nivel de software se proponen las siguientes soluciones para los diferentes elementos que intervienen en el prototipo.

Hc08Gp32

Se propone el desarrollo de un software el cual correrá sobre un microprocesador Hc08gp32, este tendrá dos instancias, una para el módulo emisor, y el otro para el módulo receptor.

- Módulo emisor:
 - o Envía la información al módulo receptor con la siguiente información:
 - Si requiere atención o ya fue atendido.
 - Número de cuarto.
- Módulo receptor:
 - o recibe la información mandada por el módulo emisor.
 - o Manda al PC la información anteriormente recibida.

Computador

Se propone la creación de una interfaz grafica conectada con una base de datos realizada en Access. Esta aplicación de escritorio tendrá las siguientes tareas:

- Recibir la información enviada por el módulo receptor.
- Mostrar la información recibida en pantalla.
- Guardar esta información en la base de datos.
- Dar la posibilidad al usuario de hacer consultas específicas acerca de los datos guardados anteriormente.
- Hacer posible el envío de un mensaje de texto a un dispositivo móvil específico, por medio de la interconexión entre este y un celular.

Hardware

El sistema de llamado consta de varios módulos. Un módulo de transmisión, un módulo de recepción, un computador y un dispositivo móvil de recepción de alertas para el médico de turno.

Módulo Transmisor

Módulo encargado de identificar y diferenciar la señal de entrada, ya sea llamado desde baño, llamado desde la habitación o llamado de emergencia. Luego de realizar esto, envía dicha información por medio del protocolo Wi 232, anexando el número de la habitación desde la cual se está realizando el llamado.

Este módulo se encuentra alimentado por una fuente de 5 V dc.

Módulo Receptor

Módulo encargado de recibir la información enviada por el módulo emisor ubicado en habitación y dar aviso al puesto de enfermería mediante una alerta sonora de dicho llamado, este a través de un display de 7 segmentos y 4 posiciones mostrará el número de la habitación y el tipo de llamado que se requiere.

El módulo receptor posee un puerto serial por medio del cual se comunicará con la interfaz grafica que estará instalada en el computador del puesto de enfermería.

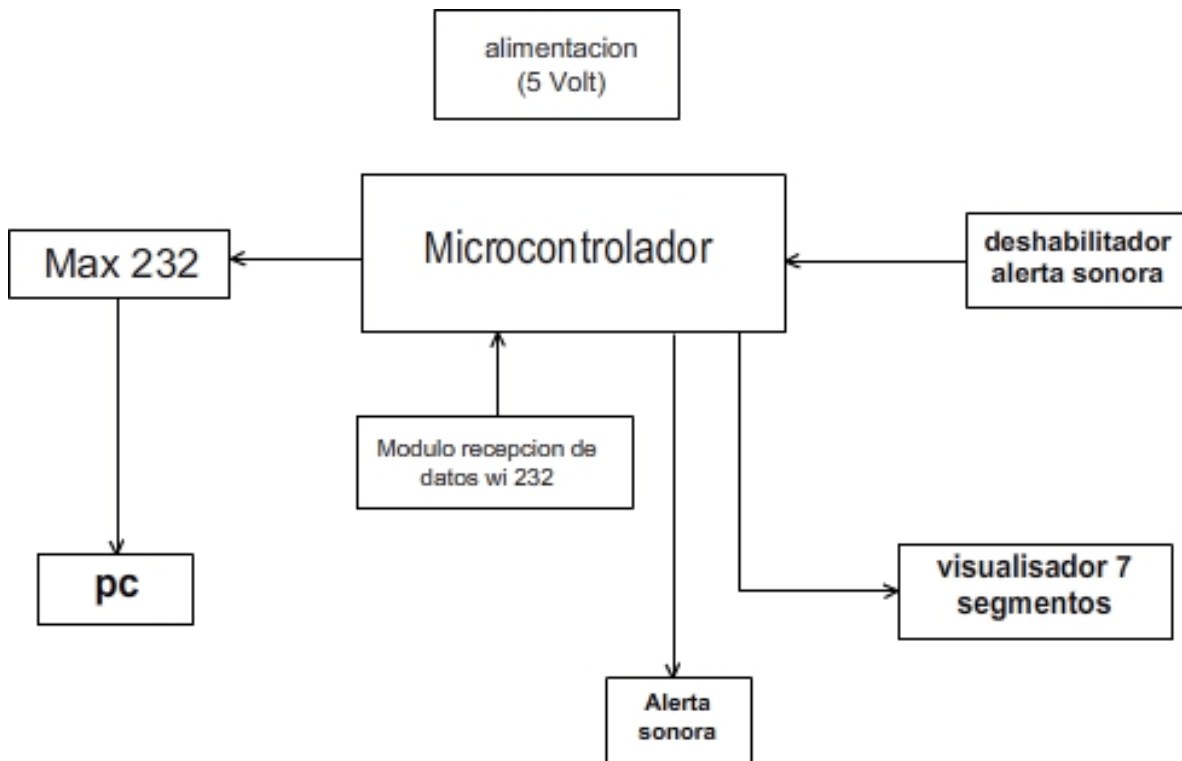
En este se harán las pruebas necesarias para obtener un producto de buena calidad con un nivel de fallos mínimos, y se implementara el manejo de excepciones, para eventos como: ingreso de datos inválidos por parte del usuario, problemas con la conexión a la base de datos, detección de datos incoherentes, etc. Se creara una interfaz de usuario fácil de manejar que no requiera de muchos conocimientos técnicos, para el manejo del mismo.

Nota: no se puso el PC, y el dispositivo móvil porque en este no hubo diseño de hardware.

Diagrama explicativo de la estructura de las tarjetas.

Tarjeta Receptora.

Figura 10. Diagrama explicativo de la tarjeta receptora.



La comunicación entre la tarjeta receptora y el computador se realizó bajo el estándar RS 232.

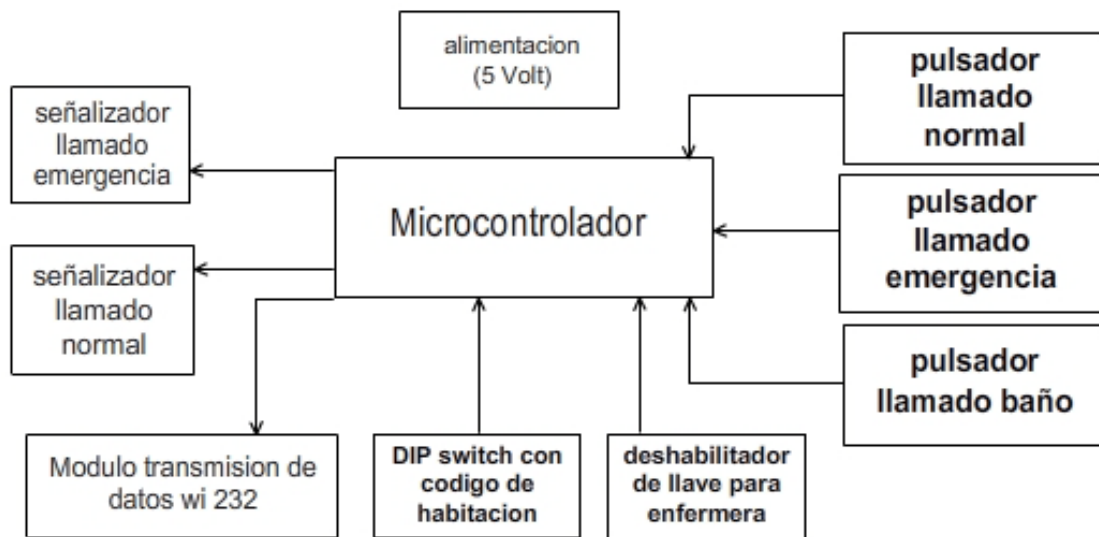
Para esta etapa del proyecto se optó por el estándar RS 232 ya que aunque esta tecnología en el mundo se encuentra en una etapa de transición al estándar USB, muchos computadores siguen teniendo dicho puerto.

Para los computadores nuevos que ya no poseen puerto serial se utiliza un convertidor serial a USB o llave, el cual igualmente permite que la aplicación trabaje a la perfección.

La conexión entre el computador y el celular fue realizada por medio de un cable convertidor de USB a mini USB. Igualmente se realizaron pruebas conectando el celular al computador vía bluetooth y su funcionamiento fue el mismo.

Tarjeta Transmisora:

Figura 11. Diagrama explicativo de la tarjeta transmisora.



4.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO A ENFERMERAS

Aplicación de escritorio.

La aplicación de escritorio fue desarrollada en C# .NET integrado con bases de datos en SQL Server.

Las siguientes son algunas de las líneas de código más relevantes utilizadas en el desarrollo de la aplicación de escritorio:

- `mCore.SMS objSMS = new mCore.SMS();`

Creación de instancia m-core con el fin de poder acceder a los métodos y propiedades de la librería m-core.

- `objSMS.Port = "COM2";`

Asignación del puerto al cual está conectado el celular.

- `objSMS.BaudRate = (mCore.SMS.EnumBaudRate) (Convert.ToInt32(cboBaudRate.Text));`

Definición del baudrate o tasa de baudios.

- `objSMS.Connect();`

Conexión de la aplicación con el celular.

- `objSMS.SendSMS(txtPhone.Text, txtMessage.Text, true)`

Sentencia para el envío del mensaje.

- *this._adapter.InsertCommand.CommandText = "INSERT INTO [dbo].[llamados] ([habitacion], [motivo], [fechallamado], [fechaatencion], [atendido], [tiemporespuesta]) VALUES (@habitacion, @motivo, @fechallamado" + ", @fechaatencion, @atendido, @tiemporespuesta)";*

Inserción de los datos de entrada a la base de datos SQL server.

- *this._commandCollection[1].CommandText = "SELECT id, habitacion, motivo, fechallamado, fechaatencion, atendido, tiempo" + "espuesta\r\nFROM llamados\r\nWHERE (habitacion = @habitacion) AND (motiv"+"o = @motivo) AND (fechallamado > @fechadesde) AND (fechallamado < @fechahasta)";*

Selección de datos desde la base de datos SQL server.

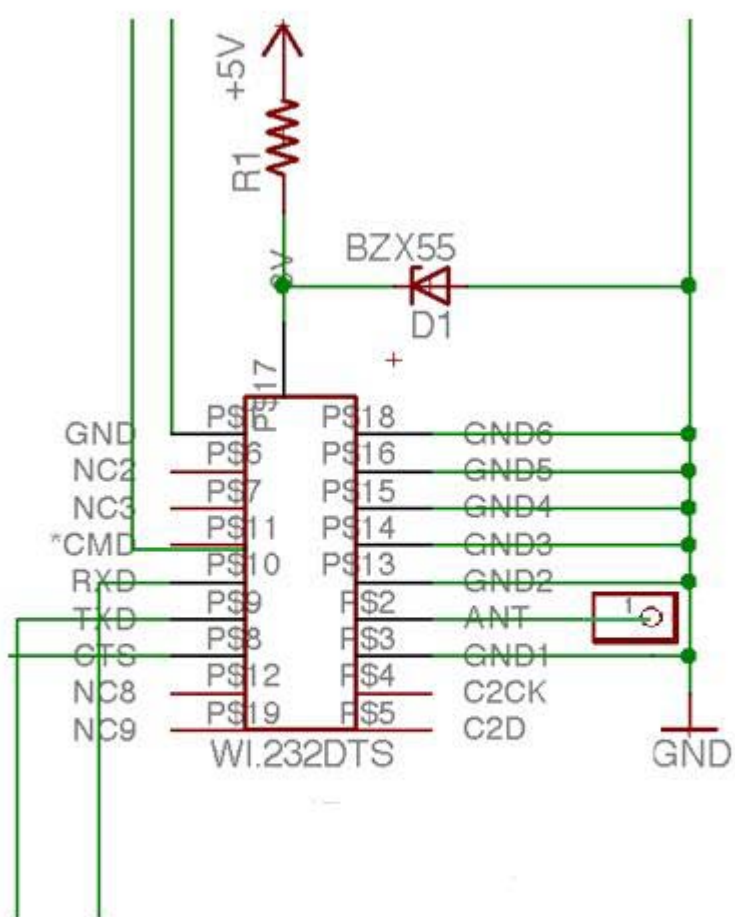
- *connectionstringDataSource=THE_WOLF\SQLEXPRESS;InitialCatalog= mydb; Integrated Security=True; Pooling=False;*

Conexión de la aplicación a la base de datos.

DISEÑO Y PLANOS ELECTRICOS

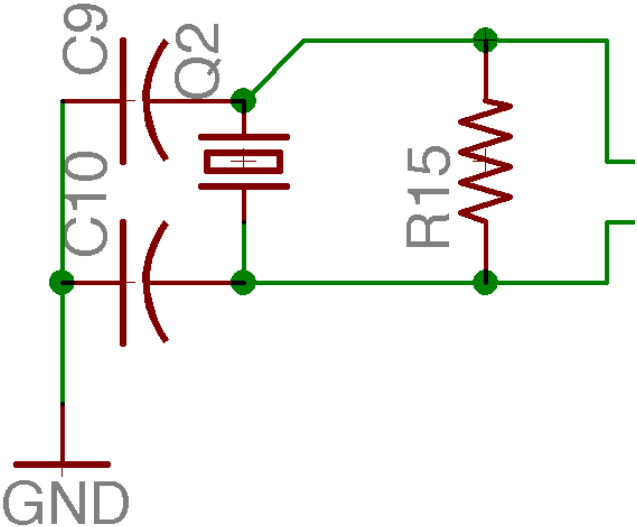
Módulo Wi232 DTS (Igual para la tarjeta receptora y transmisora)

Figura 12. Conexión del Wi232 DTS.



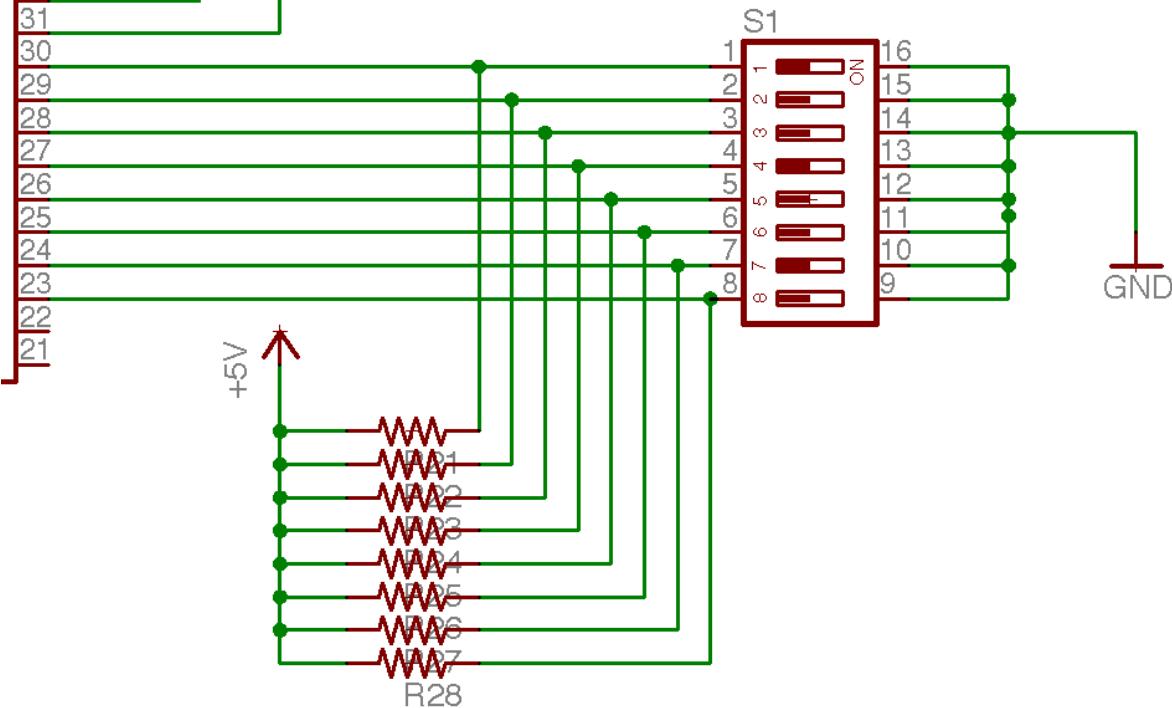
Oscilador (Igual para la tarjeta receptora y transmisora)

Figura 13. Oscilador tarjetas.



Dipswitch Indicador de la habitación (Tarjeta receptora)

Figura 14. Conexión del dipswitch.



Display 7 segmentos de 4 posiciones (Tarjeta receptora)

Figura 15. Conexión display 7 segmentos.

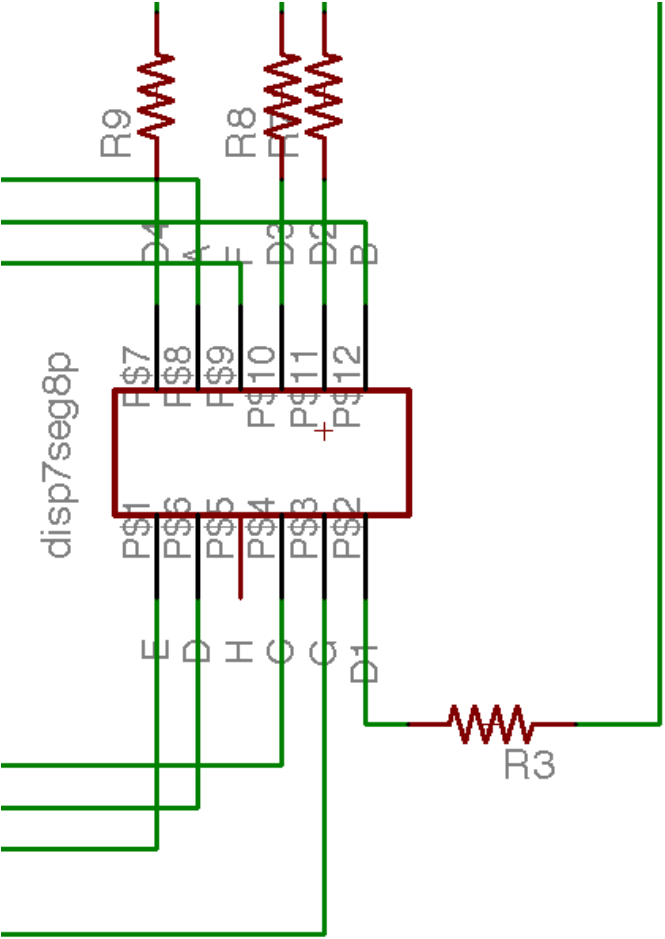


Figura 16. Board tarjeta receptora.

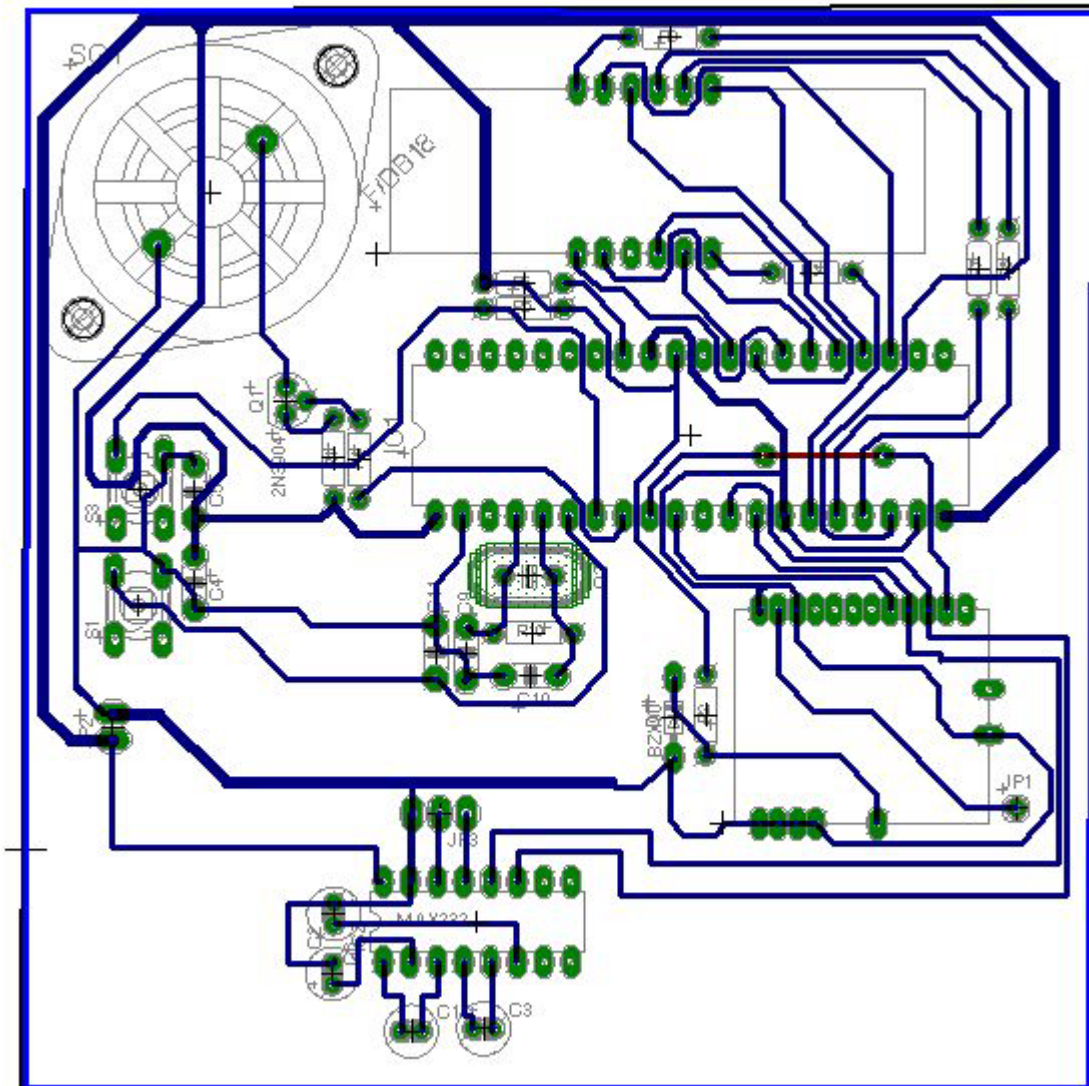


Figura 17. Board tarjeta transmisora.

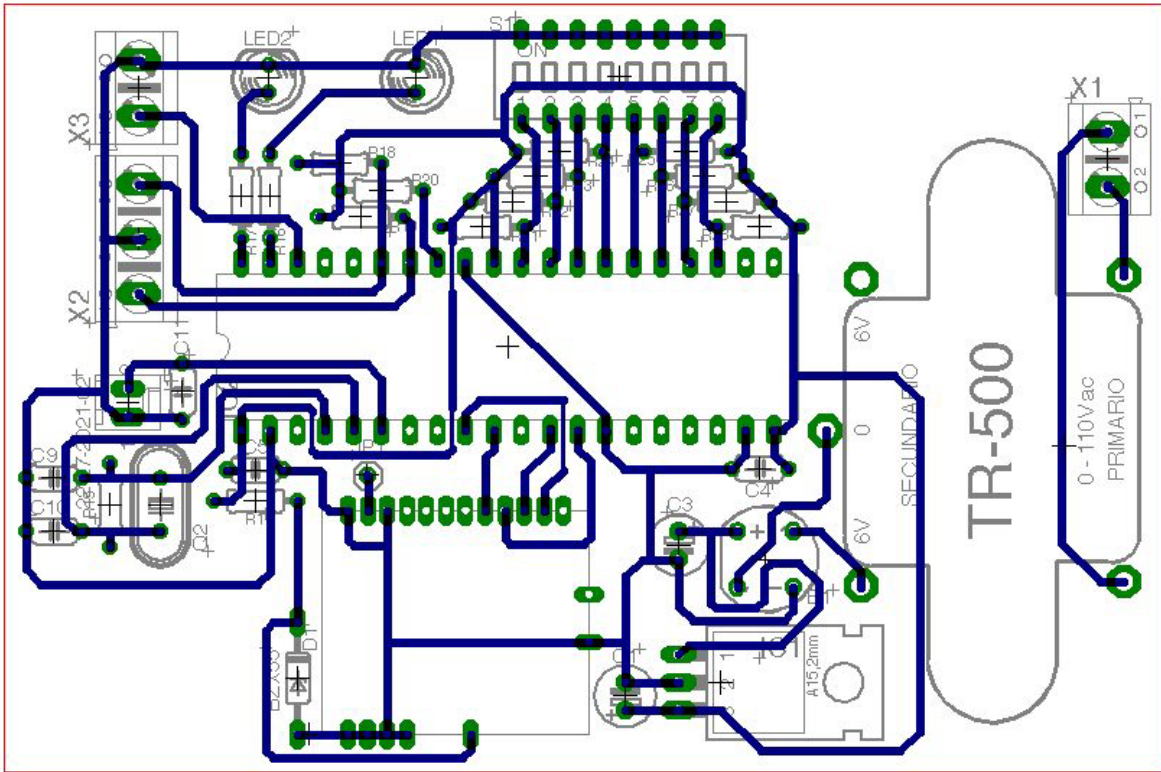


Figura 18. Esquemático tarjeta receptora.

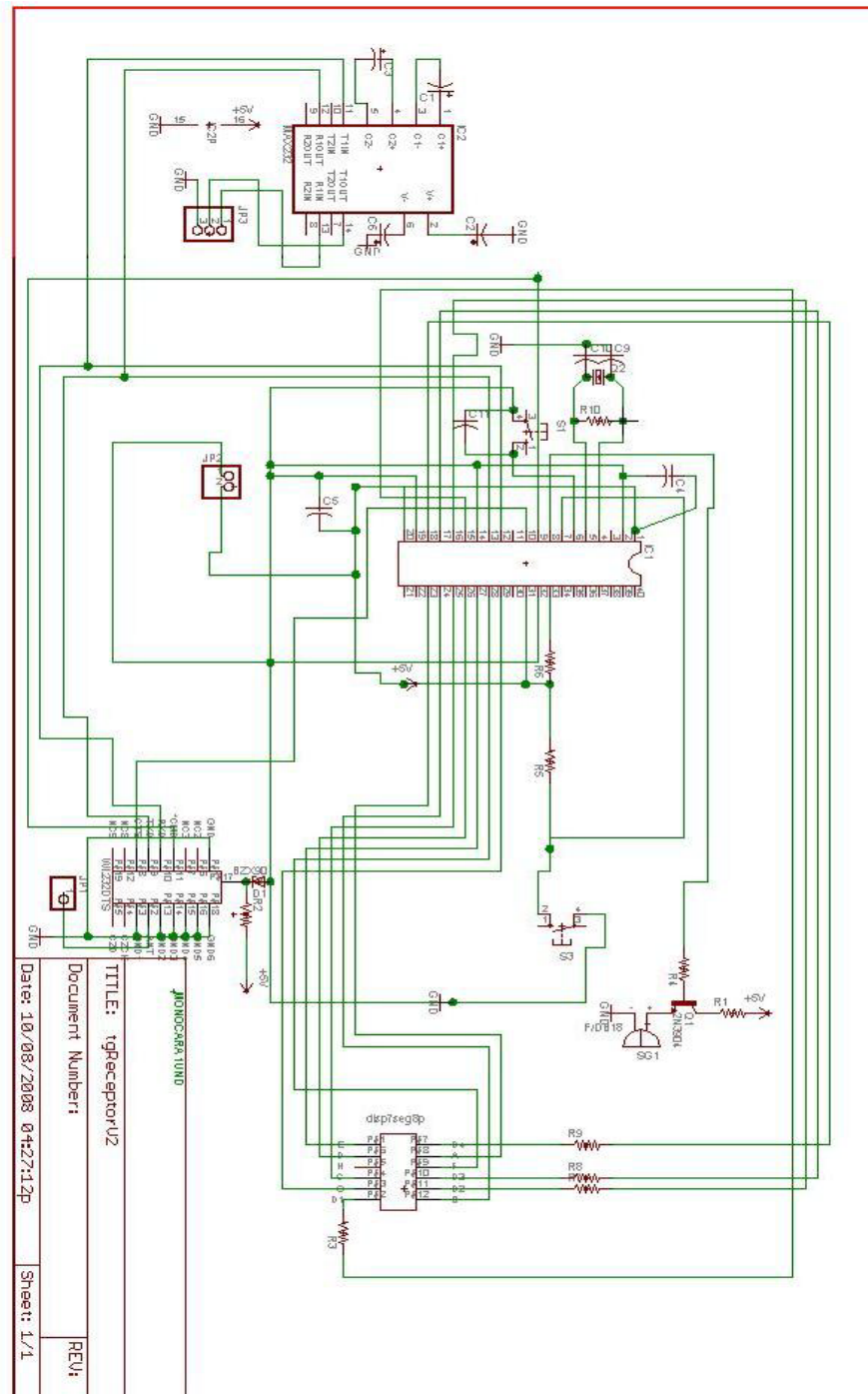
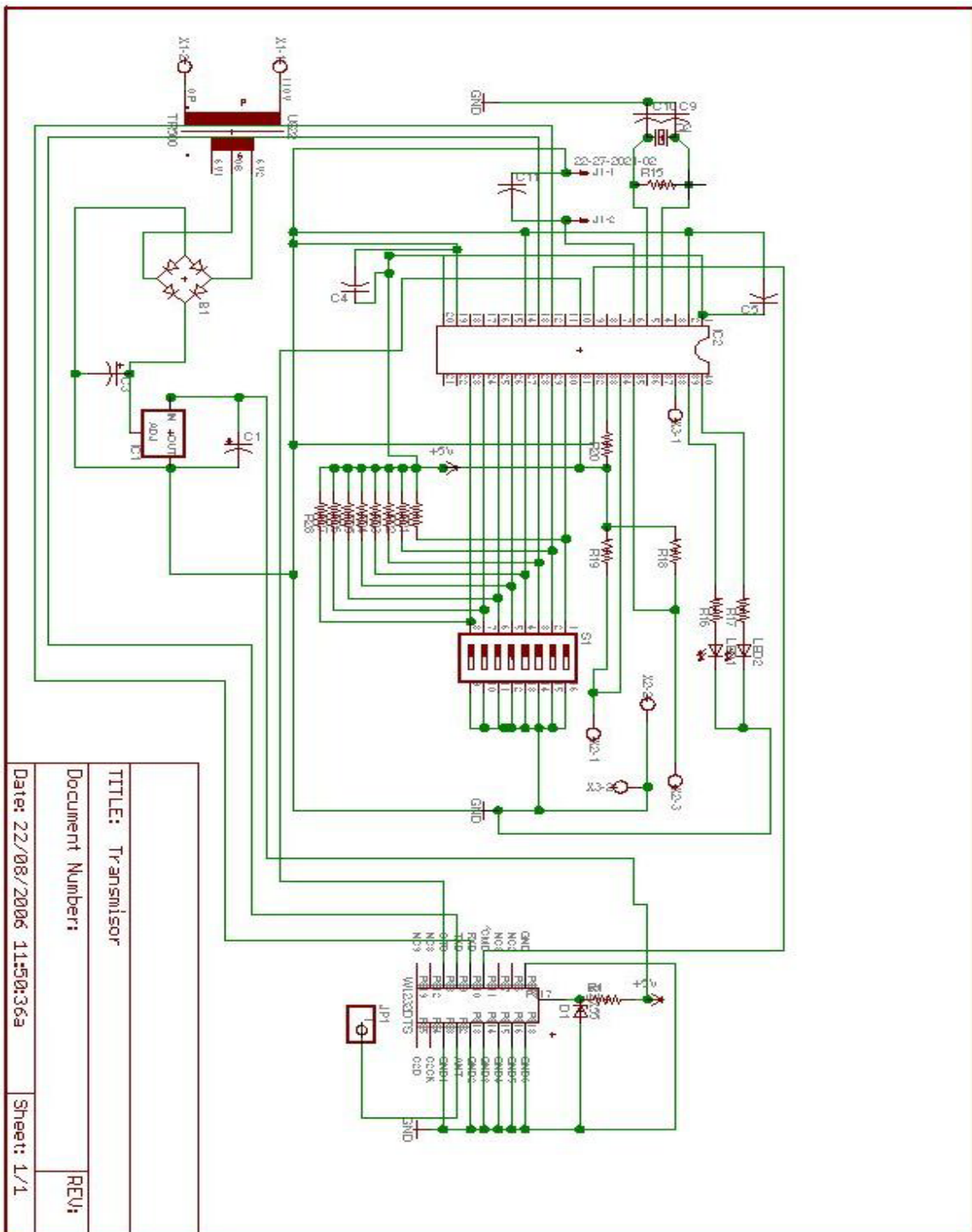


Figura 19. Esquemático tarjeta transmisora.



Ubicación recomendada para cada uno de los módulos.

Tarjeta receptora:

Este módulo debe ser ubicado en el puesto de enfermería, debido a que allí es donde existe la mayor probabilidad de encontrar personal del equipo médico; asegurando así una alerta efectiva y una visualización óptima de la información.

La tarjeta será ubicada en un punto alto de buena visibilidad, desde esta saldrá un cable hacia el lugar de mas fácil acceso dentro del puesto de enfermería, para allí ubicar el botón deshabilitador del llamado.

Tarjeta transmisora:

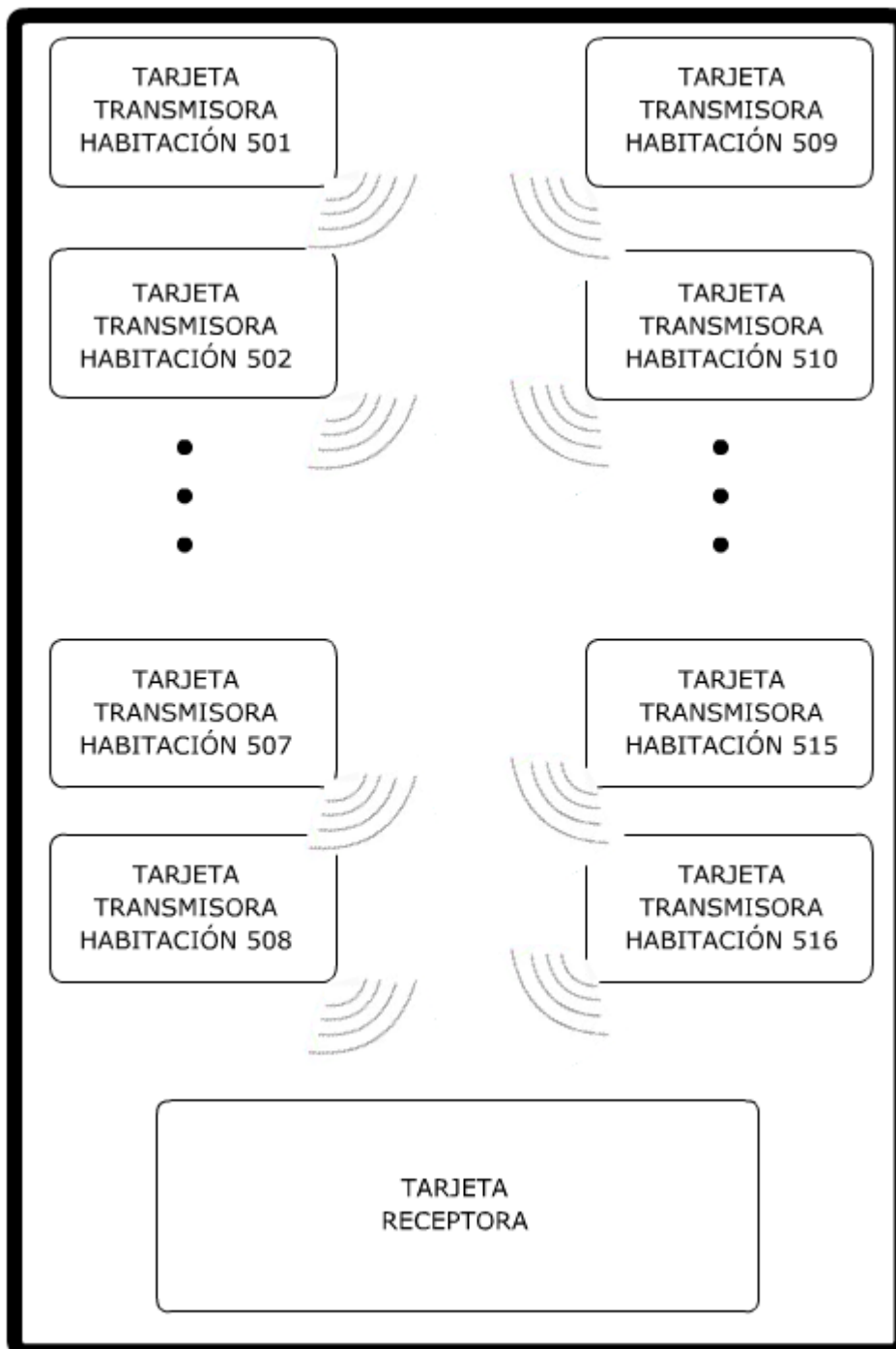
Luego de varias pruebas se observó que el lugar óptimo para la ubicación de la tarjeta transmisora es en la parte frontal de la habitación, arriba del marco de la puerta con el fin que la visualización de las luces indicadoras se haga efectiva a lo largo de todo el pasillo.

Desde esta tarjeta se llevan 3 pares de cobre al interior de la habitación, los cuales conectarán los respectivos pulsadores para los diferentes tipos de llamado:

- Llamado desde el baño.
- Llamado desde la cama de tipo normal.
- Llamado de emergencia.

Esquema de conexión en el piso del hospital.

Figura 20. Esquema de ubicación y distribución del sistema.



- **Imágenes Del Prototipo Final :**

Figura 21. Vista general de la distribución de dispositivos en el puesto de enfermería.



Figura 22. Impreso tarjeta módulo receptor.

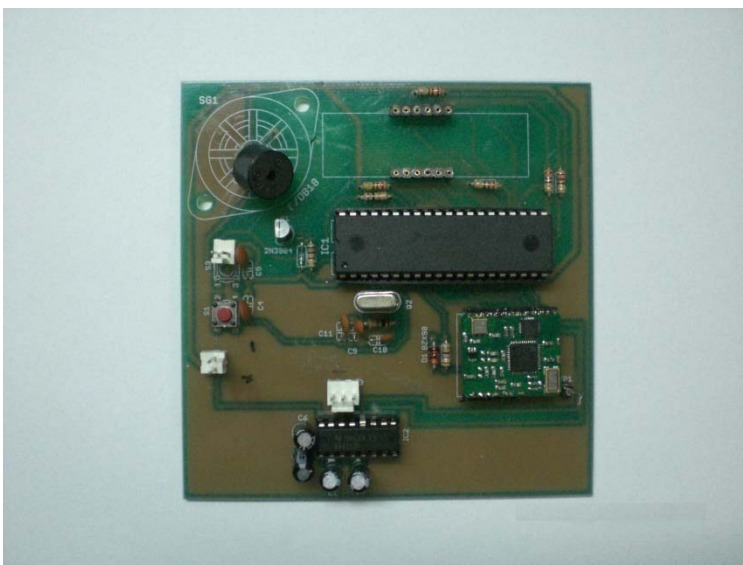


Figura 23. Botón deshabilitador del puesto de enfermería.



Figura 24. Impreso tarjeta módulo transmisor.

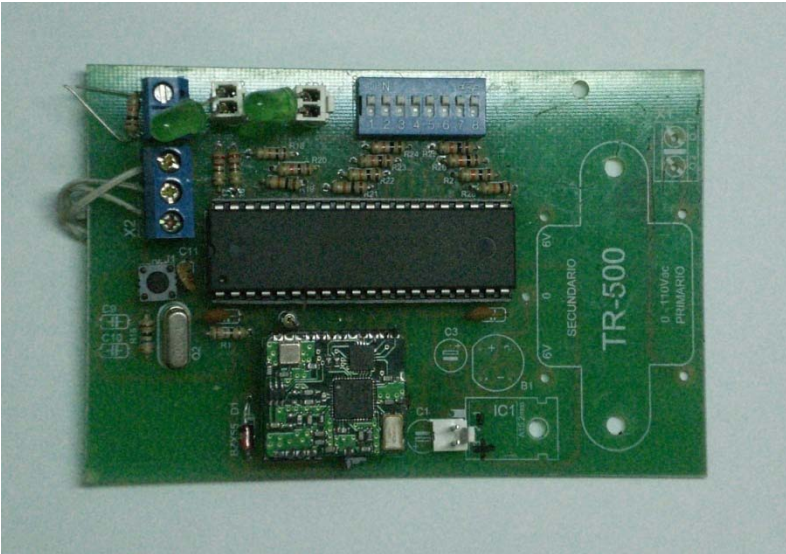


Figura 25. Vista general módulo transmisor.



Figura 26. Control de habilitación del llamado.



Figura 27. Vista general de la aplicación de escritorio.

ID Llamado	Habitacion	Motivo del Llamado	Fecha de llamado	Fecha de atencion	atendido? (si=1, no=0)	Tiempo de Respuesta(Seg)
83	400	normal	4/25/2009 9:59 AM	4/25/2009 9:59 AM	1	3
84	400	emergencia	4/25/2009 9:59 AM	4/25/2009 10:00 AM	1	3605
85	401	normal	4/25/2009 10:02 AM	4/25/2009 10:03 AM	1	66
86	401	normal	4/25/2009 10:05 AM	4/25/2009 10:06 AM	1	42
87	401	normal	4/25/2009 10:27 AM	4/25/2009 10:27 AM	1	3
88	401	normal	5/5/2009 6:43 AM	5/5/2009 6:43 AM	1	7
89	401	normal	5/5/2009 7:00 AM	5/5/2009 7:00 AM	1	12
90	401	normal	5/5/2009 7:16 AM	5/5/2009 7:16 AM	1	4
91	401	emergencia	5/5/2009 7:38 AM	5/5/2009 7:38 AM	1	11
92	401	normal	5/5/2009 7:38 AM	5/5/2009 7:38 AM	1	4
93	401	emergencia	5/5/2009 7:42 AM	5/5/2009 7:43 AM	1	4
94	401	normal	5/5/2009 7:43 AM	5/5/2009 7:43 AM	1	3
95	401	normal	5/5/2009 7:53 AM	5/5/2009 7:53 AM	1	3
96	401	normal	5/5/2009 8:17 AM	5/5/2009 8:27 AM	1	580
97	401	normal	5/5/2009 8:20 AM	5/5/2009 8:27 AM	1	458

CAPITULO 5

POSIBLES FALLAS DEL SISTEMA POR UN MANEJO INCORRECTO Y SUS POSIBLES SOLUCIONES.

Aunque el sistema está diseñado para soportar la manipulación y operación tanto de los pacientes como del personal médico, el manejo indebido como el traslado los cuidados necesarios de cualquiera de los módulos o el exceso de fuerza en su operación, pueden ocasionar fallas indeseables en el sistema.

Se debe asegurar una correcta alimentación del sistema de llamado ya que esta como en cualquier circuito eléctrico y electrónico es parte fundamental para el correcto funcionamiento mismo.

En cada uno de los módulos de transmisión está presente un dipswitch que hace que el módulo receptor reconozca cual es la habitación que está realizando el llamado, por tanto una mala configuración de los dipswitch ocasionará que el módulo receptor obtenga datos incorrectos de la fuente del llamado.

Luego de realizar las respectivas pruebas del sistema con personas pertenecientes al medio de la salud se generaron las siguientes tablas con posibles fallas que a largo plazo podrían llegar a presentarse por los mismos manejos del personal y la solución respectiva para cada una de ellas.

5.1 POSIBLES FALLAS EN EL MÓDULO TX CON SUS RESPECTIVAS SOLUCIONES.

Tabla 1. Posibles fallas y soluciones del módulo tx.

Descripción	Posible Problema	Posible Solución
La tarjeta hace llamados sin ser activada por el paciente (se activa sola)	El pulsador por algún motivo está haciendo contacto internamente y no se encuentra normalmente abierto	Revisar funcionamiento del pulsador(que en estado de reposo se encuentre abierto y no marque continuidad y en el momento de oprimirse marque continuidad)
Al oprimir el pulsador la tarjeta de la habitación no enciende el led indicador y no trasmite al módulo receptor.	El pulsador se encuentra abierto incluso si lo oprimo	Revisar si el pulsador como tal es el que no está haciendo el cierre del circuito
	La tarjeta no se encuentra alimentada	Revisar si la tarjeta está conectada a 110 v. Revisar si a la salida del adaptador están saliendo 5v de directa

Descripción	Posible Problema	Posible Solución
Al oprimir el pulsador la tarjeta de la habitación no enciende el Leds indicador pero si trasmite al módulo receptor.	Los Leds indicadores de la tarjeta pueden haberse desoldado de la tarjeta trasmisora	Revisar y corregir soldaduras de pines de los Leds a la tarjeta
Al oprimir el pulsador la tarjeta de la habitación enciende el led indicador pero no trasmite al módulo receptor.	El integrado inalámbrico WI232DTS se encuentra mal puesto	Revisar y asegurar el integrado WI 232 DTS a la tarjeta trasmisora
	El integrado WI232 está alimentado por debajo de la alimentación necesaria para el funcionamiento	Revisar que en el pin de alimentación del WI232 esté llegando un voltaje superior a 3 voltios y menor de 4.5 voltios

5.2 POSIBLES FALLAS EN EL MÓDULO RX CON SUS RESPECTIVAS SOLUCIONES.

Tabla 2. Posibles fallas y soluciones del módulo Rx.

Descripción	Posible Problema	Posible Solución
El módulo no muestra numero o letra alguna Parece apagado.	El módulo no está alimentado.	Revisar si la tarjeta está conectada a 110 v.
	El adaptador que alimenta la tarjeta no está entregando los 5 v de directa requeridos para el correcto funcionamiento.	Medir la salida del adaptador. Este debe estar entregando 5 voltios de directa. En caso de tener una valor diferente tratar de reparar el adaptador o cambiarlo
	El display está mal asegurado o suelto	Revisar conexión entre el display y la tarjeta
	El conector zip de alimentación que llega a la tarjeta no está haciendo buen contacto	Revisar que haya buen contacto entre el conector zip que viene desde el adaptador y alimenta la tarjeta

Descripción	Posible Problema	Posible Solución
Cuando se recibe un llamado se activa la señal sonora (buzzer) y al oprimir el botón de deshabilitación este no para de sonar	El pulsador al ser oprimido no está cerrando el circuito	Abrir la caja en la que se encuentra el pulsador, desenroscar y abrir el pulsador, limpiar sus partes, volverlo a armar y a montar
	Los dos cables que van desde el pulsador hasta la tarjeta no están haciendo buen contacto	Medir en la tarjeta que al presionar el botón deshabilitador marque continuidad en el punto en el que llegan los dos cable
La tarjeta receptora está encendida pero no recibe los llamados realizados por una tarjeta transmisora	La antena se encuentra desconectada	Revisar la conexión entre la antena y la tarjeta, revisar que el conector zip este haciendo buen contacto.
	El integrado inalámbrico WI232DTS se encuentra mal puesto	Revisar y asegurar el integrado WI 232 a la tarjeta transmisora
	El integrado WI232 está alimentado por debajo de la alimentación necesaria para el funcionamiento	Revisar que en el pin de alimentación del WI232 esté llegando un voltaje superior a 3 voltios y menor de 4.5 voltios

CAPITULO 6

ANÁLISIS DE RESULTADOS FINALES

6.1 PRUEBAS TÉCNICAS REALIZADAS AL PROTOTIPO.

A continuación se listan algunas de las diferentes pruebas a las que fue sometido el prototipo con el fin observar su correcto funcionamiento y de identificar posibles fallas:

- En un extremo de un pasillo se ubicaron los módulos transmisores y en el otro extremo el módulo receptor, se realizaron pruebas de los diferentes tipos de llamado (Baño, emergencia, normal) para todas estas se obtuvo un resultado satisfactorio ya que el módulo receptor identificaba que habitación había realizado el llamado y qué tipo de llamado era.
- Fueron realizadas 100 activaciones de las cuales en el 100% de ellas se obtuvo lo esperado.
- El sistema se mantuvo conectado durante una semana y se realizaron llamados esporádicos, con el fin de verificar las consecuencias que traerían efectos como el calentamiento de los componentes o bugs del programa en el funcionamiento del mismo. No se detecto ningún problema.
- En los módulos trasmisores se realizaron cambios de la combinación dispuesta en el dipswitch y se realizaron llamados con el fin de verificar que

- el módulo receptor entendiera de forma perfecta las combinaciones equivalentes a cada una de las habitaciones. El resultado fue lo esperado.
- Se hicieron pruebas de distancia y se obtuvo que el sistema con las condiciones que presenta tiene un alcance en campo abierto de 350 metros y en interiores de 175 metros si se encontraban en el mismo piso, en caso que se encontraran en pisos diferentes el sistema fue capaz de enviar y recibir la señal correctamente 2 pisos de distancia (esta pruebas de distancia fueron limitadas por el espacio físico del cual se disponía).

6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Luego de todas estas pruebas se puede decir que el sistema en su etapa de prototipo tiene una disponibilidad del 100 %. Con el fin de conservar esta disponibilidad en etapas posteriores deberán seguirse algunas recomendaciones incluidas en el capítulo No 7 de este trabajo de grado, ya que para un sistema del cual dependen vidas humanas, la confiabilidad se convierte en su punto más crítico.

Como resultado final se obtuvo un prototipo funcional que cumple con todos los objetivos que inicialmente se trazaron y con los requerimientos necesarios para que sea funcional y supla las necesidades que en el área de la salud se tienen para este tipo de sistemas.

CAPITULO 7

RECOMENDACIONES PARA FUTUROS PROYECTOS RELACIONADOS

Luego del desarrollo del prototipo del “SISTEMA INTEGRAL DE LLAMADO A ENFERMERAS” quedan presentes varias recomendaciones para cualquier futuro proyecto relacionado a este tema.

Antes que nada, los objetivos y las funciones del prototipo o sistema a desarrollar deben ser acordes a las exigencias que el mercado presenta, ya que de esto depende el éxito o no del producto final en el mercado.

Utilizar materiales muy resistentes en cada una de las partes que conforman el sistema, aumentando así la disponibilidad, confiabilidad y durabilidad del mismo.

Una de las mejoras que podría realizarse en un proyecto de este tipo, sería la de realizar un tipo de broadcast o transmisión de información; donde desde el panel principal se envía un dato específico a todo el grupo de módulos ubicados en las habitaciones de manera simultánea, luego que estos reciben dicha información enviarán un mensaje al panel principal confirmando que se encuentran en línea o activos, y en caso tal que uno de los módulos de las habitaciones no envíe dato alguno, el panel principal activará una alerta especificando cual es el módulo que requiere revisión.

Por la popularidad que ha ganado en los últimos tiempos el estándar USB y el aumento en la velocidad, flexibilidad, robustez y confiabilidad del mismo; otra posible mejora podría ser la de realizar la comunicación entre el módulo principal y el computador mediante este estándar directamente.

Un nuevo alcance que se le podría dar a un proyecto de este tipo sería integrarlo con un sistema de alarmas de incendio.

Al interior de cada habitación se instalaría un sensor de humo conectado al sistema de llamado y en el momento en que este detecte la presencia de humo o fuego envíe la señal de alarma tanto al puesto de enfermería como a un segundo módulo que podría ser instalado en alguna de las porterías del centro médico de dicho suceso.

Otro alcance que se podría buscar con proyectos futuros relacionados a este sería conectar el sistema con algunos los sensores de signos vitales con los cuales los médicos monitorean el estado de los pacientes y enviar toda esta información de manera inalámbrica a un panel central desde el cual se podrá observar el comportamiento de los signos vitales de todos los pacientes que se encuentren en el respectivo piso.

Un proyecto de este tipo podría ser adaptado a muchas necesidades presentes no solo en el campo de la salud sino también en áreas tales como, seguridad, supermercados, hoteles, bares, restaurantes entre otros.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES

Se desarrolló un prototipo de un sistema de llamado basado en comunicación inalámbrica con el fin de lograr algunas ventajas competitivas en relación de los productos de categoría similar ofrecidos en el mercado.

El sistema presenta como principales mejoras, su protocolo inalámbrico de comunicación Wi232 que permite una fácil instalación, ampliaciones del sistema sin traumas tanto para los pacientes como para el mismo centro de salud.

Otra de las mejoras es la capacidad que tiene el sistema de almacenar toda la información de los llamados (motivo, habitación, fecha, fecha de atención, tiempo de llamado) para que posteriormente el personal médico autorizado pueda ingresar y consultar todos estos datos dando así pautas necesarias para tomar medidas que permitan optimizar tiempos, mejorar el servicio, evaluar y corregir falencias en la atención al paciente.

En términos generales se obtuvo un prototipo de un “SISTEMA INTEGRAL DE LLAMADO A ENFERMERAS” totalmente funcional y que cumple con los objetivos que inicialmente se trazaron, un sistema óptimo de llamados a enfermeras, inalámbrico complementado con un software que permite interactuar con el sistema accediendo desde allí a todo el historial de llamados de cada habitación y teniendo la capacidad de enviar un mensaje a un celular dedicado a esta función que estará en poder del médico de turno en caso de requerir su presencia de manera inmediata en alguna de las habitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Wi.232DTS Usaros Manual [en línea]. Editorial: Radiotronix, 2004. p.12-23
<Disponible en: <http://www.radiotronix.com>> [consulta: 8 Ene. 2009].

RF & Wireless [en línea], 2004 < Disponible en:
<http://www.futureelectronics.com/wirelessrf/Newsletter/Nov2004.pdf>>[consulta 12
Dic. 2008].

RAPPAPOR, Theodore . Wireless Communications, 2 ed. 2002 . p 40-54.

LEKKAS . Seguridad para comunicaciones inalámbricas, 1 ed. 2003. p 362-377.

FLICKENGER , Rob. Wireless Networking in the developing World, 1 ed. 2002.
p 3-7,27-74, 86-97,121-133.

La Telefonía Móvil Celular en Colombia 1998 - Documento Sectorial:
Departamento Nacional de Planeación Unidad de Infraestructura y Energía [en
Línea] Colombia. <Disponible en :
http://banners.noticiasdot.com/termometro/boletines/docs/paises/america/colombia/gob_col/1999/gob_col-Documento_Telefonia_Movil_Celular.pdf >[Consulta: 17
Abr. 2009]

ANEXOS

