



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

La academia al servicio de la vida

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN
SISTEMA DE SEGURIDAD COMPUESTO DE
EQUIPO BIOMETRICO, SENSORES Y RADIOS
DIGITALES HYTERA PARA LA EMPRESA
SETRONICS S.A.S**

Autor:

Jorge Alexis Portilla Gómez

Director:

M.Sc (c) Jesús Eduardo Ortiz Sandoval

Ingeniería Electrónica

Departamento de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Sistemas y

Telecomunicaciones

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Universidad de Pamplona

Pamplona, 1 de Abril de 2016



INGENIERÍA **ELECTRÓNICA**
21 años

Para mi mejor amigo ...

Índice

| | |
|----------------------------------------------------------------|--------------|
| PREFACIO | XIII |
| AGRADECIMIENTOS | XV |
| RESUMEN | XVI |
| 1. INTRODUCCION | - 2 - |
| 1.1. PROBLEMA | - 2 - |
| 1.2. OBJETIVOS | - 3 - |
| 1.3. METODOLOGÍA | - 3 - |
| 1.4. DISTRIBUCIÓN BIBLIOGRÁFICA | - 5 - |
| 2. MARCO TEORICO | - 8 - |
| 2.1. ANTECEDENTES | - 8 - |
| 2.2. SISTEMA DE TELEMETRÍA | - 10 - |
| 2.2.1. TELEMETRÍA DE RADIO | - 11 - |
| 2.3. CODIFICACIONES DIGITALES | - 12 - |
| 2.3.1. CODIFICACION RZ | - 13 - |
| 2.3.2. CODIFICACION NRZ | - 14 - |
| 2.3.3. CODIFICACION MANCHESTER | - 15 - |
| 2.4. MODULACIONES DIGITALES | - 15 - |
| 2.4.1. FILTRO DE CAIDA SENOIDAL | - 16 - |
| 2.4.2. MANIPULACION POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA FSK | - 18 - |
| 2.4.3. PLL (PHASE LOCAL LOOP) | - 21 - |
| 2.4.4. PROTOCOLO DIGITAL MOBILE RADIO DMR | - 22 - |
| 2.4.5. TDM A (ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO) | - 23 - |
| 2.5. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS | - 26 - |
| 2.5.1. INTRODUCCION E HISTORIA GPS | - 26 - |
| 2.5.2. FUNCIONAMIENTO | - 28 - |
| 2.5.3. MEDICION DE DISTANCIA | - 30 - |
| 2.5.4. ECUACIONES DE DISTANCIA | - 31 - |
| 2.6. SENSORES | - 33 - |
| 2.6.1. SENSORES DE TEMPERATURA CON SEMICONDUCTORES | - 33 - |
| 2.6.2. SENSORES DE INCENDIO | - 35 - |
| 2.6.3. SISTEMAS BIOMETRICOS | - 38 - |
| 2.7. SOFTWARE SMART DISPATCH | - 42 - |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 2.7.1. FUNCIONAMIENTO | 44 - |
| 2.8. MICROCONTROLADORES | 46 - |
| 2.8.1. HISTORIA | 47 - |
| 2.8.2. CARACTERISTICAS MICROCONTROLADORES | 48 - |
| 2.8.3. ESTRUCTURA INTERNA | 49 - |
| 2.8.4. LAUNCH PAD TIVA C TM 4C123 (80M HZ) | 51 - |
| 2.9. CONTROL DE ACCESO POR HUELLA DACTILAR F08 | 52 - |
| 2.9.1. CARACTERÍSTICAS | 53 - |
| 2.10. RADIOS DIGITALES | 55 - |
| 2.10.1. RADIO BASE M D 786 VHF GPS | 55 - |
| 2.10.2. RADIO MOVIL PD 786 VHF GPS | 57 - |
| | |
| <u>3. DISEÑO DE COMPONENTES</u> | <u>61 -</u> |
| | |
| 3.1 MÓDULO DE CONTROL | 61 - |
| 3.1.1. SEÑALES DE COMUNICACIÓN | 64 - |
| 3.1.2 PINES DE COMUNICACIÓN POR TELEMETRIA RADIOS DIGITALES DE HYTERA | 64 - |
| 3.1.3 REGULADOR LM 7805C | 67 - |
| 3.1.4 COMUNICACIÓN MICROCONTROLADOR/F08 | 70 - |
| 3.1.5. SENSOR DE TEMPERATURA LM 335 | 72 - |
| 3.1.6 LCD 2 LINEAS 16 CARACTERES | 73 - |
| 3.1.7. FIRMWARE PLACA DE CONTROL | 75 - |
| 3.1.8. CERRADURA ELÉCTRICA HEB235 | 78 - |
| 3.1.9. SENSOR DE PUERTA ABIERTA | 80 - |
| | |
| <u>4. PROGRAMACION Y DESARROLLO</u> | <u>83 -</u> |
| | |
| 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD SE-BIOHYT | 83 - |
| 4.1.1 PRUEBAS COMUNICACIÓN POR TELEMETRIA | 85 - |
| 4.1.2 PROGRAMACION PARA REALIZAR TELEMETRIA | 86 - |
| 4.2 PROGRAMACION DE LA ESTACION DISPATCH | 90 - |
| 4.3. INSTALACION DE LA BASE DE DATOS SQL SERVER 2008 | 93 - |
| 4.3.1. CONFIGURACION DE LA BASE DE DATOS | 98 - |
| 4.4. CONFIGURACION EN EL SOFTWARE SMARTDISPACTH | 102 - |
| 4.5. PROGRAMACION RADIOS AUXILIARES | 110 - |
| 4.6. ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL DEL SENSOR LM 335 DE TEMPERATURA | 113 - |
| 4.7. ESTRUCTURA DE LA PROGRAMACION EN LA TARJETA TIVA C TM 4C123GXL | 114 - |
| 4.8. CONFIGURACION DEL CONTROL DE ACCESO BIOMETRICO FO8 | 117 - |
| 4.8.1. EXTRACCIÓN VÍA USB CONTROL DE ACCESO | 118 - |
| 4.8.2. MONITOREO VÍA CONEXIÓN TCP/IP | 122 - |
| 4.9. CONFIGURACION DEL SENSOR DE INCENDIO | 125 - |

| | |
|------------------------------------------------------------|----------------|
| 4.10. CANALES DE COMUNICACIÓN DE LOS RADIO DIGITALES | - 126 - |
| 5. ANALISIS Y RESULTADOS | - 132 - |
| 5.1. CONFIGURACIONES DEL SISTEMA DE SEGURIDAD | - 132 - |
| 5.1.1. ENTORNOS HOSTILES..... | - 132 - |
| 5.1.2. ENTORNOS NORMALES..... | - 133 - |
| 5.2. CALIBRACION SENSOR DE TEMPERATURA | - 134 - |
| 5.2.1. CONFIGURACIÓN | - 135 - |
| 5.2.2. RESULTADOS Y PORCENTAJE DE ERROR | - 136 - |
| 5.3 POSICIÓN GPS | - 137 - |
| 5.3.1 RESULTADOS Y LIMITANTES | - 137 - |
| 5.4 SE-BIOHYT..... | - 139 - |
| 5.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DEL PROYECTO DISEÑADO..... | - 139 - |
| _Toc446355160 | |
| 6. CONCLUSIONES FINALES..... | - 142 - |
| BIBLIOGRAFIA | - 145 - |

Tabla de Figuras

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 1 Esquema del proyecto. _____ | - 3 - |
| Figura 2 Ciclo de Procesamiento y Transmisión de la Información. _____ | - 4 - |
| Figura 3. Radio Telemetría [3] _____ | - 11 - |
| Figura 4. Modulación-Demodulación de la señal [3] _____ | - 12 - |
| Figura 5. Codificación RZ [4] _____ | - 13 - |
| Figura 6. Codificación NRZ _____ | - 14 - |
| Figura 7. Codificación Manchester. [12] _____ | - 15 - |
| Figura 8. Esquema básico de una modulación digital _____ | - 16 - |
| Figura 9 Respuesta de un filtro pasa bajo. _____ | - 17 - |
| Figura 10 Respuesta de un filtro de caída senoidal. _____ | - 17 - |
| Figura 11. Diagrama eléctrico de una modulación FSK. _____ | - 18 - |
| Figura 12 Diagrama entrada y salida de un modulador FSK. _____ | - 19 - |
| Figura 13 Diagrama de tiempo de la modulación FSK. _____ | - 19 - |
| Figura 14 Diagrama del Espectro de frecuencia de la modulación FSK. _____ | - 20 - |
| Figura 15 Demodulador de FSK no coherente [15] _____ | - 20 - |
| Figura 16 Demoduladores FSK coherente [15] _____ | - 21 - |
| Figura 17 Diagrama eléctrico de una modulación FSK. _____ | - 22 - |
| Figura 18 Estándares de radio digital _____ | - 24 - |
| Figura 19 Técnica FDMA para división del canal. [17] _____ | - 25 - |
| Figura 20 Técnica TDMA para división del canal. _____ | - 26 - |
| Figura 21 Descripción medición de distancia de satélite-tierra [34] _____ | - 28 - |
| Figura 22 Estructura de la Señal GPS _____ | - 29 - |
| Figura 23 Características de la señal. [34] _____ | - 29 - |
| Figura 24 Diagrama de tiempo del circuito modulador. _____ | - 30 - |
| Figura 25 Retraso en la transmisión [34] _____ | - 31 - |
| Figura 26 Ilustración distancia satélite-receptor. _____ | - 31 - |
| Figura 27 Curva Temperatura vs Voltaje [21] _____ | - 35 - |
| Figura 28 A) Distribución de iones [22] _____ | - 36 - |
| Figura 29 B) Distribución de iones y humo [22] _____ | - 36 - |
| Figura 30 A) Distribución de iones B) Distribución de iones y humo. [22] _____ | - 37 - |
| Figura 31 A) Sensor fotoeléctrico B) Sensor fotoeléctrico, haz de luz reflejado. [22] _____ | - 37 - |
| Figura 32 A) Sensor por oscurecimiento B) Sensor por oscurecimiento con humo. [22] _____ | - 38 - |
| Figura 33 Rasgos Huella dactilar _____ | - 39 - |
| Figura 34 Extracción de patrones de huella dactilar. [25] _____ | - 40 - |
| Figura 35 Software Smart Dispatch. _____ | - 43 - |
| Figura 36 Configuración "Single-site" Smart Dispatch. _____ | - 44 - |
| Figura 37 Configuración "Multi-site" Smart Dispatch _____ | - 45 - |
| Figura 38 Parámetros de cada componente del Smart Dispatch. _____ | - 46 - |
| Figura 39 Diagrama a bloques del microcontrolador. _____ | - 47 - |
| Figura 40 Arquitectura Von Neumann. _____ | - 50 - |
| Figura 41 Arquitectura Harvard. _____ | - 50 - |
| Figura 42 Tiva-C TM4C123GXL LaunchPad _____ | - 51 - |
| Figura 43 Control de acceso F08 _____ | - 52 - |
| Figura 44 Diagrama De Conexiones F08 _____ | - 54 - |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 45 Radios Digitales Hytera . | - 55 - |
| Figura 46 Radio Base MD786G VHF Hytera | - 56 - |
| Figura 47 Radios Digitales PD786G VHF | - 58 - |
| Figura 48 Funcionamiento Sistema de Telemetría . | - 62 - |
| Figura 49 Descripción de la placa del Módulo | - 63 - |
| Figura 50 Descripción de la placa del módulo (Vista Inferior) | - 63 - |
| Figura 51 Ilustración del funcionamiento de la telemetría . | - 65 - |
| Figura 52 Pines de telemetría del radio portable PD786G VHF | - 65 - |
| Figura 53 Pines de telemetría del radio móvil MD786G VHF | - 66 - |
| Figura 54 Diagrama de conexiones regulador UA7805c [10] | - 67 - |
| Figura 55 Diagrama con las temperaturas y resistencias en el proceso | - 68 - |
| Figura 56 Circuito Eléctrico equivalente . | - 68 - |
| Figura 57 Diagrama de conexiones Control de Acceso F08 | - 71 - |
| Figura 58 Conexiones de la Cerradura . | - 72 - |
| Figura 59 Esquema eléctrico del Sensor LM 335 . | - 72 - |
| Figura 60 LCD 2X16 [15] | - 74 - |
| Figura 61 Diagrama de conexiones del módulo de control en EAGLE, firmware . | - 75 - |
| Figura 62 Vista frontal PCB tarjeta de control . | - 76 - |
| Figura 63 Vista trasera PCB tarjeta de control | - 76 - |
| Figura 64 Circuito impreso cara posterior | - 77 - |
| Figura 65 Circuito impreso cara inferior . | - 78 - |
| Figura 66 Cerradura eléctrica empleada . | - 79 - |
| Figura 67 Cerradura eléctrica vista lateral . | - 80 - |
| Figura 68 Sensor de puerta abierta .[37] | - 81 - |
| Figura 69 Vista frontal del módulo de control del sistema de Seguridad [5] | - 83 - |
| Figura 70 Vista trasera del módulo de control del sistema de Seguridad | - 84 - |
| Figura 71 Radios digitales empleados MD786G UHF Y PD786G UHF | - 85 - |
| Figura 72 Descripción del proceso de telemetría | - 86 - |
| Figura 73 Cable de programación | - 87 - |
| Figura 74 Ventana principal del software | - 88 - |
| Figura 75 Configuración pines de telemetría | - 89 - |
| Figura 76 Mensajes en los radios Móviles . | - 89 - |
| Figura 77 Configuración de los mensajes de texto | - 90 - |
| Figura 78 Ventana principal software de programación | - 91 - |
| Figura 79 Puerto USB donde está conectado el cable | - 91 - |
| Figura 80 Ventana para leer el radio . | - 91 - |
| Figura 81 Configuración de IP de la estación SmartDiaptch en el radio base | - 92 - |
| Figura 82 Ventana principal SQL server 2008 . | - 93 - |
| Figura 83 Barra de progreso de instalación SQL server 2008 . | - 94 - |
| Figura 84 Instalación SQL server 2008 | - 94 - |
| Figura 85 Términos y condiciones Instalación SQL server 2008 | - 95 - |
| Figura 86 Crear cuenta en SQL server 2008 | - 96 - |
| Figura 87 Instalación SQL server 2008 | - 97 - |
| Figura 88 Inicia la Instalación SQL server 2008 | - 97 - |
| Figura 89 Final instalación SQL server 2008 | - 98 - |
| Figura 90 Ingresar a SQL server 2008 | - 99 - |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <i>Figura 91 Conectar la base de datos SQL server 2008</i> | - 99 - |
| <i>Figura 92 Configuración Base de datos</i> | - 100 - |
| <i>Figura 93 Configuración Base de datos</i> | - 100 - |
| <i>Figura 94 Configuración TCP/IP Base de datos.</i> | - 101 - |
| <i>Figura 95 Configuración TCP/IP Base de datos</i> | - 101 - |
| <i>Figura 96 Restaurar el servidor de la base de datos.</i> | - 102 - |
| <i>Figura 97 Ventana principal Smart Dispatch</i> | - 103 - |
| <i>Figura 98 Panel de navegación</i> | - 104 - |
| <i>Figura 99 Restaurar el servidor de la base de datos.</i> | - 105 - |
| <i>Figura 100 Ventana principal Smart Dispatch</i> | - 106 - |
| <i>Figura 101 Panel de navegación en Smart Dispatch.</i> | - 106 - |
| <i>Figura 102 Ventana principal Smart Dispatch</i> | - 107 - |
| <i>Figura 103 Ventana con monitoreo de las estaciones Smart Dispatch.</i> | - 107 - |
| <i>Figura 104 Configuración Smart Dispatch</i> | - 108 - |
| <i>Figura 105 DS Management- Smart Dispatch</i> | - 108 - |
| <i>Figura 106 Group Management- Smart Dispatch</i> | - 109 - |
| <i>Figura 107 Radio Management- Smart Dispatch</i> | - 109 - |
| <i>Figura 108 Telemetría- Smart Dispatch</i> | - 110 - |
| <i>Figura 109 Configuración Básica del Radio Digital.</i> | - 111 - |
| <i>Figura 110 Configuración ID del radio digital portátil PD786G UHF</i> | - 112 - |
| <i>Figura 111 Comunicación Estación Smart Dispatch.</i> | - 112 - |
| <i>Figura 112 Diagrama de flujo del sensor de temperatura.</i> | - 114 - |
| <i>Figura 113 Diagrama de flujo programación.</i> | - 116 - |
| <i>Figura 114 Control de acceso biométrico F08</i> | - 118 - |
| <i>Figura 115 Ventana principal Attendance Management.</i> | - 119 - |
| <i>Figura 116 Importar datos USB.</i> | - 119 - |
| <i>Figura 117 Confirmar Importar datos USB</i> | - 120 - |
| <i>Figura 118 Descarga de Datos vía USB</i> | - 120 - |
| <i>Figura 119 Búsqueda por fecha, empleado y ubicación.</i> | - 121 - |
| <i>Figura 120 Lista de ingresos y egresos en el sistema.</i> | - 121 - |
| <i>Figura 121 Configuración datos personales cada usuario.</i> | - 122 - |
| <i>Figura 122 Configuración dirección IP para comunicación con el Software</i> | - 123 - |
| <i>Figura 123 Ruta para la Configuración dirección IP.</i> | - 124 - |
| <i>Figura 124 Configuración comunicación TCP/IP.</i> | - 124 - |
| <i>Figura 125 Ventana principal "attendance management".</i> | - 125 - |
| <i>Figura 126 Sensor de Incendio /Humo.</i> | - 126 - |
| <i>Figura 127 Ruta de acceso al canal.</i> | - 126 - |
| <i>Figura 128 Ruta de acceso al canal.</i> | - 127 - |
| <i>Figura 129 Frecuencias del canal</i> | - 128 - |
| <i>Figura 130 Ruta acceso a los contactos del canal.</i> | - 128 - |
| <i>Figura 131 Descripción de Contactos</i> | - 129 - |
| <i>Figura 132 Circuito de calibración LM 335z</i> | - 135 - |
| <i>Figura 133 Circuito de prueba LM 335z [18]</i> | - 136 - |
| <i>Figura 134 Posicionamiento GPS</i> | - 138 - |
| <i>Figura 135 Posicionamiento GPS con mapa satelital.</i> | - 138 - |

P r e f a c i o

“D i o s e s g r a n d e , g r a n d e e s s u p o d e r , i n f i n i t a s u s a b i d u r í a .
A l á b e n l e c i e l o s y t i e r r a , s o l , l u n a y e s t r e l l a s c o n s u p r o p i o
l e n g u a j e . ¡ M i S e ñ o r y m i C r e a d o r ! L a m a g n i f i c e n c i a d e t u s
o b r a s q u i s i e r a y o a n u n c i a r l a a l o s h o m b r e s e n l a m e d i d a e n
q u e m i l i m i t a d a i n t e l i g e n c i a p u e d e c o m p r e n d e r l a ” .

J o h a n n e s K e p l e r

A g r a d e c i m i e n t o s

Primero agradecer a Dios por sus promesas en mi vida y darme las capacidades para dar un paso más en ese gran sueño que anhelo. Por ser mi esperanza, fortaleza y refugio en todas las dificultades que viví para hoy optar a este título.

A mi madre y mi hermano, por ser la razón para luchar por alcanzar algo que para muchos era imposible. Un agradecimiento infinito a mi madre quien con su ejemplo de lucha y valentía me inspiró a luchar por mis sueños.

Un gran agradecimiento a mi director de trabajo de grado Jesús Ortiz por confiar en mí y darme la oportunidad de ser mi director, a mis jurados Nydia Sandoval y Julio Ospino por ser profesionales idóneos para evaluar y dirigir este proyecto en las líneas de investigación que más me gustan microcontroladores, telecomunicaciones e instrumentación electrónica.

Gracias a todos los que influyeron en alcanzar este logro y aunque no fue lo mejor, di lo mejor de mí en estos cinco años de estudio. También un agradecimiento a Eduardo Ávila y Juan Pablo Ávila por darme la oportunidad de pertenecer a esta empresa.

R e s u m e n

Este proyecto busca ser una nueva propuesta en el área de la seguridad electrónica y telecomunicaciones de la empresa SETRONICS S.A.S, se quiere diseñar un sistema integrado de seguridad compuesto de un control de acceso biométrico de huella dactilar, sensores de incendio y temperatura, telemetría por radio digitales apoyados en la plataforma Smart Dispatch.

El primer paso es el control del reloj biométrico y la identificación de los pines de comunicación para la adquisición de la señal de salida, cuando el biométrico identifica una huella dactilar registrada en él. Esta señal es la que controla la cerradura eléctrica y posteriormente acondicionada por el circuito electrónico diseñado para poder ser procesada por el radio digital más óptimo.

Los sensores de incendio y temperatura serán seleccionados por sus características y tendrán una etapa de tratamiento para realizar las conversiones a unidades eléctricas manejadas por los radios Hytera.

Se transmite la información por medio del protocolo DMR que utiliza los radios digitales de HYTERA. Realizando telemetría apoyados en los radios digitales y en la estación Smart Dispatch, donde se puede visualizar remotamente en cualquier computador con acceso a internet el estado de las variables controladas por los sensores, Además la plataforma Smart Dispatch permite en caso de existir más objetos controlados por biometría la ubicación por GPS y localización en Google Maps. Este diseño se realizara con implementos de gran calidad e industriales.

1.

Introducción

“La dignidad de la ciencia misma parece exigir que todos los medios sean explorados para la solución de un problema se de en forma elegante y célebre.” Carl Friedrich Gauss

1. INTRODUCCION

En este capítulo se describe el objetivo de este proyecto, como se originó la idea, la metodología planteada para desarrollar el proyecto y la distribución bibliográfica del libro.

1.1. Problema

A nivel mundial el crecimiento tecnológico no para, cada vez son más los mecanismos electrónicos que son diseñados para la industria, medicina, seguridad, fuerzas militares, consumo y electrodomésticos. En el campo de la seguridad electrónica estos dispositivos se emplean para prevención de desastres, robos, monitoreo de variables físicas, alarmas, riesgos, instalación y mantenimiento de cableado estructurado. Además son altamente empleados en el acceso a lugares, identificación de personal basados en rasgos biométricos únicos en cada individuo.

Por esto a nivel nacional e internacional se han tomado medidas en el desarrollo de dispositivos electrónicos para mejorar la seguridad, este proyecto nace de la necesidad de la empresa SETRONICS S.A.S de fusionar sus dos áreas de desarrollo (Seguridad Electrónica y Telecomunicaciones) para ofrecer nuevos productos innovadores y viables en su construcción.

En este proyecto se integraran los sistemas biométricos y sensores con un sistema de comunicaciones para transmitir la información, variables y estados. Para ser monitoreados desde una estación remota en cualquier lugar del mundo, con acceso a internet y el software Smart Dispatch instalado en la computadora como únicos requisitos.

En la figura 1 se muestra un diagrama a bloques del funcionamiento esperado del sistema a diseñar.

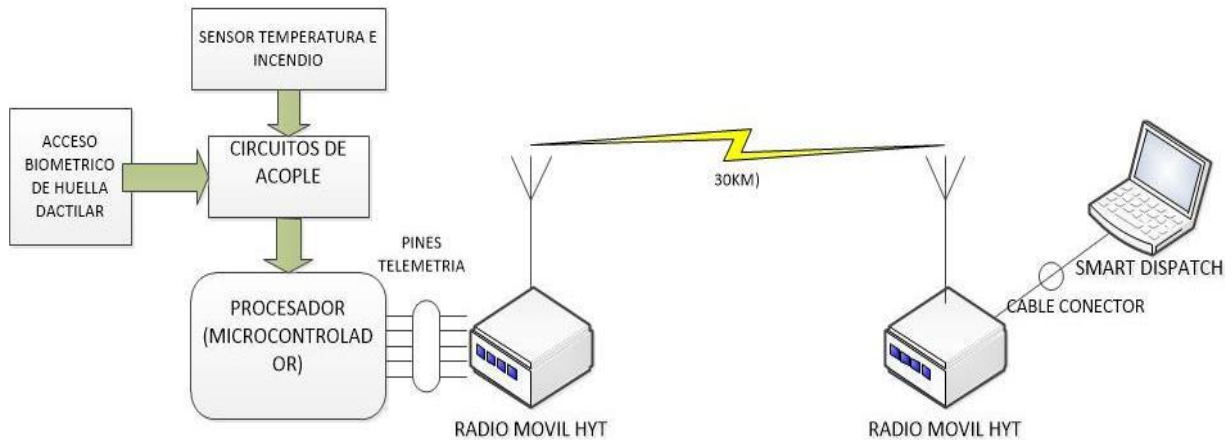


Figura 1 Esquema del proyecto.

1.2 Objetivos

Realizar la ingeniería básica y de detalle del sistema de seguridad compuesto de un equipo biométrico de huella dactilar, sensores de incendio y temperatura, y radios digitales apoyados por el software Smart dispatch de Hytera para la empresa SETRONICS S.A.S.

- Implementar el sistema de control de acceso biométrico con el equipo F08.
- Diseñar el circuito de acople entre el reloj biométrico FO8 para el control de acceso y la generación del mensaje de marcación en la plataforma Smart Dispatch.
- Acondicionar las señales de salida de los sensores de incendio y temperatura para la comunicación con el microcontrolador para el procesamiento de la información y posterior envío de datos a plataforma Smart Dispatch.
- Realizar el monitoreo de las variables analizadas por los sensores por medio del software Smart dispatch de hytera.
- Realizar análisis costo beneficio del proyecto diseñado.
- Realizar pruebas de funcionamiento al diseño a por lo menos dos configuraciones que la empresa Setronics S.A.S requiera.

1.3 Metodología

Un dispositivo electrónico de monitoreo que alerte sobre posibles

peligros y emergencias lleva parámetros asociados para que sea un sistema robusto, y tenga un funcionamiento eficiente. Debe procesar la información correctamente y posteriormente transmitir la información para que sea un equipo fiable.

En la figura 2 se muestra el flujo de la información cuando se pone en funcionamiento el sistema de monitoreo.

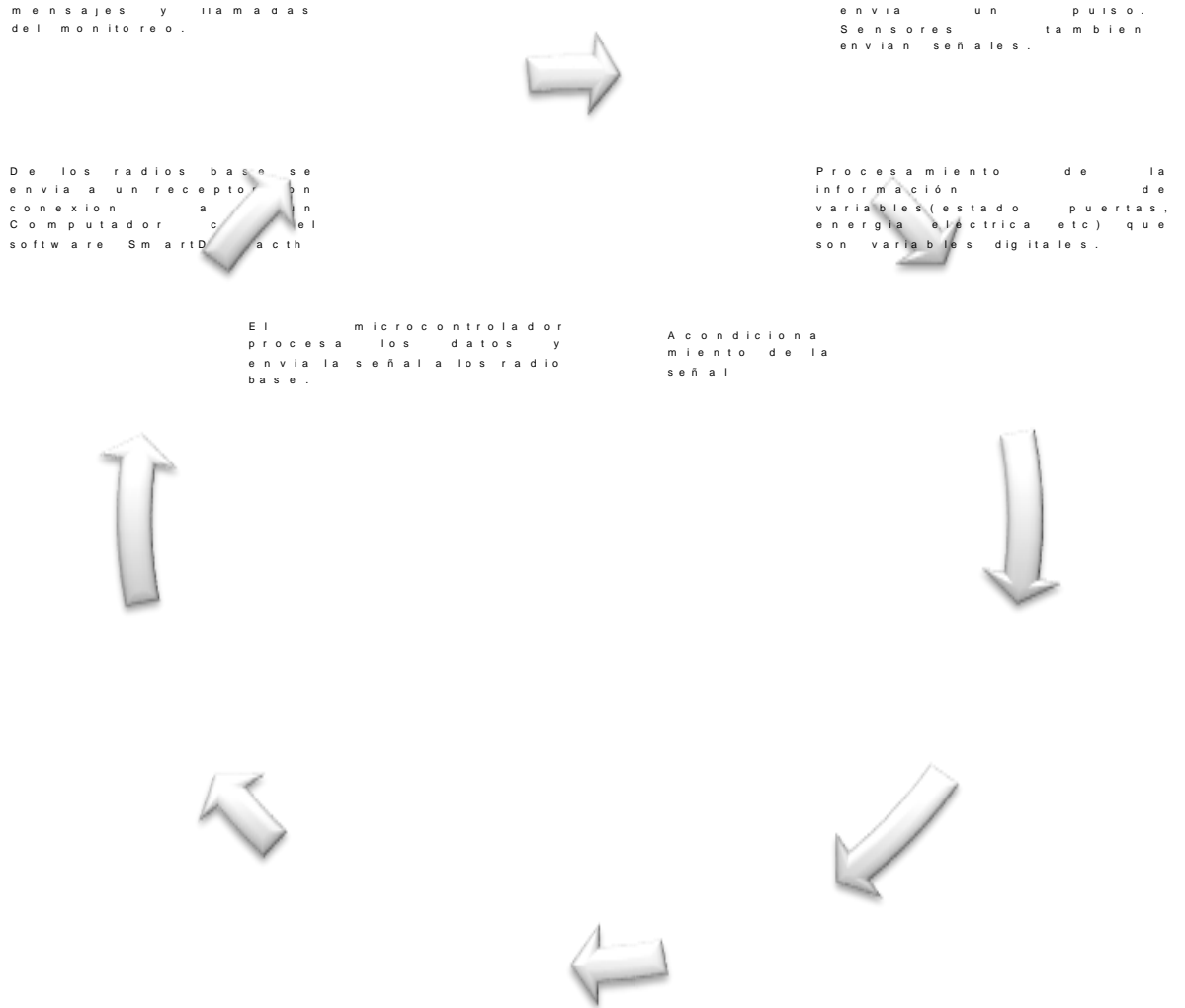


Figura 2 Ciclo de Procesamiento y Transmisión de la Información.

Todo el proceso que se describe en la figura 2, es el flujo de la información que debe ser plasmado en el sistema diseñado.

Es necesario seleccionar el radio digital adecuado para implementar teniendo en cuenta la comunicación con el procesador y la salida arrojada por el sensor biométrico y los sensores para el correcto tratamiento de los datos tomados. Además lograr acoplar el reloj biométrico con el microcontrolador para enviar los datos medidos a un receptor.

Una vez diseñado el software y hardware para nuestra aplicación la siguiente acción será validar la información y comprobar la eficiencia del nuevo dispositivo diseñado.

1.4 Distribución Bibliográfica

El libro se organiza mediante cinco capítulos concernientes a la Introducción, Marco Teórico, Diseño de Componentes, Programación, Resultados y Conclusiones.

Cada capítulo tiene los ítems correspondientes al desarrollo del capítulo con sus bases teóricas, criterios de selección de componentes, análisis de los resultados obtenidos y procedimientos realizados.

2.

Marco Teórico

“Mi mayor respeto y mi máxima admiración a todos los ingenieros especialmente al mayor de ellos: Dios” Thomas Alva Edison

2. MARCO TEORICO

En este capítulo se encuentran las bases teóricas necesarias para entender el funcionamiento de los dispositivos electrónicos empleados y sus principios físicos y matemáticos, para así abordar con mayor entendimiento los problemas a resolver en el diseño.

Se describe en brevedad los acontecimientos importantes a lo largo de la historia en esta clase de sistemas de telemetría, los fundamentos en las modulaciones digitales en este caso FSK, el principio de funcionamiento de los sensores a emplear, y las especificaciones técnicas y características de los equipos a emplear.

2.1 ANTECEDENTES

Las comunicaciones desde la antigüedad hasta el día de hoy han permitido el desarrollo de la humanidad, siendo esencial en la vida de cada persona, las grandes civilizaciones antiguas e imperios. En cada momento de nuestras vidas estamos recibiendo y transmitiendo información hablando, riendo, observando, o simplemente leyendo.

A través del tiempo se han desarrollado mecanismos que permiten enviar información de un punto a otro muy efectivos, la mayoría de estos dispositivos han surgido debido a la guerra entre diferentes países, con una velocidad de propagación muy alta, gran eficiencia y con técnicas para pérdidas mínimas de información, permitido una nueva era de la tecnología para la humanidad.

Si hablamos de tecnología como no resaltar a tantos personajes que invirtieron gran parte de su vida a desarrollar investigaciones, Tales de Mileto, Thomas Alva Edison, Faraday, Alejandro Volta, Hans Chistian Oersted, James Clerk Maxwell, Hertz, André- Ampere, Georg Simon Ohm, Nikola Tesla y Graham Bell entre muchos otros con sus estudios en Física, matemáticas, teoría electromagnética, electricidad y Comunicaciones. Que son sin lugar a dudas, hoy en día son la base de la ciencia moderna.

Las comunicaciones digitales, la transmisión de datos en un mundo invadido por los avances tecnológicos, llevan al desarrollo de sistemas cada vez más precisos y eficientes en las comunicaciones, mediante técnicas de modulación en fase, frecuencia o amplitud.

Los sistemas de monitoreo se han implementado desde hace muchos años atrás sin siquiera saber su nombre exacto. En 1912, se puso en marcha el primer sistema de monitoreo en Chicago (E.E.U.U) se diseñó una central de análisis mediante línea telefónica para recibir información de centrales eléctricas ubicadas a grandes distancias, donde se podían hacer mediciones de variables físicas y el sistema receptor se encarga de interpretar y procesar dicha información. [1]

Las comunicaciones inalámbricas tienen sus raíces en la invención del radio por Nikola Tesla en el año 1880, posteriormente formalizado por un italiano llamado Guglielmo Marconi. Entre los primeros circuitos de transmisión de datos fue desarrollado en 1845 por el "Winter Palace" del emperador de Rusia. En 1884, un grupo de ingenieros franceses diseñaron un sistema que permitía medir datos y transmitir en tiempo real sobre la meteorología desde Mont Blanc hasta París. En 1906 se contruyeron en el observatorio de Pulkovo en Rusia, sistemas para detectar movimientos sísmicos y terremotos. Luego de la construcción del canal de Panamá entre los años 1913 y 1914 se implementaron sistemas de monitoreo sobre el nivel de las aguas y las esclusas. [6]

Más adelante, se realizaron las primeras transmisiones "sin cable" por radio sondas, En Francia por Robert Bureau y en Rusia por Pavel Molchanov. Este tipo de transmisiones inalámbricas requieren de modulaciones para el envío de datos, para esto se usaron diferentes códigos como el morse. En Estados Unidos y la Unión Soviética diseñaron sistemas muy efectivos en base a la modulación por posición de pulso. [6] En las transmisiones no se envían los datos digitales al medio porque este actúa como un filtro pasa bajo que atenúa la información, por esto se envían al medio en forma analógica.

El teléfono móvil tiene sus inicios en la segunda guerra mundial donde la compañía Motorola diseño un equipo llamado Handie -H 12-16, y permitía la comunicación con las tropas por ondas de radio.

Martin Cooper fue el primer en introducir un radioteléfono en 1973, por esto se le conoce como el padre de la telefonía celular. [2]

En el pasado reciente, aún se dedican esfuerzos al desarrollo de sistemas que prevean accidentes y desastres naturales. En la Universidad Nacional Autónoma De México, ALEJANDRO OLIVARES MORALES desarrollo una tesis para obtener el título de Ingeniero Electricista con el nombre AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL ACADEMICO EN TIEMPO REAL A TRAVES DE RECONOCIMIENTO BIOMETRICO. [9]

Anteriormente, en la Universidad Carlos III de Madrid (España), Almudena Lindoso Muñoz desarrollo un proyecto llamado, CONTRIBUCION AL RECONOCIMIENTO DE HUELLAS DACTILARES MEDIANTE TECNICAS DE CORRELACION Y ARQUITECTURAS HARDWARE PARA EL AUMENTO DE PRESTACIONES, como su tesis Doctoral [10]

Nuestro país no ha sido la excepción en el desarrollo de sistemas de telemetría, en la Universidad Católica popular del Risaralda, Alvaro Hernán Cárdenas Valencia desarrollo su trabajo de grado llamado PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TELEMETRIA Y CONTROL PARA SEGURIDAD EN VEHICULOS, SOPORTADO EN REDES MOVILES, para obtener el título de Ingeniero en Sistemas y Telecomunicaciones. [8]

2.2. SISTEMA DE TELEMETRÍA

En gran cantidad de operaciones industriales en una misma zona se ubican los sensores y el dispositivo encargado de tomar decisiones de acuerdo a la información de los sensores. Cuando se requiere realizar mediciones y enviar esta información a gran cantidad de distancia, no puede mantenerse dicha información en los niveles de tensión inicial sino que lleva un proceso de codificación digital y se transmite bit a bit

porque el medio de transmisión actúa como filtro pasa bajo atenuando la señal, y posteriormente una decodificación.

La telemetría es transmitir información de forma codificada a gran distancia y posteriormente decodificada y procesada.

2.2.1. TELEMETRÍA DE RADIO

Cuando la distancia de comunicación de la información es demasiado grande es recomendable que se realice por frecuencia de transmisión de radio.

Esta transmisión se basa en filtrar el contenido armónico es decir las repeticiones de la señal fundamental, amplificar la onda senoidal fundamental y aplicarla a una antena de transmisión para luego poder decodificar y adquirir la información.

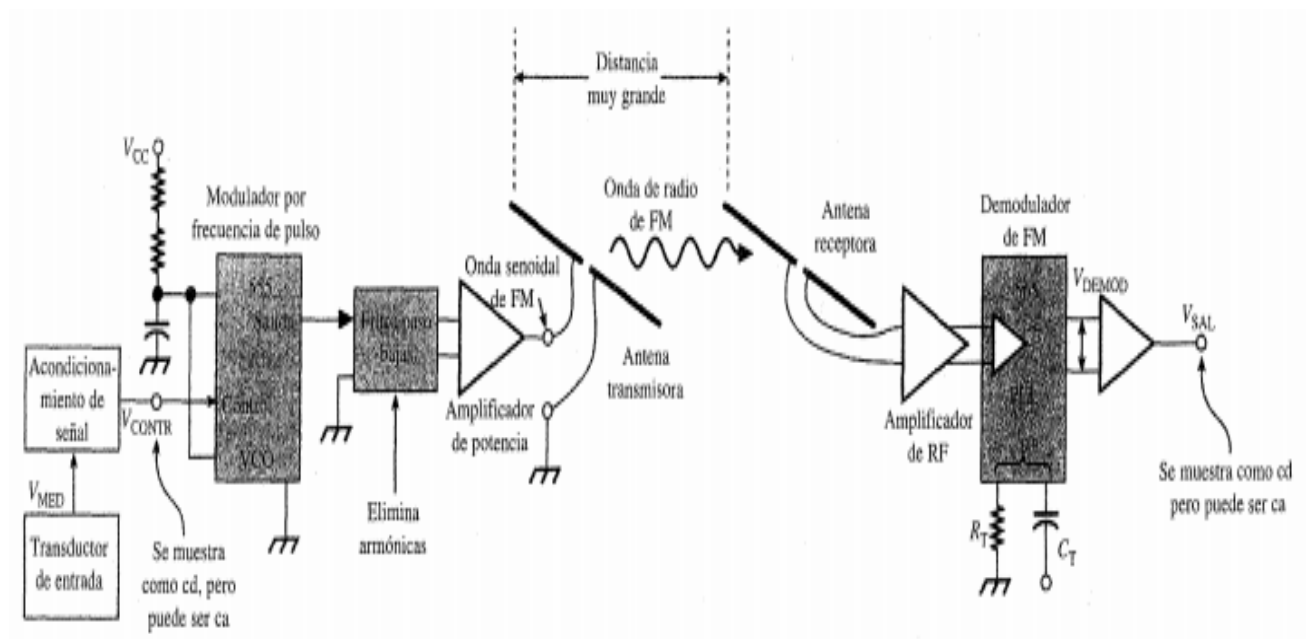


Figura 3. Radio Telemetría [3]

En la figura 3 se muestra el método de telemetría más sencillo donde la frecuencia de la portadora de radio es la misma que la frecuencia de pulso misma.

Es fundamental tener en cuenta que al medio está siendo radiada la frecuencia del pulso mismo, el modulador del VCO (Oscilador Controlado de Voltaje) debe ser autorizado para operar en una banda de telemetría permitida por la ley o adquirir las debidas licencias.

Para la telemetría a altas frecuencias (VHF o UHF) se omite totalmente el proceso de generación de pulsos. El voltaje de medición de entrada una vez acondicionado se usa como señal de entrada al modulador como se ilustra en la figura 3. En la recepción de la señal, la señal senoidal es demodulada generalmente por un circuito PLL (PHASED LOCAL LOOP). Se genera la señal a partir del circuito VCO (Oscilador controlado de voltaje) [3]

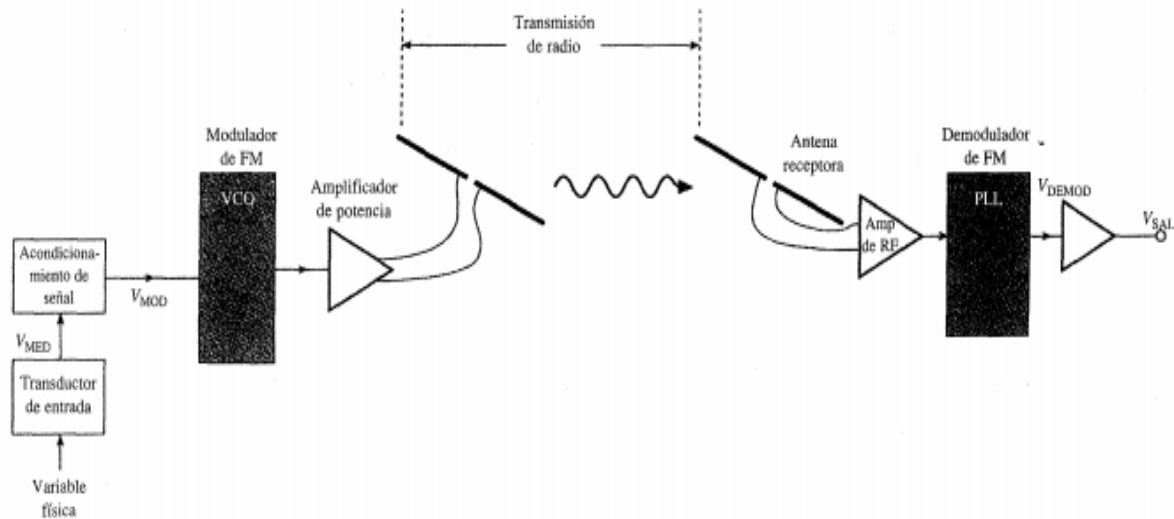


Figura 4. Modulación-Demodulación de la señal [3]

2.3. CODIFICACIONES DIGITALES

Los medios de transmisión se comportan como un filtro pasa bajo cuando están en el medio, donde la frecuencia de corte para cualquier medio de comunicación es aproximadamente igual al ancho de banda del canal. [5]

$$C = 2B \quad \text{Ecuación 1}$$

D ó n d e :

C = Capacidad de la información (bits/s)

B = Ancho de banda (H z)

Por ejemplo si un canal tiene un ancho de banda de 40 KHz, entonces tendrá una capacidad de la información de 80 Kbps.

$$t = \frac{1}{c} = \frac{1}{\frac{80 \text{ Kbit}}{s}} = 12.5 \mu s \quad \text{Ecuación 2}$$

La fórmula del periodo (T) se emplea para hallar la frecuencia.

$$T = 2t = 2(12.5 \mu s) = 25 \mu s \quad \text{Ecuación 3}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{25 \mu s} = 40 \text{ KHz} \quad \text{Ecuación 4}$$

2.3.1. CODIFICACION RZ

La siguiente imagen es la codificación RZ unipolar y bipolar para un tren de pulsos binarios 1101001, La principal diferencia entre las dos señales es que la unipolar tiene amplitud de 0 a V y la bipolar de -V a V. La señal RZ unipolar solo es de valor V cuando el pulso es uno y se mantiene por medio ancho de duración. La señal RZ bipolar se comporta igual cuando el pulso es alto en cambio cuando es bajo la señal se mantiene por medio pulso en valor de -V. [5]

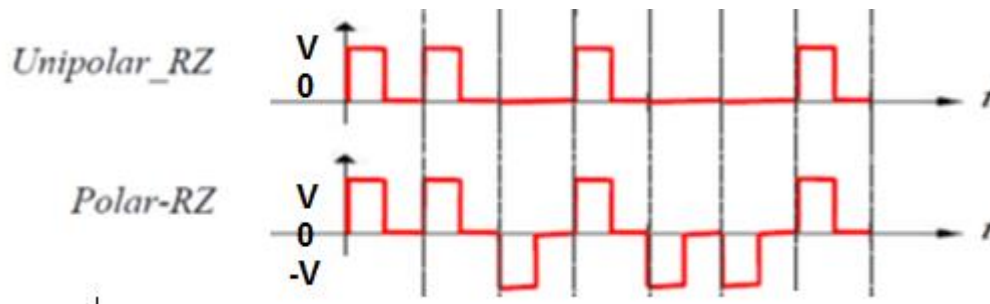


Figura 5. Codificación RZ [4]

Si cada intervalo del pulso binario de la codificación RZ dura un valor t, entonces dos veces t sería igual al periodo:

$$T = 2t = \frac{1}{c}, \text{ entonces } c = \frac{1}{2t} \quad \text{Ecuación 5}$$

Remplazando la ecuación 5 en la ecuación 1:

$$C = 2B$$

$$\frac{1}{t} = B(c) \text{ Ecuación 6}$$

2.3.2. CODIFICACION NRZ

La codificación NRZ unipolar tiene un valor de tensión V cuando detecta un pulso alto de tensión y para los demás valores es cero.

En cambio en la codificación NRZ (No retorno a cero) bipolar tiene un comportamiento muy similar a las RS232 por sus valores de tensión cuando el valor es 1 va a -V y cuando 0 lógico va a V. [5]

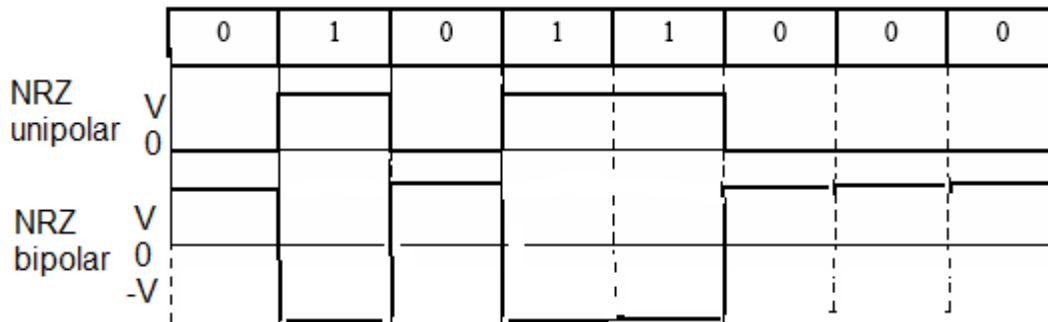


Figura 6. Codificación NRZ

Si cada intervalo del pulso binario dura un valor t, entonces t sería igual al periodo:

$$T = t = \frac{1}{c}, \text{ entonces } c = \frac{1}{t} \text{ Ecuación 7}$$

Reemplazando la ecuación 7 en la ecuación 1 se obtiene la ecuación 8:

$$C = 2B$$

$$\frac{1}{2t} = B \text{ Ecuación 8}$$

De la última ecuación podemos deducir que en comparación con la codificación RZ requiere la mitad de ancho de banda de lo que requiere RZ.

2.3.3. CODIFICACION MANCHESTER

En la codificación Manchester, cada intervalo de bit se divide en dos partes iguales. Un bit binario de valor 1 se transmite con valor de voltaje alto en el primer intervalo y un valor bajo en el segundo. Un bit 0 se envía al contrario. [5]

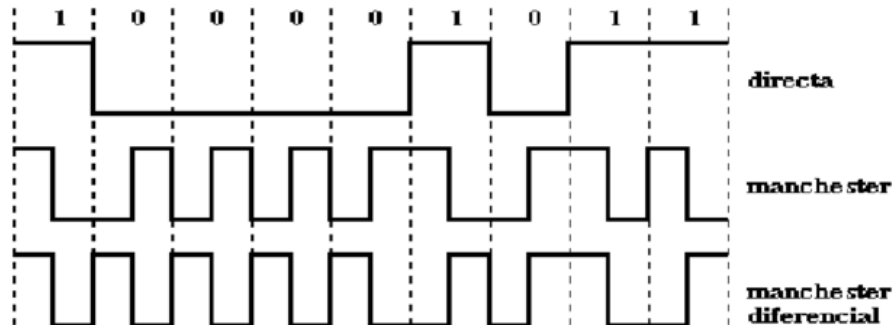


Figura 7. Codificación Manchester. [12]

Tiene como principal desventaja de este tipo de transmisión es que se necesita el doble de ancho de banda para la misma información que las otras técnicas.

La codificación manchester diferencial es una variante de la manchester convencional requiere de equipos sofisticados para su implementación con la gran ventaja de inmunidad al ruido lo que la hace una codificación empleada en muchas aplicaciones en las comunicaciones. Su principio de funcionamiento se base en que cuando el nivel de voltaje es 1 mantiene la señal anterior y cuando el voltaje es 0 invierte la señal anterior. [13]

2.4. MODULACIONES DIGITALES

Las modulaciones digitales como las analógicas son muy importantes en las comunicaciones dado que cada transmisión se hace en base a este proceso de codificar una señal y posteriormente decodificarla. La modulación de una señal se puede definir sencillamente como "trasladar

a una frecuencia superior la señal” A continuación se muestra un esquema básico en la figura 8.

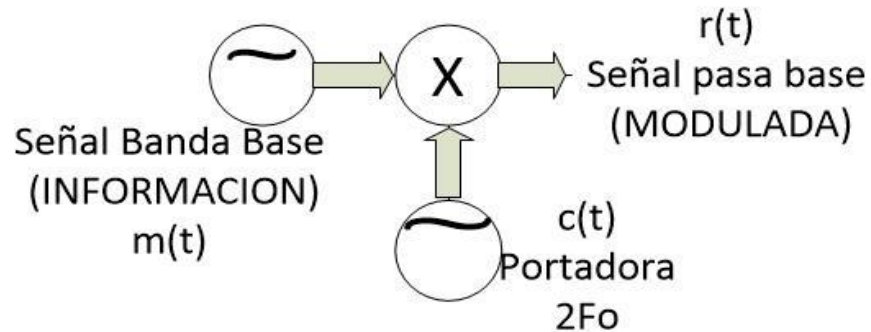


Figura 8. Esquema básico de una modulación digital

El mensaje influye en la frecuencia, fase y frecuencia cuando estamos modulando. [5]

$$c(t) = E_c \cos(\omega_c t + \phi) \text{ Ecuación 9}$$

$$m(t) = E_m \cos(\omega_m t) \text{ Ecuación 10}$$

La resultante $r(t)$ puede variar a través del tiempo amplitud, frecuencia o fase y en base a ello existen diferentes tipos de modulación, aquí solo estudiaremos la FSK por ser la empleada en la transmisión y recepción del proceso de telemetría a emplear.

$$r(t) = A(t) \cos(\omega_c t + \phi(t)) \text{ Ecuación 11}$$

2.4.1. FILTRO DE CAIDA SENOIDAL

Las señales digitales al ser transmitidas por el medio presentan pérdidas en amplitud debido a que el medio funciona como un filtro pasa bajo, los filtros de caída senoidal tienen una respuesta más rápida en la banda de transición, es decir donde se empieza a atenuar la señal que los filtros tradicionales como se puede observar en las siguientes dos figuras: [5]

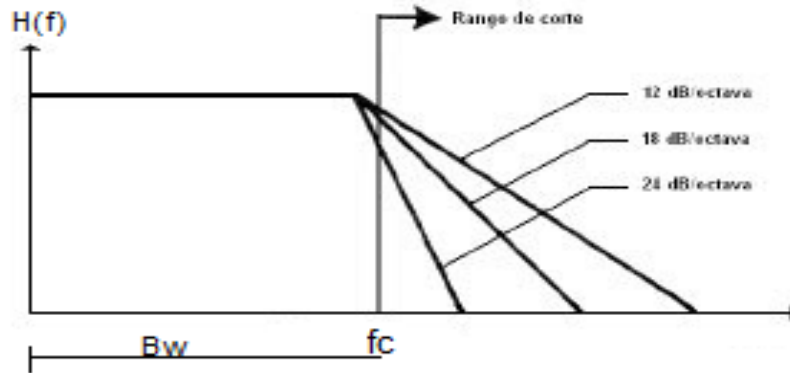


Figura 9 Respuesta de un filtro pasa bajo.

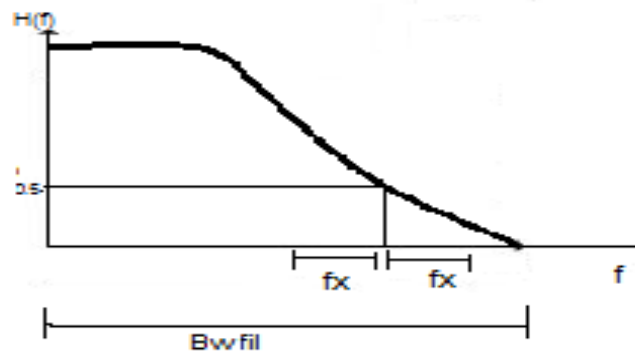


Figura 10 Respuesta de un filtro de caída senoidal.

Los filtros de caída senoidal son fundamentales en las comunicaciones digitales

$$Bw_{fil} = \frac{1}{2T}(1 + r) \text{ Hz}; \text{ Ancho de banda filtrado. Ecuación 12}$$

$$T = \frac{1}{c}; \text{ T=Duración de la cresta en estado activo.}$$

$$r = \text{roll-off Ecuación 13}$$

$$r = \frac{fx}{fc} \quad 0 < r < 1 \text{ Ecuación 14}$$

El roll-off es más significativo cuando una señal es NRZ que en RZ, debido a que la señal RZ permite filtrar el doble de frecuencia que la señal NRZ como se puede ver en la siguiente ecuación:

$$\text{Si } T = \frac{1}{2v_T} \text{ (Ecuación 15) entonces:}$$

R Z

$$B_{W_{FIL}} = (V_T(1 + r)) \text{ Ecuación 16}$$

NRZ

$$B_{W_{FIL}} = \left(\frac{V_T}{2}(1 + r) \right) \text{ Ecuación 17}$$

Se puede decir que la frecuencia filtrada por una señal RZ es el doble que la NRZ teniendo en cuenta el factor de 2 en el ancho de banda filtrado en la ecuación de NRZ.

2.4.2. MANIPULACION POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA FSK

Es uno de los métodos de modulación digital, la FSK binaria es una modulación de Angulo, con amplitud constante muy similar a la modulación de FM con la diferencia que la señal binaria varía entre dos valores discretos de tensión y no es una onda analógica que varía constantemente. [14]

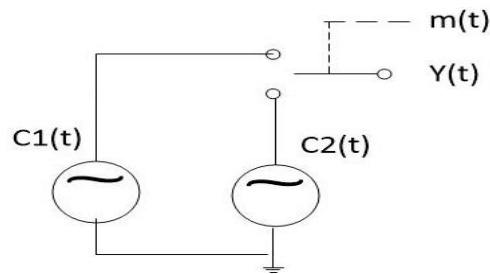


Figura 11. Diagrama eléctrico de una modulación FSK.

$$B_{W_{FSK}} = 2(\Delta f_c + B_{W_{FIL}}) \text{ Ecuación 18}$$

Si $B_{W_{FIL}} = \frac{1}{2\tau}(1+r)$ entonces:

$$B_{W_{FSK}} = 2 \left(\Delta f_c + \frac{1}{2\tau}(1+r) \right) \text{ Ecuación 19}$$

$$\Delta f_c = |f_c - f_1| = |f_c - f_2| = \frac{f_{c2} - f_{c1}}{2} \text{ Ecuación 20}$$

$$B_{W_{FSK}} = 2(\Delta f_c + B_{W_{FIL}}) \text{ Ecuación 21}$$



Figura 12 Diagrama entrada y salida de un modulador FSK.

$$V_T = f_c \text{ Ecuación 22}$$

NRZ

$$B_{W_{FSK}} = 2 \left(\Delta f_c + \frac{V_T}{2} (1 + r) \right) \text{ Ecuación 23}$$

RZ

$$B_{W_{FSK}} = 2(\Delta f_c + V_T(1 + r)) \text{ Ecuación 24}$$

A Continuación la forma de onda de las señales en el tiempo se muestran en la figura 13:

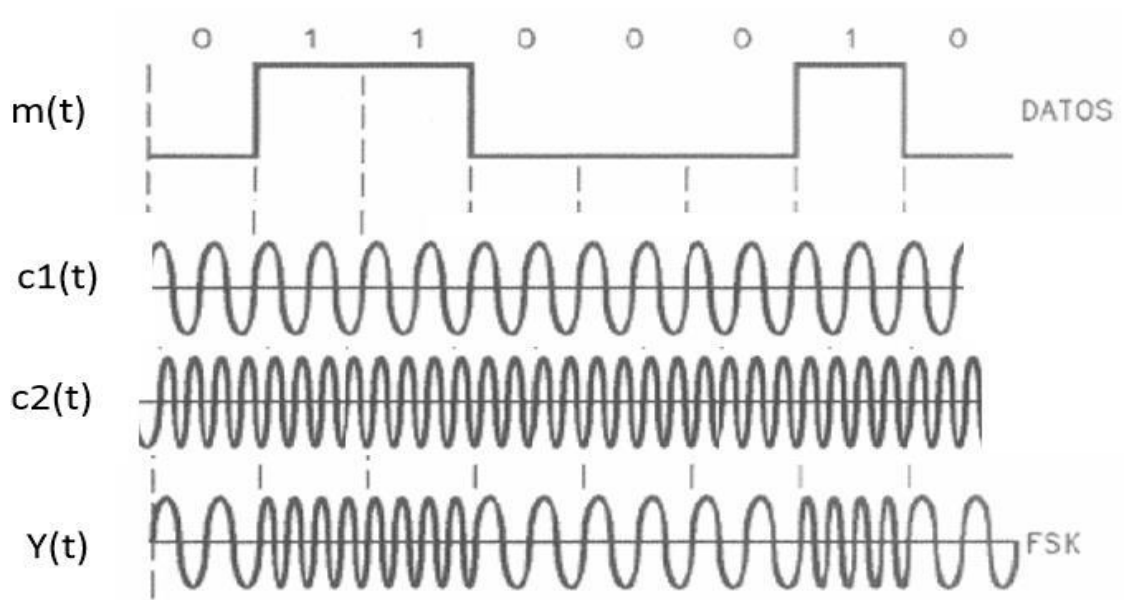


Figura 13 Diagrama de tiempo de la modulación FSK.

La figura 14 muestra la señal en el espectro de frecuencia:

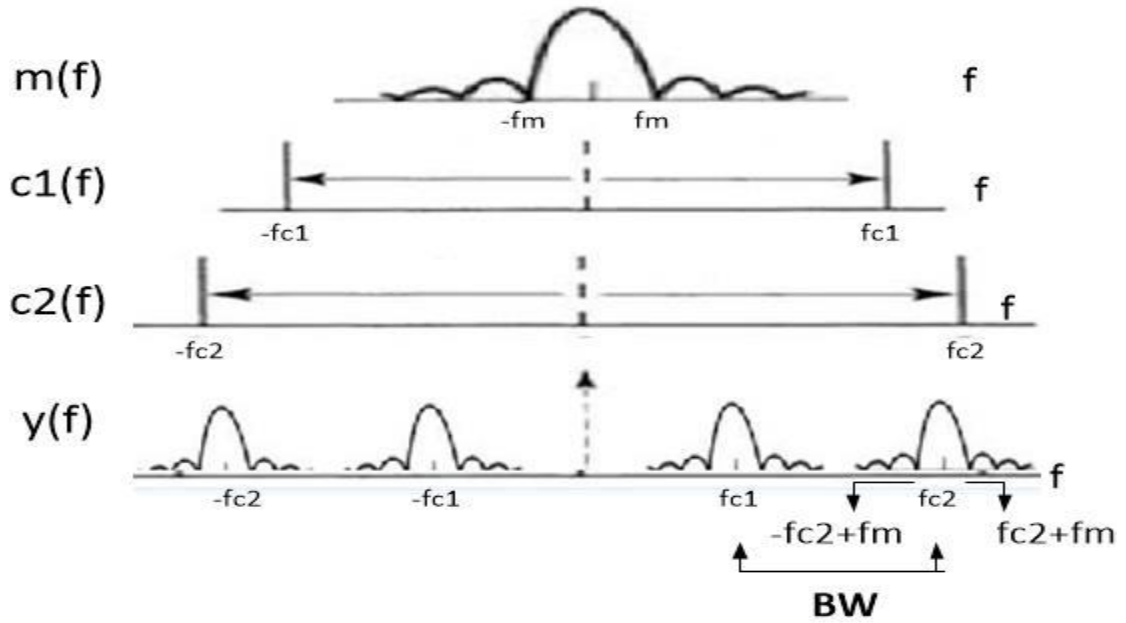


Figura 14 Diagrama del Espectro de frecuencia de la modulación FSK.

La demodulación FSK es bastante sencilla, la señal se aplica a dos filtros pasa banda a través del divisor de frecuencia

El filtro solo pasa la frecuencia de marca y los detectores de envolvente indican la potencia total de la banda pasante, y el comparador selecciona la potencia de mayor valor que es la salida de datos, este método se denomina demodulador FSK no coherente porque no hay frecuencias involucradas en el proceso. [14]

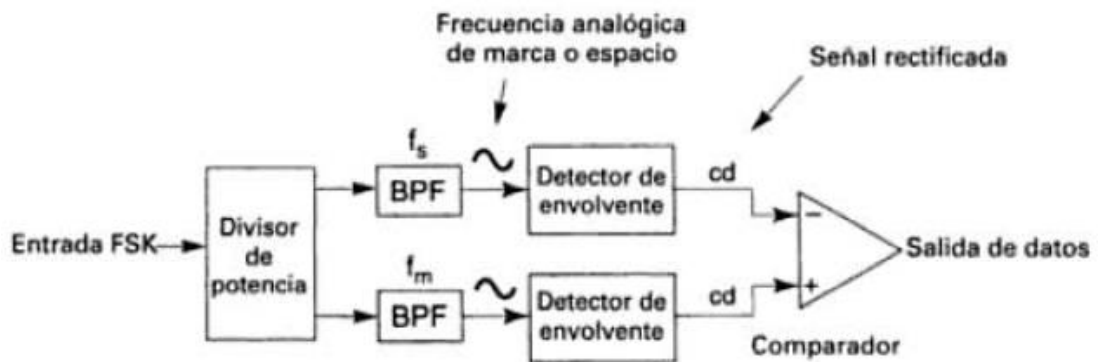


Figura 15 Demodulador de FSK no coherente [15]

La modulación coherente si afecta la frecuencia en la salida de datos. En la figura se puede ver que se multiplica la señal de entrada con la señal de la portadora obteniendo una señal con componentes de alta frecuencia que el filtro pasa bajo elimina, el comparador solo elije la señal de tensión más alta, ya que la señal que sale del filtro es solo de amplitud. A este método se llama coherente y se muestra en la siguiente figura. [14]

$$c(t) = E_c \cos(\omega_c t + \phi) \text{ Ecuación 25}$$

$$m(t) = E_m \cos(\omega_m t) \text{ Ecuación 26}$$

$$\text{Esta es la entrada al filtro LPF, } \frac{E_c * E_m}{2} * (\cos(2\omega) + \cos(0)) \text{ Ecuación 27}$$

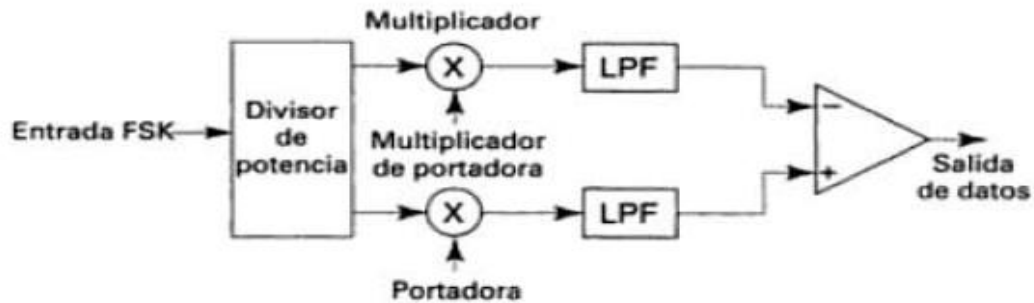


Figura 16 Demoduladores FSK coherente [15]

2.4.3. PLL (PHASE LOCAL LOOP)

“U s a d o p o r p r i m e r a v e z e n 1 9 3 2 e n u n r e c e p t o r h o m o d i n o o s i n c r o d i n o , y e n l o s a ñ o s 6 0 c o n e l s u r g i r d e l o s c i r c u i t o s i n t e g r a d o s ”

Es un circuito que permite que una señal externa controle la frecuencia y la fase de un oscilador. [16]

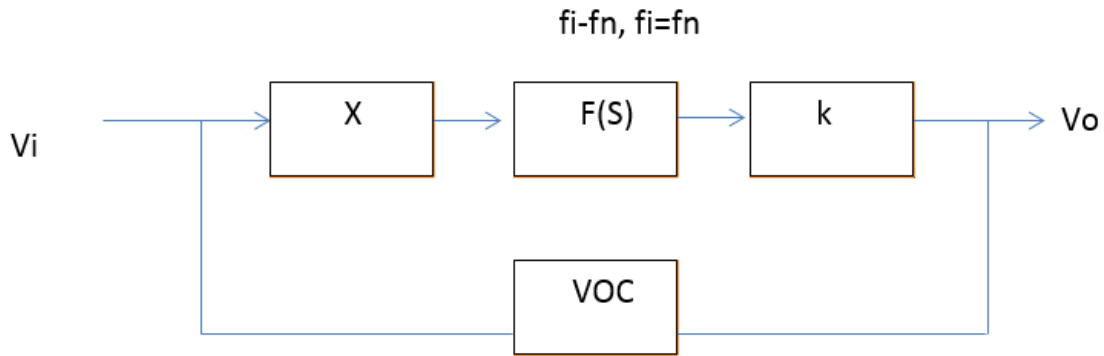


Figura 17 Diagrama eléctrico de una modulación FSK.

- X: es el comparador de fases
- F(s): Filtro pasa bajas
- K: amplificador de baja ganancia
- VOC: Oscilador controlado de voltaje

Cuando la entrada es cero en el PLL la salida también lo es $V_i = V_0$. El comparador de fases genera diferentes combinaciones de frecuencias las cuales analiza $f_i - f_n$, $f_i = f_n$, $f_n - f_i$ y solo cuando $f_i = f_n$ se cierra la entrada, en ese momento los valores de las señales $V_i = V_0$ pero con fases diferentes y el comparador de fases entrega una tensión V_e para que el VCO iguale la frecuencia de la señal de referencia.

El filtro F(S) elimina las componentes de alta frecuencia entregadas por el comparador de fase es decir $2f_i$ o $f_i + f_n$.

$$V_n = A \cos(W_n t + \phi_n) \dots \dots f_n \text{ Ecuación 28}$$

$$V_i = A \cos(W_i t + \phi_i) \dots \dots f_i \text{ Ecuación 29}$$

2.4.4. PROTOCOLO DIGITAL MOBILE RADIO DMR

Es un estándar desarrollado por ETSI (European Telecommunications Standard Institute), dio el conjunto de especificaciones para comunicaciones por radios profesionales, comerciales y usuarios privados. Es un sistema TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo) de bajo costo y voz digital flexible, y usa una modulación establecida de 4FSK.

La implementación TDMA en DMR ofrece un espectro de eficiencia de 6,25 kHz por canal a la vez tiene la capacidad de entregar las características avanzadas que los usuarios profesionales requieren. DMR TDMA trae bajos costos de infraestructura como un repetidor puede ofrecer la comunicación de dos caminos. DMR ofrece una gran eficiencia energética. [4]

Sumado este estándar tiene mejores fundamentos para procesar señales digitales y técnicas de corrección de error.

2.4.5. TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo)

Es un método de modulación digital que usan algunos sistemas de comunicaciones que permiten tener una mejor opción añadiendo mayor capacidad y funcionalidad al radio digital profesional de dos vías. La tecnología TDMA definido en sus inicios por el estándar IS-54 y actualmente IS-13x de EIA/TIA.

Los radios digitales han dado un gran avance tecnológico permitiendo ventajas sobre los radios analógicos, mayor calidad de la voz con un mayor alcance, envío de mensajes de texto e integración con sistemas de información.

La mayoría de fabricantes de radios diseñan productos para las necesidades de los usuarios que demandan mayor cantidad de información transmitida en una pequeña porción del espectro RF. En los inicios se realizaron llamadas en un solo sentido pero ahora se divide el canal para realizar dos a la vez.

Para dividir el canal existen dos técnicas para “permitir el acceso múltiple en un canal” FDMA (Acceso múltiple por división de frecuencia) y TDMA (Acceso múltiple por división de tiempo). FDMA divide la frecuencia del canal en dos para realizar llamadas individuales lado a lado. Por otra parte TDMA no divide el ancho del canal pero lo divide en fragmentos de tiempo alternados para transmitir cada llamada.

Los sistemas TDMA son los más usados por los móviles profesionales en todo el mundo, los estándares TDMA son los más empleados por sus beneficios de costos bajos, durabilidad en baterías y capacidad de incrementar la eficiencia del espectro sin aumentar el riesgo de una congestión en el canal. Además la más destacada característica es que **reduce el ruido y tiene mejor calidad de la voz.**

El primer dispositivo registrado para transmitir y recibir información fue en carro de policía en nueva jersey en el año 1933, los radios de dos vías son la alternativa ideal para los bomberos, hoteles, seguridad privada, construcción, energía, manufactura, mineros, policías y misiones de rescate.



Figura 18 Estándares de radio digital

TDMA y FDMA permiten múltiples llamadas utilizando un mismo canal de audio aunque funcionan de manera diferente tienen el mismo propósito.

FDMA de 6.5 KHz, divide el canal en partes más pequeñas, si el canal es de 25 KHz divide en dos sub-canales de 12.5 KHz. El mismo proceso para lograr una eficiencia de 6.25 KHz si el canal es de 12.5 KHz. Entre más pequeño se haga el canal de transferencia más probabilidad hay de problemas por congestión e interferencia.

Al tratar de ajustar dos señales de 6.25 KHz en un canal de 12.5 KHz hay menor tolerancia a los errores, como se ve en la figura 10 hay mayor energía cerca de la zona de frontera de la máscara.

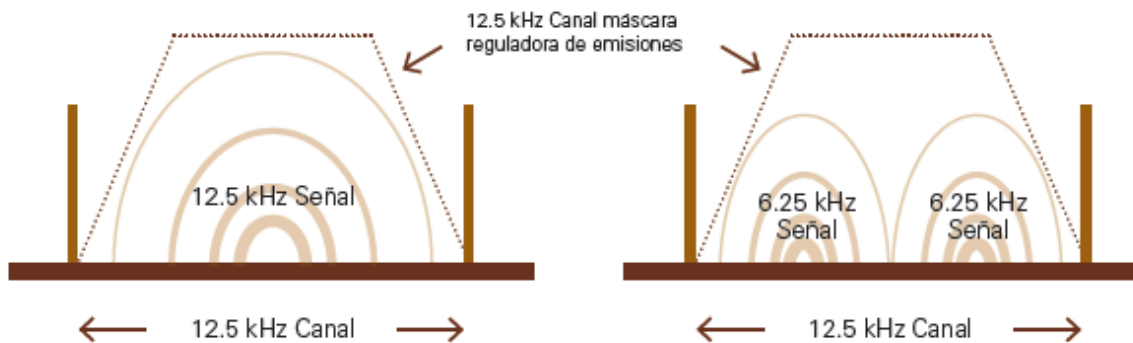


Figura 19 Técnica FDMA para división del canal. [17]

TDMA, ofrece beneficios para usuarios con bandas licenciadas usando la anchura del canal en dos espacios de tiempo alternados obteniendo una doble capacidad de repetición mientras preserva y mantiene un buen desempeño de la señal de RF.



Figura 20 Técnica TDMA para división del canal.

La mayoría de fabricantes de estos radios digitales de dos vías emplean la técnica TDMA porque pueden funcionar dentro de un solo canal repetidor con doble capacidad de los radios analógicos y con un mejor desempeño RF.

Para poder realizar estas técnicas es necesario codificar las señales de voz es decir modular la señal, las señales digitales permiten su compresión sin afectar la calidad de la voz.

Los tiempos de TDMA son aproximadamente de 30mS, los circuitos para codificar y decodificar la señal abarcan cerca de 60mS de conversación codificada en cada tiempo de 30mS, es por eso que la división de tiempos solo lo tienen en cuenta los circuitos mas no lo notan los usuarios. [17]

2.5. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS

2.5.1. INTRODUCCION E HISTORIA GPS

La era geoespacial tiene sus inicios en 1957 cuando URSS hace el primer lanzamiento de un satélite artificial llamado "Sputnik 1" creado con fines solo militares. Se observaron las señales radiodifundidas por

el satélite y se realizaron estudios para determinar la órbita del satélite, estas investigaciones permitieron que más adelante se implementaran sistemas que permitieran determinar la posición en la tierra en lo que fue el primer sistema de posicionamiento global.

La creación del programa NAVSTAR, GPS (Navigation System Timing and Ranging, Sistema de posicionamiento global) se inició en 1973, y fue desarrollado el sistema por el departamento de defensa de estados unidos siempre con objetivos militares.

Para identificar las coordenadas el sistema se basa en medición instantánea de distancia de cuatro satélites, con coordenadas conocidas y posterior cálculo de distancia aproximado del objeto a detectar.

El segmento espacial consiste en 24 satélites que giran en orbitas ubicadas aproximadamente a 20.200 Km cada 12 horas. El segmento espacial está diseñado de forma para contar con un mínimo de 4 satélites visibles con un ángulo de elevación de 15° en cualquier parte de la superficie terrestre. Los satélites GPS llevan a bordo relojes atómicos muy precisos estos operan a una frecuencia de 10.23 MHz con la cual se transmiten señales por el satélite y permiten la medición precisa del tiempo. [35]

Esta precisión se debe al tipo de material del que se construye el reloj atómico rubidio, cesio o hidrogeno con una estabilidad $\frac{\Delta f}{f}$ de 10^{-12} , 10^{-14} y 10^{-15} respectivamente. De la siguiente ecuación podemos deducir que la estabilidad en frecuencia nos permite tener una medición de tiempo fiable ya que una es inversamente proporcional a la otra, donde:

$$\Delta t = \text{Err Ecuación 30}$$

or posible en la medición

$\Delta f =$ Variación de frecuencia

$$\left| \frac{\Delta f}{f} \right| = \left| \frac{\Delta t}{t} \right| \text{ Ecuación 31}$$

2.5.2. FUNCIONAMIENTO

La posición se determina obteniendo la distancia de los satélites al receptor GPS , conociendo la distancia a tres puntos como mínimo se puede obtener la distancia del receptor en un proceso conocido como intersección espacial inversa .

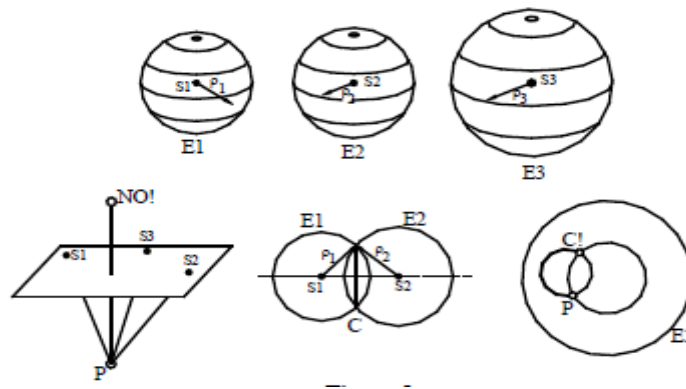


Figura 21 Descripción medición de distancia de satélite-tierra [34]

La letra S es la posición de los satélites y P el punto de coordenadas que se quiere conocer es decir la distancia del receptor desde cada satélite. Buscando puntos de intersección entre los radios de cada satélite se puede determinar la posición. En la figura anterior primero se hace el análisis del satélite E1 Y E2 y sus puntos de intersección se comparan con el tercer satélite obteniendo dos puntos de corte donde puede estar ubicado el receptor, la mayoría de veces es fácil identificar cual punto es porque uno está a valores no reales de posición (fuera de la tierra).

Los satélites transmiten constantemente en dos ondas portadoras ubicadas en la banda L (Comunicaciones por radio) a la velocidad de la luz. Estas dos señales portadoras son generadas por el reloj atómico, la primera señal L1 es modulada por los códigos C/A y P (código de adquisición común y precisión respectivamente) y la señal L2 es

modulada por el código P. A continuación el esquema a en la figura 22. [34]

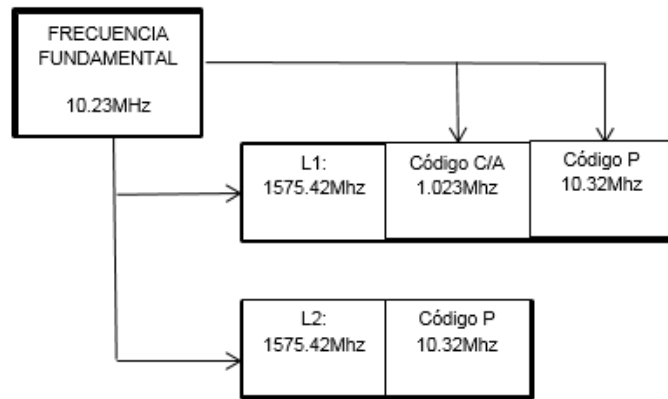


Figura 22 Estructura de la Señal GPS

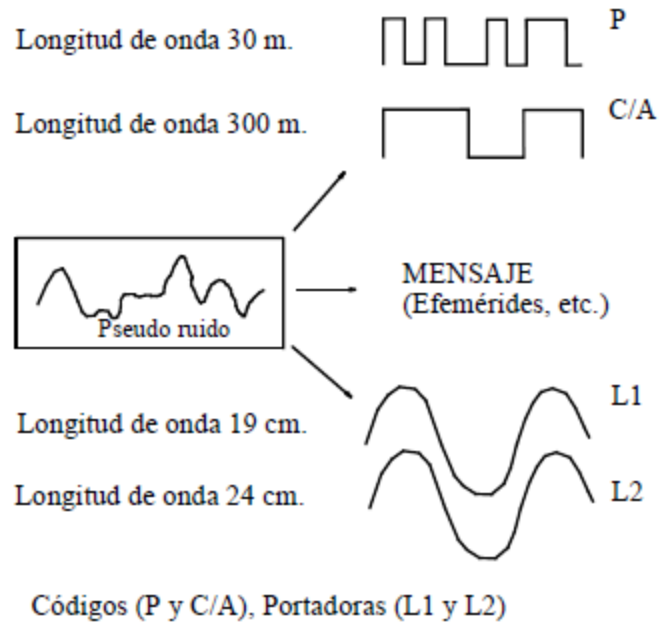


Figura 23 Características de la señal. [34]

“El código C/A se emplea para medir las distancias entre satélite y receptor y lo hace transmitiendo una onda electromagnética. Por medio del reloj de precisión con oscilador

de frecuencia estable se hacen mediciones de tiempo en el orden de los 10^{-13} segundos.”

Los satélites son monitoreados por estaciones de control ubicadas en la tierra cerca la línea ecuatorial donde se controlan parámetros como posición, trayectoria y sincronización de reloj atómico.

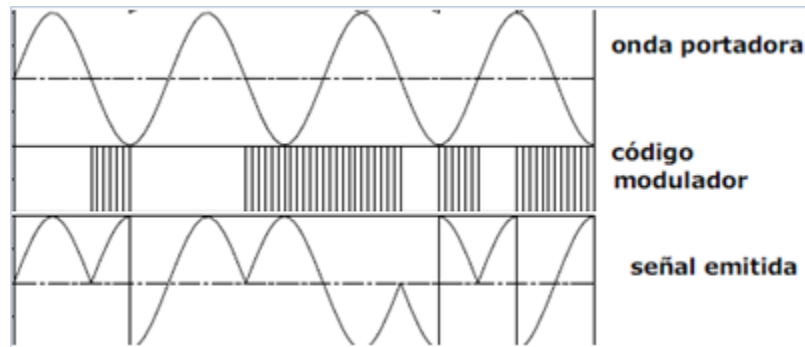


Figura 24 Diagrama de tiempo del circuito modulador.

En la figura anterior se observa la onda moduladora que es un tren de pulsos binarios que se multiplica por la onda portadora para obtener la señal a transmitir, como se observa la señal se deforma al encontrar valores negativos. Dando una señal conocida como PRN (Ruido pseudo aleatorio).

Cada Código C/A es único para cada satélite y en base a eso se reconoce la modulación de la señal de cada satélite.

2.5.3. MEDICION DE DISTANCIA

Los receptores de GPS poseen memoria en la cual almacenan cada señal recibida que demodula e identifica el satélite desde el cual se transmite y posteriormente genera una réplica del código identificado llamado código local o autogenerado. Todo este proceso genera un retraso de la señal como se ilustra en la siguiente imagen. [34]

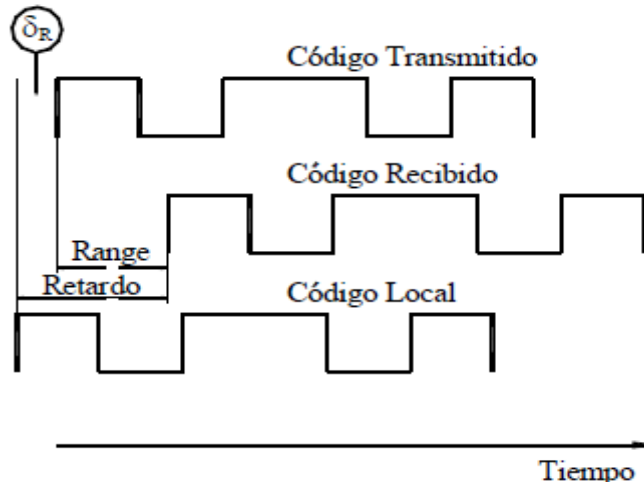


Figura 25 Retraso en la transmisión [34]

En cada medición se deben identificar 4 incógnitas la posición (x,y,z) de la antena y el error del reloj receptor δ_r , antes habíamos dicho que se realizaba la medición en base a tres satélites para tener poder solucionarlo pero al existir 4 variables se soluciona solo analizando cuatro satélites.

$$\delta_d = C * (-\delta_r) \text{ Ecuación 32}$$

C = Velocidad de la luz y δ_d = distancia de transmisión.

δ_d es un valor proximo a la distancia de transmisión.

2.5.4. ECUACIONES DE DISTANCIA

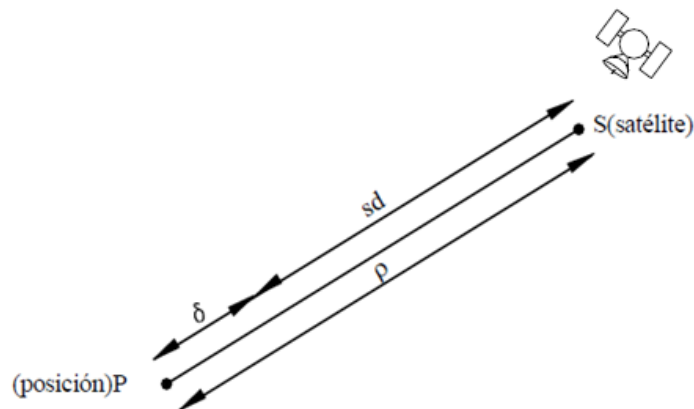


Figura 26 Ilustración distancia satélite-receptor.

Coordenadas de Satélite X_s, Y_s y Z_s (Conocidas).

Coordenadas de Posición X_p, Y_p y Z_p (Variables a identificar).

$$\rho^2 = (x_s - x_p)^2 + (y_s - y_p)^2 + (z_s - z_p)^2 \text{ Ecuación 33}$$

Dónde:

$$\rho = sd + \delta_d \text{ Ecuación 34}$$

$$\delta_d = C * (-\delta_r) \text{ Ecuación 35}$$

Esta es la ecuación para cada satélite observado.

$$(sd + \delta_d)^2 = (x_s - x_p)^2 + (y_s - y_p)^2 + (z_s - z_p)^2 \text{ Ecuación 36}$$

El desarrollo de esta ecuación generalmente es desarrollada por microprocesadores debido a su complejidad para solucionar, En referencia a la ecuación 1 conocemos las coordenadas de posición del satélite y se calculan las variables δ_d, X_p, Y_p y Z_p .

Se puede trabajar en 2 o 3 dimensiones (3 ecuaciones y 3 incógnitas, 4 ecuaciones y 4 incógnitas). En dos dimensiones es recomendable cuando hay obstáculos que impiden analizar 4 satélites o cuando se requiere calcular solo latitud o longitud.

La distancia que se observa entre satélite y receptor GPS no es una distancia real sino que se conoce como "seudodistancia" es decir, una distancia afectada por la sumatoria total de errores. Se puede expresar con la siguiente ecuación.

$$Sd = \text{Distancia Observada} - \sum e \text{ Ecuación 37}$$

En el posicionamiento de GPS la coordenada transmitidas también sufren errores debido a que las orbitas surgen de mediciones y extrapolaciones.

$$x_s = x_{st} - e_{x_s} \text{ Ecuación 38}$$

Dónde:

x_{st} coordenada transmitida

$$e_{xs} = error$$

Reemplazando en la ecuación 1 se pueden observar los parámetros tenidos en cuenta en cada medición, se obtiene:

$$(DistanciaObservada - \sum e + \delta_d)^2 = (x_{st} - e_{xs} - x_p)^2 + (y_{st} - e_{xs} - y_p)^2 + (z_{st} - e_{xs} - z_p)^2 \text{ Ecuación 39}$$

2.6. SENSORES

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos. Estos existen desde siempre incluso los llevamos en nuestros cuerpos. Los sensores transforman las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

Los sensores, en definitiva, son dispositivos que permiten extraer información del entorno. Así como los seres humanos apelan a su sistema sensorial para dicha tarea, las máquinas y los robots requieren de sensores para la interacción con el medio en el que se encuentran. [18]

2.6.1. SENSORES DE TEMPERATURA CON SEMICONDUCTORES

La mayoría de procesos en la industria y la seguridad electrónica requieren la medición de temperatura, para esto existe una gran variedad de sensores termocupla, eléctricos (diodos y sensores de silicio con efecto resistivo), termistor, pirómetros de radiación y termoresistencia entre muchos otros. A la hora de seleccionar el sensor de temperatura se debe tener en cuenta los rangos de medición, costo, velocidad de respuesta y exactitud en la medición.

La calibración de esta clase de sensores con semiconductores es fundamental ya que una calibración errónea arruinará todas las mediciones obteniendo datos equivocados, esta clase de sensores con

salida de voltaje analógico relacionado a la temperatura requiere conversor análogo digital para llevarla a la unidad de procesamiento.

Los sensores de temperatura con semiconductores la hacen con las propiedades de los diodos (uniones PN), posee rangos de medición limitados (-50C ° a 150 C °) por su material de construcción de silicio pero ideales para oficinas o viviendas.

Estos sensores contruidos en chip electrónicos tienen la característica de salida lineal proporcional a la temperatura medida. [19] La unión PN, tiene como característica que la corriente de conducción responde de forma exponencial de acuerdo al cambio de tensión e inversamente con la temperatura esto debido a la ecuación característica del diodo.

$$i = I_{SAT} * e^{\frac{q}{kT} * V} \text{ Ecuación 40}$$

D ó n d e :

q = carga del electrón

K = Constante de Boltmann

T = Temperatura

I_{SAT} = corriente de saturación

Despejando la ecuación se obtiene la siguiente expresión que muestra la relación de voltaje y temperatura: [20]

$$v = \frac{kT}{q} |\ln(i) - \ln(I_{SAT})| \text{ Ecuación 41}$$

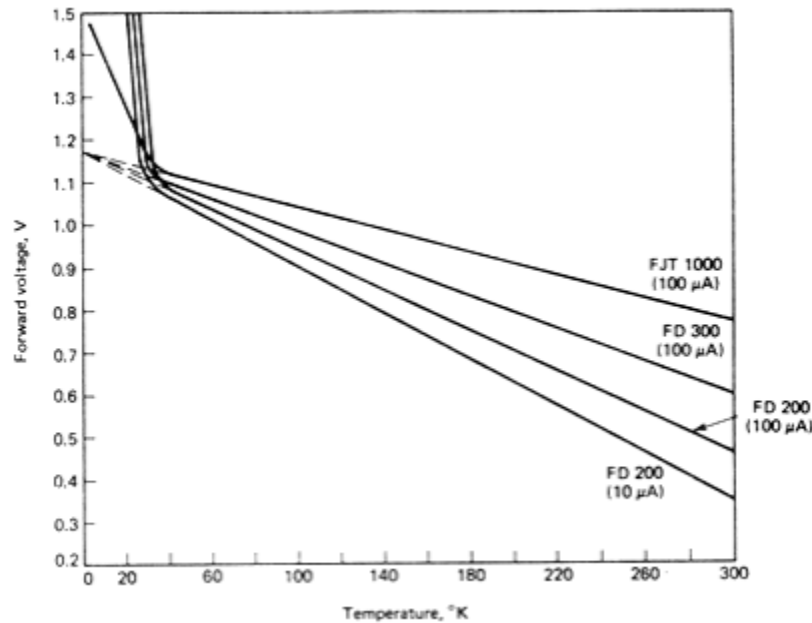


Figura 27 Curva Temperatura vs Voltaje [21]

Se puede observar de la figura 27 que debido a las características del diodo, cuando entra en la zona de ruptura la corriente se dispara desmedidamente por la corriente de saturación distorsionando las medidas en condiciones extremas de temperatura.

2.6.2. SENSORES DE INCENDIO

Los detectores de humo tienen diferentes principios de funcionamiento para detectar partículas de combustión visibles e invisibles expulsadas en un incendio. Estos sensores son empleados altamente para alarmas y controles de seguridad.

2.6.2.1. DETECTORES DE HUMO POR IONIZACIÓN

Este tipo de sensor de humo consiste en dos placas cargadas eléctricamente y un material radiactivo (por lo general es Americio 241) para ionizar el aire entre las placas. Este material emite partículas que al contacto con el aire causando choques en las moléculas causando

que se carguen positivamente y las que ganaron moléculas se conviertan en iones negativos, así los iones negativos se atraen a la placa positiva y viceversa. La ionización genera una pequeña corriente eléctrica medida por un circuito electrónico.

Las partículas liberadas en la combustión cuando hay un incendio son más pesadas que las partículas del aire, cuando entran entre las placas colisionando entre ellas generan el proceso anteriormente descrito cargando unos iones negativos y otros positivos. A medida que se combinan las partículas se hacen más grandes y la cantidad de iones disminuye y proporcionalmente la corriente entre las placas disminuye y cuando disminuya de un valor establecido se dará la señal de alarma.[22]

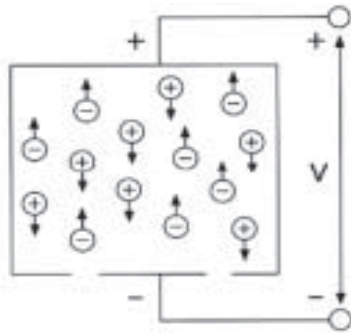


Figura 28 A) Distribución de iones [22]

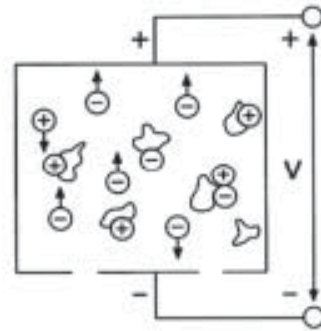


Figura 29 B) Distribución de iones y humo [22]

La humedad ambiente y la presión atmosférica influyen en la medición del sensor es por eso que se diseñaron los sensores de doble cámaras una para la humedad y presión u otra que suministra un valor de referencia para comparar el valor medido. El circuito electrónico de este sensor mide la corriente en ambas cámaras, teniendo en cuenta variables como presión y temperatura.

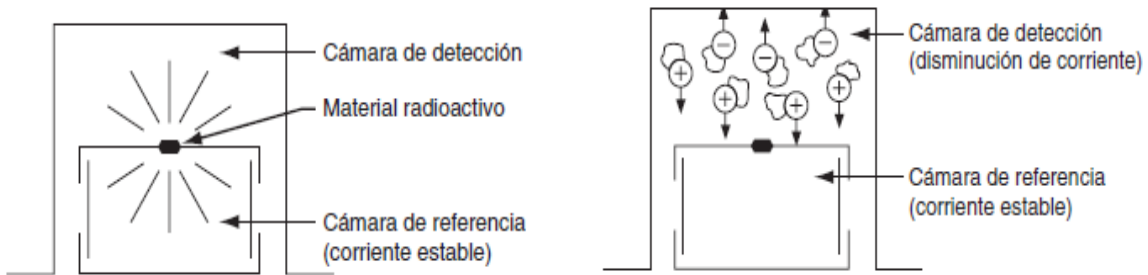


Figura 30 A) Distribución de iones B) Distribución de iones y humo. [22]

2.6.2.2. DETECTORES DE HUMO FOTOELÉCTRICOS

El humo en un incendio no permite la propagación de la luz con facilidad, además genera refracción y reflexión de las ondas de luz estas características son usadas por los sensores de humo fotoeléctricos.

La mayoría de sensores de humo tienen como principio de funcionamiento la dispersión de la luz, por medio de un haz de luz generado por un diodo emisor de luz (LED) que bajo condiciones normales un fotodiodo o fotorresistencia puede ser captado y bajo condiciones de humo no puede ser reflejado e haz de luz porque es reflejado en las partículas de humo.

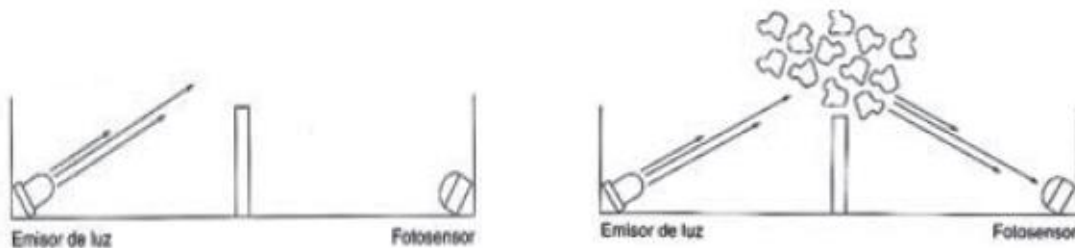


Figura 31 A) Sensor fotoeléctrico B) Sensor fotoeléctrico, haz de luz reflejado. [22]

Existe otro sensor fotoeléctrico que utiliza una técnica bastante similar esta consiste en un LED como emisor de luz y un receptor foto-sensor, en condiciones normales el haz de luz es recibido por el receptor y cuando existen partículas de combustión por un incendio bloquean

parte del haz de luz disminuyendo la tensión eléctrica en el foto-sensor lo cual es procesado electrónicamente para generar la señal de alarma.

Para seleccionar un detector de humo hay que tener en cuenta algunos criterios, los detectores por ionización son más aptos para incendios debido a su rápida respuesta entre 0.01 a 0.4 micrones. En cambio el sensor fotoeléctrico es apto para incendios menos intensos y posee una baja velocidad de respuesta alrededor de 0.4 a 10 micrones.

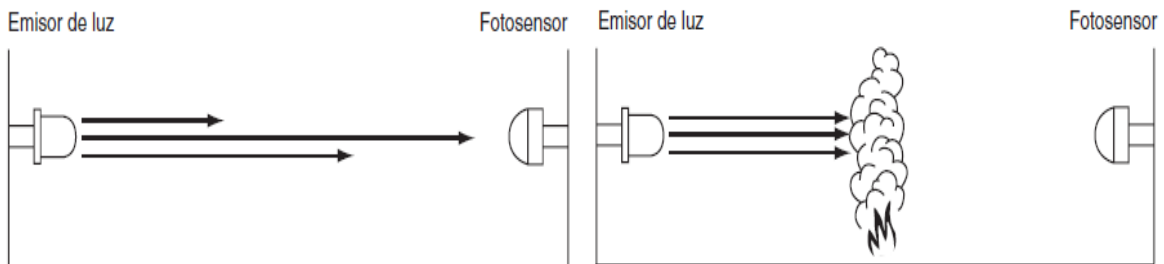


Figura 32 A) Sensor por oscurecimiento B) Sensor por oscurecimiento con humo. [22]

2.6.3. SISTEMAS BIOMETRICOS

2.6.3.1. DEFINICION Y ANTECEDENTES

Todos los seres humanos poseemos características que nos hacen únicos y si se estudia a fondo estas características se puede llegar a encontrar patrones para nuestra identificación.

La palabra biometría se deriva de la palabra “bio” que significa vida y “metría” que se refiere a las medidas. Las mediciones se realizan en las huellas dactilares, reconocimiento de iris, geometría de la mano, reconocimiento facial. Básicamente un equipo biométrico mide, codifica, compara, almacena, procesa y transmite información.

El dispositivo realiza una comparación entre la medida tomada y la almacenada en la base de datos para realizar el reconocimiento. [23]

Marcelo Malpighi fue quien se dio cuenta que las huellas dactilares no cambian posteriormente Jan Evangelist Purkinje quien determino que las formas de la huellas dactilares no cambia durante toda la vida.

2.6.3.2. CARACTERÍSTICAS HUELLAS DACTILARES

Las huellas dactilares están conformadas por crestas capilares, surcos, núcleo y delta. Las crestas y surcos son las líneas curvas que tienen las huellas y se diferencian porque las crestas son las marcas negras de tinta y los surcos las líneas de color papel donde se pone la huella dactilar. Las características del núcleo y delta se observan en la siguiente figura.



Figura 33 Rasgos Huella dactilar

Las huellas dactilares se constituyen de grasa, sudor, aceites corporales y por líquidos expulsados por las glándulas sebáceas y sudoríparas que son las que hacen que las huellas dejen sus marcas en cualquier objeto que entren en contacto.

La identificación de patrones se basa en tres rasgos principales arco, lazo y espiral. Cada situación de análisis presenta una de estas características cuando se presentan cortes bruscos se denomina "Minucias" y es gracias a estas características únicas en cada ser que permite la identificación ya que la probabilidad de que la huella dactilar sea muy similar es prácticamente imposible. [24]



Figura 34 Extracción de patrones de huella dactilar. [25]

2.6.3.3. PATRONES DE LAS HUELLAS DACTILARES

A continuación se muestra en la tabla los rasgos más comunes de las huellas dactilares.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Abrupta: Cresta ubicada entre dos y es continua hasta cierto punto y luego desaparece. |
|  | Bifurcación: Cresta con origen izquierdo que se divide en dos crestas. |
|  | Convergencia: Crestas con origen izquierdo que se unen en una sola. |
|  | Desviación: crestas que nacen en sentidos opuestos pero no se unen sino que se desvían levemente. |
|  | Empalmement: Cresta que se une en dos extremos a dos crestas que están ubicadas paralelamente. |
|  | Fragmento: Crestas de extremos abruptos. |



| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Interrupción: Cresta que tiene una pequeña brecha en su recorrido.</p> |
|  | <p>Ojal: Espacio cerrado entre dos crestas.</p> |

Tabla 1. Patrones Huellas Dactilares [25]

2.6.3.4. PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO DE HUELLA DACTILAR

Las huellas dactilares tienen características únicas en cada individuo llamadas minucias, los equipos para realizar este reconocimiento utilizan en su gran mayoría AFIS (Sistema de identificación automático de huella dactilar) en algunos casos utilizan la transformada rápida de Fourier con filtros digitales para obtener la imagen.

A grandes rasgos estos son los pasos para el procesamiento de la señal ya habiendo adquirido la señal.

- 1) Mejora de la calidad de la imagen eliminando a través de filtros digitales las impurezas de la señal dejando las zonas más importantes para el análisis.
- 2) Binarización: La binarización consiste en pasar la imagen a blanco y negro, esto permite el posterior tratamiento de la imagen digitalmente con las técnicas de transformada de Fourier o transformada discreta del coseno.
- 3) Luego se aplica un proceso para adelgazar las líneas de las huellas dactilares y hacer más fácil su identificación. A partir de este resultado el sistema debe ser capaz de extraer los puntos característicos:

a) Se construye un vector a partir de algoritmos matemáticos, como la transformada de Fourier y se almacena la información. Luego de tener este registro de cada huella registrada en el Sensor biométrico F08 llamado patrón biométrico dactilar, el analiza la huella que está pidiendo identificación con las almacenadas posición a posición hasta encontrar la que este almacenada en la memoria con su respectivo código de identificación, si no encuentra coincidencias negara el acceso. [26]

El funcionamiento de un equipo de reconocimiento biométrico se evalúa en base los siguientes parámetros:

FRR (Taza de rechazo erróneo): Es la probabilidad de que ocurra el evento que un usuario registrado sea rechazado por él. Entre menor sea este valor o porcentaje mejor es el sistema biométrico.

FAR (Taza de falso positivo): Es la probabilidad de que un usuario no registrado en el equipo sea aceptado permitiendo su ingreso, este valor deber muy cercano a cero para que el sistema sea fiable y no permita fraudes.

2.7. SOFTWARE SMART DISPATCH

Este software es un sistema de despacho integrado con fundamentos en tecnología cliente/servidor. Proporciona características como localización GPS, comunicaciones por radio y mensajes de texto lo que lo hace un sistema muy completo y altamente eficiente.

El software está conformado por un *gateway*, *server*, *repetidor (opcional)*, *estación de envió* y *radio receptor* más adelante se explicara más en profundidad sobre cada parte.



Figura 35 Software Smart Dispatch.

Este sistema está pensado en su diseño para monitorear, gestionar y alertar sobre posibles amenazas naturales y emergencias de seguridad pública con el fin de que en estos casos sea un sistema confiable y eficaz. Este sistema fue desarrollado por la empresa Hytera conforme al estándar ETSI DMR como solución de comunicaciones inalámbricas.

Sus características principales son que se puede realizar supervisión remota de unidades portátiles o móviles, compatibilidad con múltiples sistemas de cartografía en línea como google maps, openstreetmap, además con la habilidad de hacer seguimientos en línea de las unidades de radios.

El software permite definir regiones en el mapa como regiones donde se puede desplazar las unidades y al salir de esa región emitirá una señal de alerta.

Además para su instalación requiere tener un sistema operativo Windows 7, XP o vista, o superior, una memoria RAM de 2G y un ancho de banda de canal de una sola voz de 120Kbps, una base de datos SQL server 2005 o QSL Server 2008.

2.7.1. FUNCIONAMIENTO

Además permite en su arquitectura dos configuraciones comunicaciones a múltiples sitios o a un único lugar.

La configuración "single-site" utiliza un único Gateway que soporta máximo 4 estaciones SmartDispatch, los clientes Smartdispatch (computadores) se conectan por medio de LAN o WAN. A continuación se muestra la figura de conexión del grupo en conjunto.

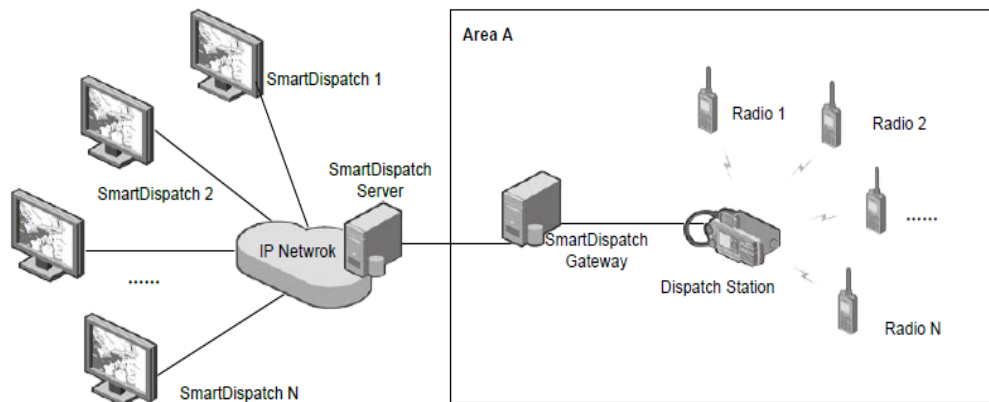


Figura 36 Configuración "Single-site" Smart Dispatch.

Las dos configuraciones para single-site son válidas y se dejan a criterio del diseñador elegir la que más se acomode a su proyecto.

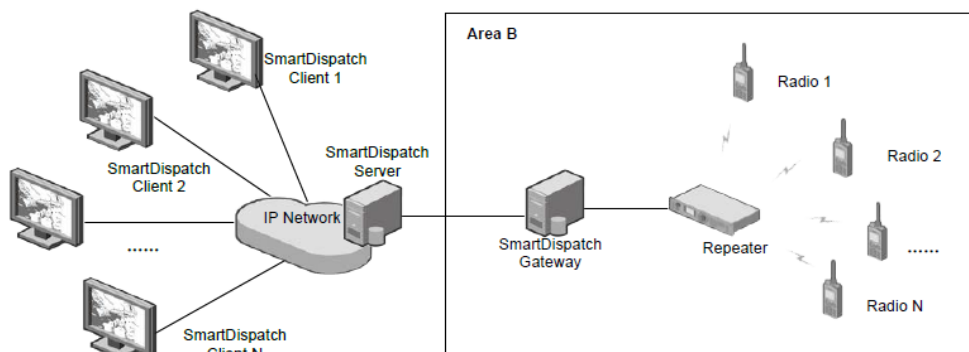


Figura 34. Configuración "Single-site alternativa" Smart Dispatch.

La configuración "Multi-site" se muestra en la siguiente figura donde se puede observar que trabaja con un Gateway por cada zona de trabajo.

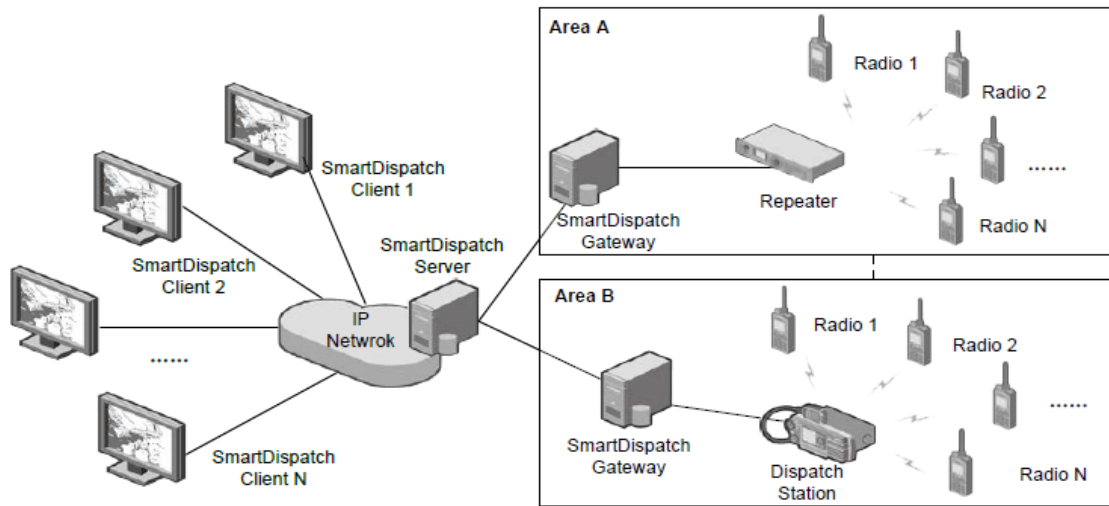


Figura 37 Configuración "Multi-site" Smart Dispatch

En la siguiente figura 38 se ilustra el funcionamiento del sistema donde los clientes pueden recibir y enviar datos, existen diferentes métodos para comunicarse con el receptor una opción es conecta un repetidor vía IP con el Gateway lo que permitiría tener mayor alcance de transmisión pero mayor precio en el diseño. La opción dos es conectar el radio base MD786G VHF con el conector USB/SERIAL y transmitir a un radio portátil o base, basados en nuestro diseño se transmitirá y recibirá datos de otro radio base que estará unido al módulo de control de sensores por los pines de telemetría.

Como se puede observar en la figura 38 siguiente cada radio tiene su identificación dentro del software, canal de transmisión y frecuencias de recepción y transmisión. [29]

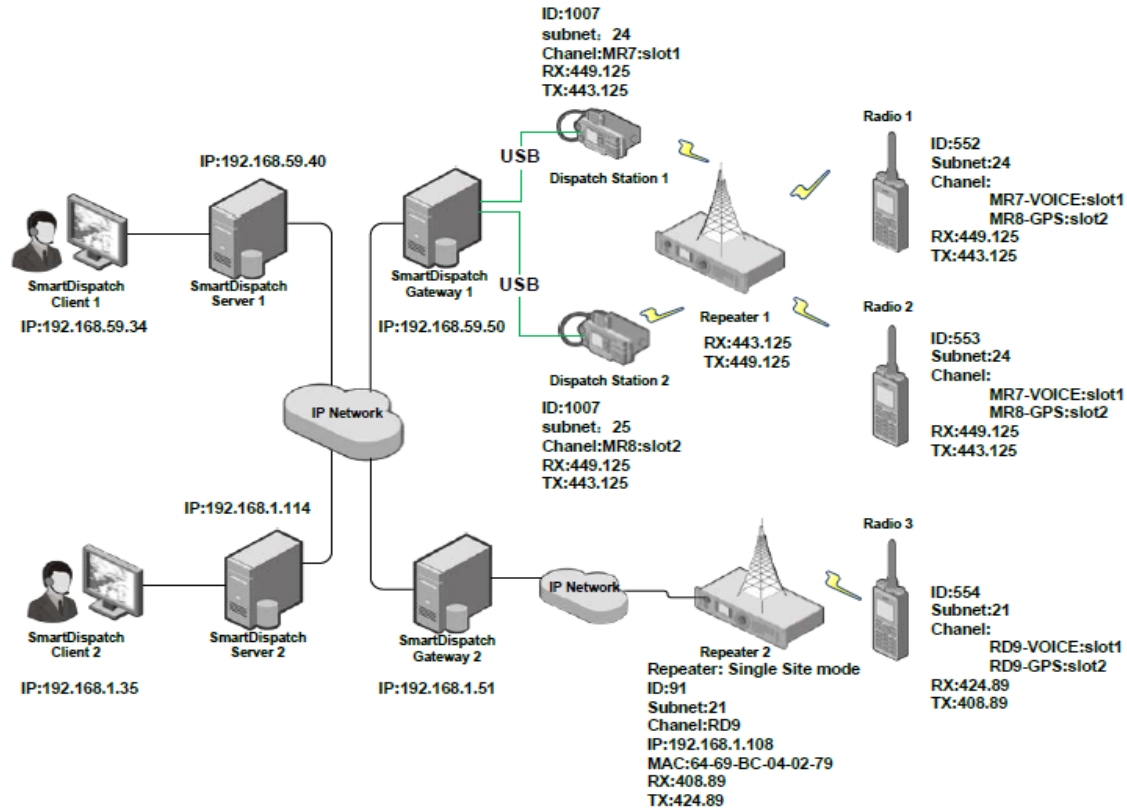


Figura 38 Parámetros de cada componente del Smart Dispatch.

Cada radio portátil o móvil tiene una IP relacionada con "Subnet", el subnet es un número que el software Smart dispatch utiliza para reconocer cada radio. Además se debe configurar el canal de comunicación que utilizaran los radios con sus respectivas frecuencias de transmisión y recepción, estas frecuencias son iguales sino se utiliza repetidor, en caso de emplearse repetidor estas dos frecuencias son diferentes una frecuencia de transmisión "Tx" que los radios usan para enviar información al repetidor que alimenta las otras unidades y una frecuencia de recepción "Rx".

2.8. MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador se diferencia de un microprocesador en su estructura interna. Un microprocesador requiere de memoria, interfaces y periféricos para poder funcionar en una computadora en cambio el

microcontrolador fue diseñado para que en un solo chip se obtenga todo esto en conjunto permitiendo su fácil implementación. [28]

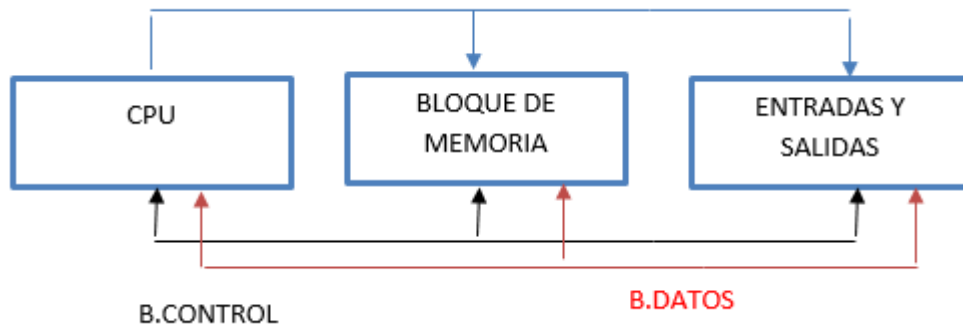


Figura 39 Diagrama a bloques del microcontrolador.

El microprocesador tiene un procesador interno y solo sirve para realizar una tarea según sea programado. Cuenta con una unidad aritmética lógica (ALU) y un bloque de memoria donde se guarda todo el programa y por lo general, la memoria es tipo flash es decir requiere voltaje de programación de un programador.

2.8.1. HISTORIA

Se desarrolló esta tecnología en base a los circuitos integrados, este avance permite contar con miles de transistores en un solo chip.

En 1969, un grupo de ingenieros de Japón de la compañía BUSICOM idearon un proyecto para construir circuitos integrados con un tamaño menor a los existentes en esa época, planearon usar integrados de calculadoras. Este proyecto llegó a INTEL unido al proyecto de Marcian Hoff decidieron desarrollar un circuito integrado que realizara una serie de pasos almacenados en él, lo que requería mayor memoria.

El primer integrado realizado fue en 1971 por Intel, ese año apareció el 4004 un microprocesador de 4 bits y realizaba 6000 operaciones por segundo, posteriormente en 1972 se desarrolló entre las empresas Intel, Texas instruments y CTC un microprocesador de 8 bits llamado 8008

En el año 1980 los distintos fabricantes de circuitos integrados iniciaron desarrollo de dispositivos de control y medición en un solo chip lo que se llamó microcontrolador. [31]

2.8.2. CARACTERISTICAS MICROCONTROLADORES

Su aparición se debe a la invención del transistor y los estudios al implementarlo como interruptor o conmutador lo que dio origen a la lógica binario o electrónica digital, a través del crecer de los circuitos integrados por su demanda en casi todos los sectores de la industria y las empresas. Se puede clasificar en tres formas de acuerdo al material de su construcción.

- 1) Según el semiconductor empleado silicio, silicio germanio o arseniuro de galio.
- 2) Según el transistor CMOS, bipolar o BICMOS.
- 3) Según el número de transistores SSI (Pequeña escala de integración), MSI (Mediana escala de integración), LSI (Gran escala de integración), VLSI (Muy gran escala de integración), ULSI (Ultra gran escala de integración), y GLSI (Mega gran escala de integración),

| NIVEL DE INTEGRACION | NUMERO DE TRANSISTORES | NUMERO DE COMPUERTAS |
|----------------------|------------------------|----------------------|
| SSI | 10-100 | 1-10 |
| MSI | 100-1000 | 10-100 |
| LSI | 1000-10000 | 100-1000 |
| VLSI | 10K-100K | 1000-10000 |
| ULSI | 100K-1M | 10K-100K |
| GLSI | MAS DE 1M | MAS DE 100K |

Tabla 2. Niveles de integración.

El microprocesador es un dispositivo encargado de hacer cálculos matemáticos y lógicos, y ejecuta y controla operaciones en los elementos que conforman un sistema. Está constituido por una unidad de control, ALU (Unidad aritmético lógica) y registros.

Además para su funcionamiento emplea un ciclo de reloj, un ciclo de máquina que es el periodo de ejecución de una operación completa del procesador y finalmente el ciclo de instrucción. Son síncronos y tienen un reloj que genera pulsos.

En cambio el microcontrolador es un dispositivo que se encarga de dirigir diferentes procesos, además es un circuito programable que tiene todas las partes de un computador, en el interior de su memoria un programa donde están el conjunto de instrucciones a ejecutar para cumplir cierta tarea. Por su diseño altamente integrado reduce el número de componentes externos, teniendo un mejor desempeño del sistema y menores costos.

2.8.3. ESTRUCTURA INTERNA

Existen dos arquitecturas Von Neumann y Harvard, la arquitectura von Neumann tiene como característica que posee un único bus de datos para instrucciones y datos, y son almacenados en una única memoria y tiene la desventaja que la CPU se dirige a la memoria principal, primero a la instrucción y luego a los datos lo que hace que sea lento el proceso.

La arquitectura interna contiene un procesador, memoria no volátil es decir, que no se borra cuando no hay energía, memoria de lectura y escritura, controlador de periféricos de entradas y salidas, convertidores análogos digitales, temporizadores, diferentes medios de comunicación.

Existen dos arquitecturas para la distribución de la memoria se llaman arquitectura von Neumann y Harvard. [30]

2.8.3.1. ARQUITECTURA VON NEUMANN

En esta arquitectura el tamaño de la unidad de datos o instrucciones depende del tamaño por el ancho del bus que comunica la memoria con la CPU.

Tener un solo bus de comunicación hace lento el proceso, ya que en una misma memoria se guardan datos e instrucciones. Al contar con limitaciones en la longitud de las instrucciones obliga al procesador a hacer varios accesos a la memoria para cumplir con instrucciones complejas.

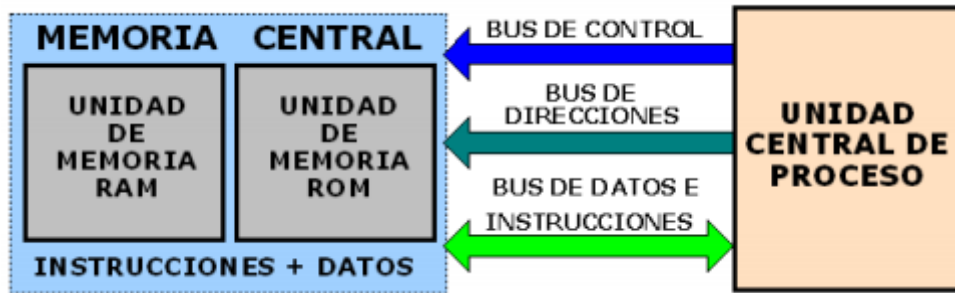


Figura 40 Arquitectura Von Neumann.

2.8.3.2. ARQUITECTURA HARVARD

En esta arquitectura es mucho más rápido el acceso a la memoria al tener dos buses de datos, control e instrucciones.

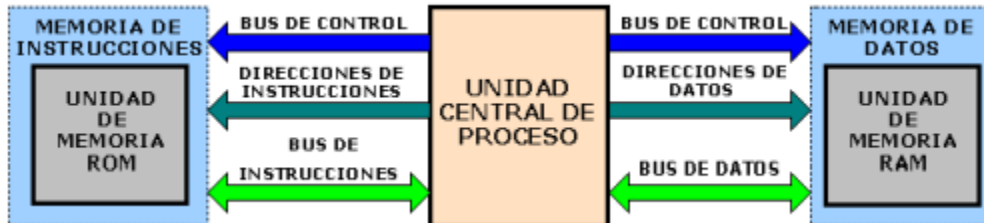


Figura 41 Arquitectura Harvard.

2.8.4. LAUNCH PAD TIVA C TM4C123 (80 MHz)

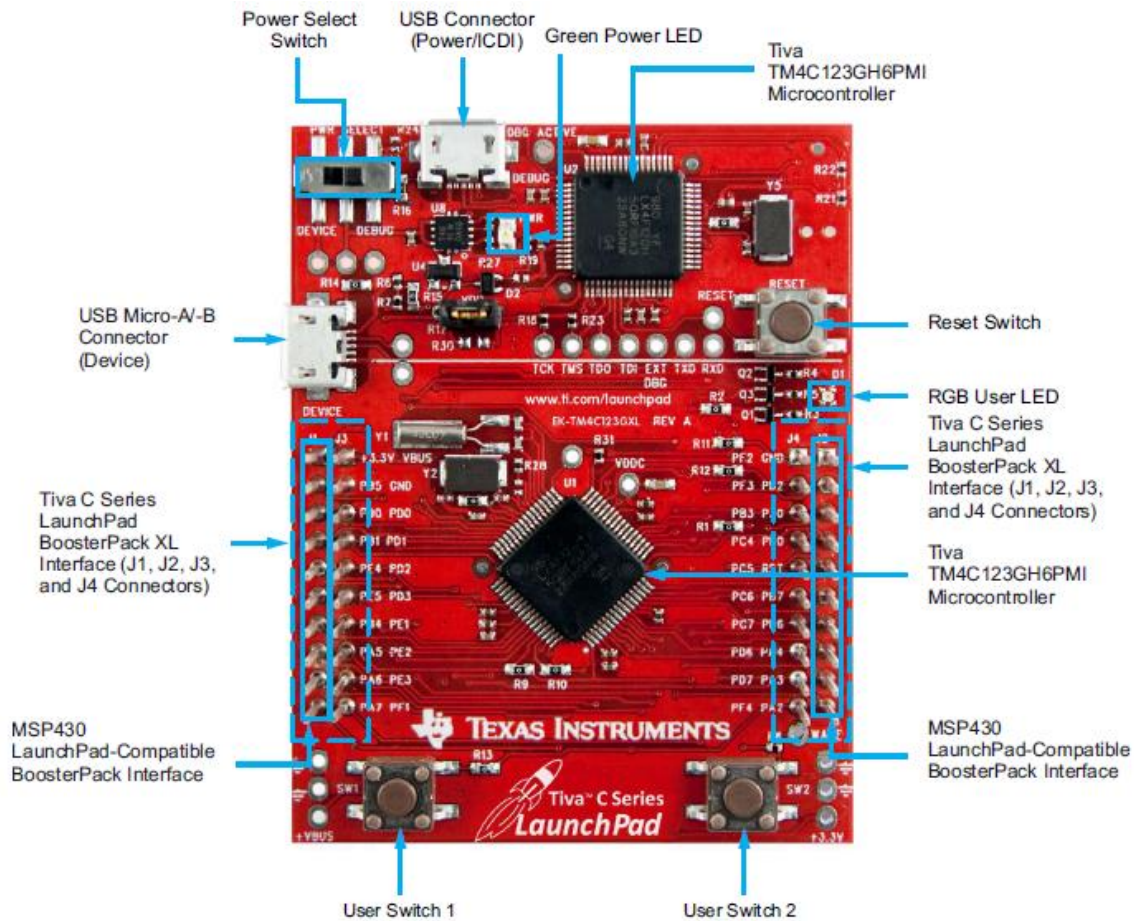


Figura 42 Tiva-C TM4C123GXL LaunchPad

La tarjeta de evaluación Tiva-C TM4C123G es un poderoso microcontrolador ARM Cortex-M4F-based microcontroller que permite una cantidad increíble de aplicaciones debido a sus características.

- 80 MHz ARM Cortex DE 32 Bits basado en punto flotante.
- Memoria SRAM DE 32 KB.
- Memoria EEPROM 2 KB.
- Conversor análogo-digital dual de 12 Bits.
- Temporizadores.
- MC PWM.
- Pines de comunicación SPI/UART/I2C.

2.9. CONTROL DE ACCESO POR HUELLA DACTILAR F08

Un equipo biométrico es aquel que tiene capacidades para medir, codificar, almacenar, y reconocer características propias de una persona, con un determinado grado de precisión y confiabilidad.

La tecnología biométrica se basa en la comprobación científica de que existen elementos en las estructuras vivientes que son únicos e irrepetibles para cada individuo, de tal forma que, dichos elementos se constituyen en una alternativa para identificar positivamente a una persona.

Los sistemas biométricos son el medio más rápido y seguro mediante la utilización de la huella digital como validador de operaciones y de control de acceso. Hoy en día contamos con una gran variedad de equipos capaces de identificar a las personas a partir de la información de alguna parte de su cuerpo como la retina, el iris, los dedos, las huellas dactilares.



Figura 43 Control de acceso F08

El sistema de control de acceso F08, es producto de control de acceso profesional hecha por Granding Tecnología, combinado como algoritmo de reconocimiento de huellas digitales, sensores ópticos, tecnología de diseño embebido, y aplicación de software.

F08 logra la operación de auto-servicio, enormemente conveniente para los usuarios y el uso de los gerentes.

2.9.1. CARACTERÍSTICAS

- Sistema algoritmo compuesto con funcionamiento de alta velocidad.
- Sistema LINUX incorporado, fácil de integrar en varios sistemas.
- Independiente o entorno de red.
- Apoyo profesional sistema de control de acceso de entrada en tiempo real registra la transferencia.
- Aplicación de servidor Web v de solución en línea.
- 24 horas de funcionamiento continuo disponibles.
- Guarda los datos durante el corte de energía.
- Con una fuerte apariencia sello, anti-polvo.

| | |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LCD Display: 2 líneas de caracteres LCD 28*64 | Ambiente de Operación: 0° A 45° C , HUMEDAD 20% A 80% |
| Capacidad de 4.000 huellas digitales | Posee un control de acceso profesional, alarma, y servidor web. |
| 100.000 registros de huellas Dactilares | Algoritmo: FRR de 0.01% FAR de 0.0001% |
| Fuente de alimentación 110/220VAC - 12VDC | Dimensiones 210 x 95x40 |
| Conectividad USB, RS232/RS485 y red TCP/IP | 9 - pines ID , Permite verificar por varios métodos (Huella y tarjeta ID) , Tarjetas inteligentes sin contacto (MIFARE) , lector Esclavo (SR100) |

Tabla 3. Especificaciones técnicas

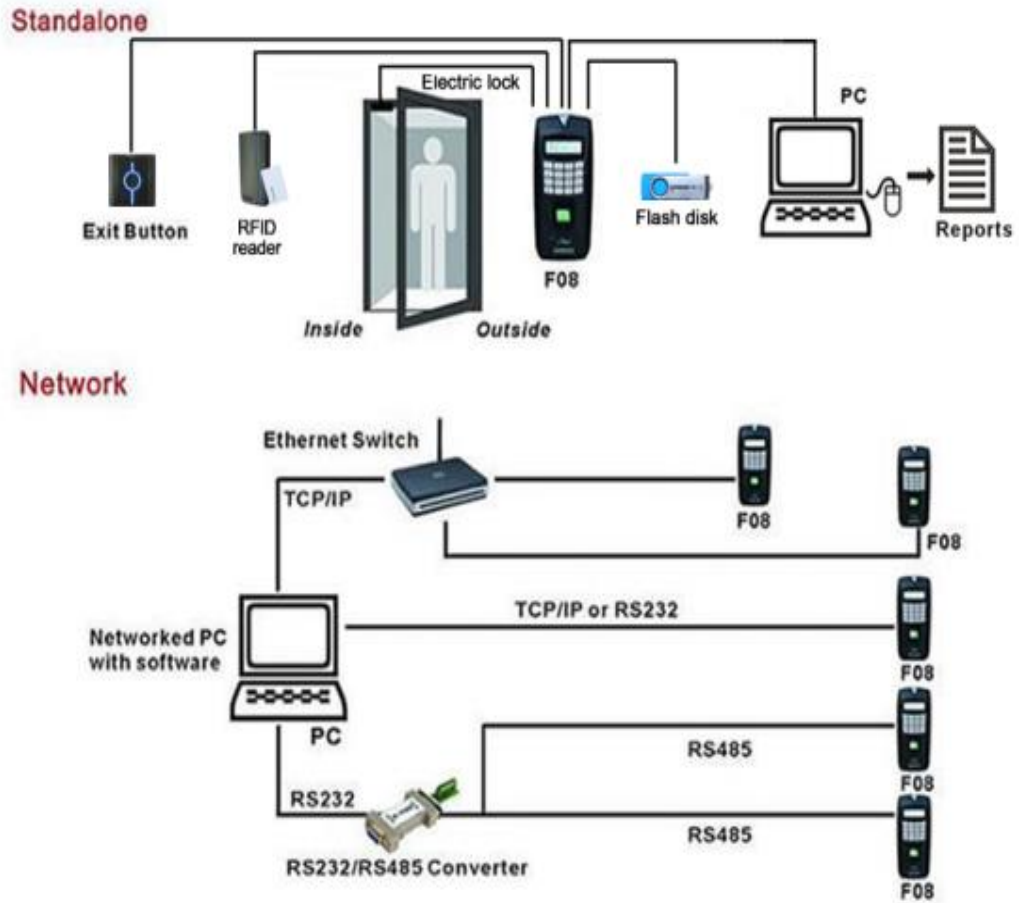


Figura 44 Diagrama De Conexiones F08

2.10. RADIOS DIGITALES



Figura 45 Radios Digitales Hytera.

Las telecomunicaciones tienen como objetivo transmitir información a un punto o diferentes puntos, de un punto a otro remoto, este proceso se realiza por medio de las ondas electromagnéticas y por medio de una comunicación no guiado al ser por radiofrecuencia, estas frecuencias están entre el rango de 3Hz y 3GHz.

2.10.1. RADIO BASE MD 786 VHF GPS



Figura 46 Radio Base MD786G VHF Hytera

El radio base digital de dos vías es un producto desarrollado bajo los parámetros del estándar DMR. Trabaja en tres rangos de frecuencia dos de ultra alta frecuencia UHF (400-470MHz y 350-400MHz) y una de muy alta frecuencia VHF (136-174MHz). Cuenta con una capacidad de 64 canales cada uno con 16 canales como máximo dando un total de 1024 canales con un espacio de 25KHz ,20KHz ó 12.5KHz. [32]

Otras características importantes a tener en cuenta se describen a continuación:

- Voltaje de operación de 13.6VDC .
- Consume 0.6 Amperios en Standby .
- Recibiendo información consume máximo 2 Amperios .
- Transmitiendo información consume entre 8 y 12 Amperios con una potencia máxima de 50W .
- La antena sea UHF o VHF posee una impedancia de 50Ω .
- Peso radio 1.7Kg
- Cuenta con una pantalla LCD de 2 pulgadas y 262000 colores .

- IP 54 protección.
- Utiliza una modulación 4FSK
- Útil para aplicaciones militares.
- Ubicación por posicionamiento global GPS.

2.10.2. RADIO MOVIL PD 786 VHF GPS

El radio portable digital de dos vías es un producto desarrollado bajo los parámetros del estándar DMR. Trabaja en tres rangos de frecuencia dos de ultra alta frecuencia UHF (400-470MHz y 350-400MHz) y una de muy alta frecuencia VHF (136-174MHz). Cuenta con una capacidad de 64 canales cada uno con 16 canales como máximo dando un total de 1024 canales con un espacio de 25KHz, 20KHz ó 12.5KHz.

Cuenta con una batería de 2000mA (Li-on) que llega a tener una capacidad de 14 horas de duración.



Figura 47 Radios Digitales PD786G VHF

Otras características importantes a tener en cuenta se describen a continuación: [32]

- Voltaje de operación de 7.4 VDC .
- Transmitiendo información consume entre 8 y 12 Amperios con una potencia máxima de 50W .
- La antena sea UHF o VHF posee una impedancia de 50Ω .
- Peso radio 355 gr.
- Cuenta con una pantalla LCD de 1.8 pulgadas y 65536 colores .
- IP57 protección .
- Utiliza una modulación 4FSK
- Útil para aplicaciones militares .

- Voz nítida debido a funciones para evitar el ruido y las interferencias.
- Ubicación vía GPS.

3 .

Diseño de Componentes

*"Si me es permitido expresar una opinión a un joven
investigador, le diría que no desdeñe nunca lo que parezca fuera
de lo corriente."*

Alexander Fleming

3. DISEÑO DE COMPONENTES

En este capítulo Diseño de componentes se describirá el proceso de construcción del módulo de control, con los criterios de selección de componentes en base a las especificaciones técnicas de los dispositivos. Este módulo es la esencia del proyecto ya que es el encargado de unir la etapa de sensores con la transmisión a los radios digitales, es decir es base fundamental en el sistema de telemetría ya extrae, procesa y transmite los datos.

3.1 MODULO DE CONTROL

Este proyecto tendrá un módulo de control donde se realizara el procesamiento de la información de los sensores por parte del microcontrolador, se realizara una visualización en una pantalla LCD, alimentación eléctrica además se tendrán los pines de entradas y las salidas a los radios digitales.

Para cumplir con este propósito se tienen en cuenta las características del control de acceso dactilar F08, el microcontrolador y los radios digitales, para organizar de la manera más efectiva el proceso. A continuación se describen individualmente los componentes del módulo, la forma en que se emplearon y la manera en la que emplearon técnicas para cumplir con estándares de comunicación y niveles lógicos de voltaje.

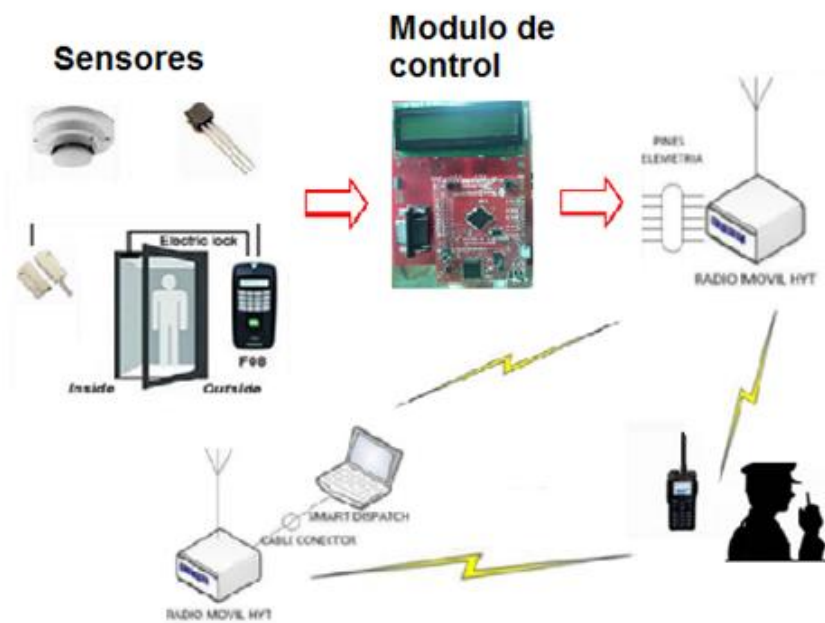


Figura 48 Funcionamiento Sistema de Telemetría.

La función principal de este módulo es realizar el enlace entre la lectura de los sensores y transmisión a los radios digitales a través de sus pines de comunicación. En los ítems siguiente de todo este capítulo se indica la forma en que se diseñó el módulo, en la sección señales de comunicación se enumeran las características de cada señal que requiere un acondicionamiento, es importante conocer los pines de telemetría de propósito general (GPIO) de los radios que irán conectados a las salidas del módulo de control que enviara los eventos de los sensores.

Se describen los reguladores de tensión empleados para comunicar el sensor biométrico y el sensor de humo con el módulo de control. Se adiciona una LCD 16X2 que se encarga de mostrar el estado

de los sensores (abierto, cerrado y el valor de temperatura).

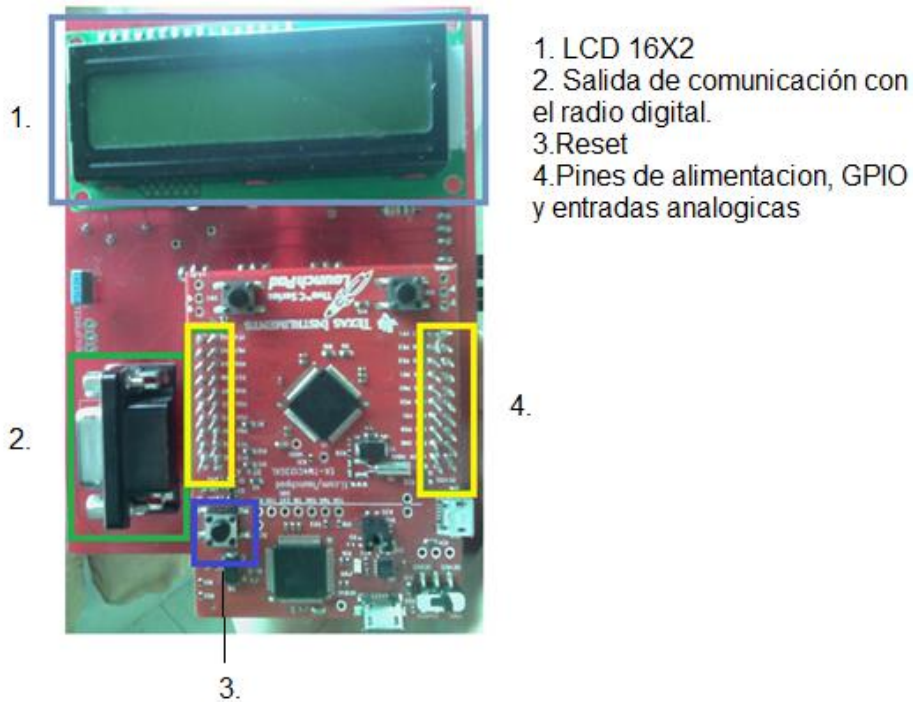


Figura 49 Descripción de la placa del Módulo

CONECTOR 1

- 1.1 Pin intermedio del trimmer de calibración.
- 1.2 Salida del sensor de temperatura.
- 1.3 Entrada del sensor de humo al regulador de voltaje
- 1.4 VCC
- 1.5 GND

CONECTOR 2

- 2.1 Entrada Sensor de Puerta Abierta
- 2.2 Entrada alimentacion externa 12VDC
- 2.3 Entrada sensor biome
- 2.4 GND

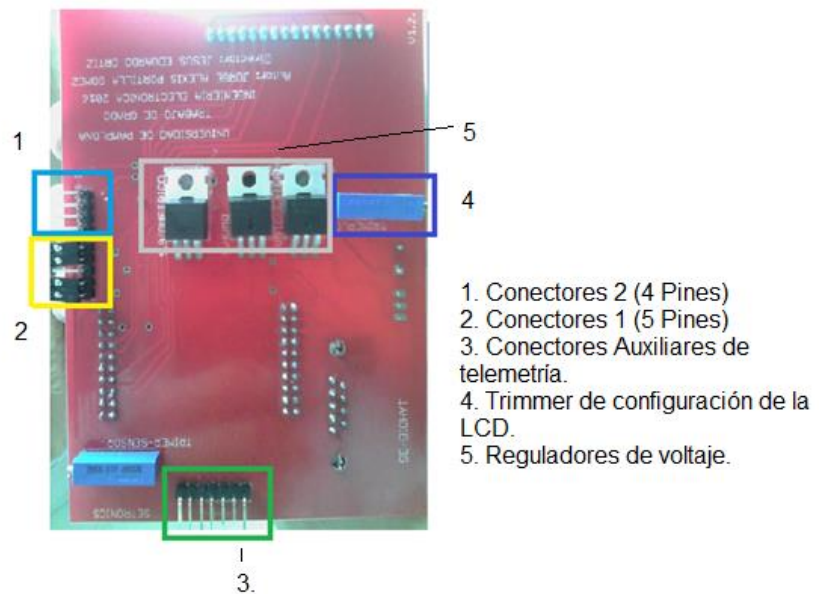


Figura 50 Descripción de la placa del módulo (Vista Inferior)

3.1.1. SEÑALES DE COMUNICACIÓN

Al contar con dispositivos electrónicos que manejan distintos niveles de voltaje se hace necesario acoplar todas estas señales eléctricas.

El microprocesador tarjeta de Texas instruments Tiva-C Series TM4C123GXL es el encargado de recibir todas las señales análogas y digitales y procesarlas, analizarlas y transmitir las. Se necesita diseñar un circuito de control que garantice la comunicación de los dispositivos sin correr algún riesgo de daño o fallos al momento de enviar o transmitir información.

A continuación se enumeran los procesos dentro del proyecto que requieren una etapa de acondicionamiento para llevarlos a niveles lógicos de 0-5V o convertir de valores análogos a digitales:

- El sensor biométrico F08 trabaja a 12VDC y su salida es a relé al mismo valor de tensión.
- Sensor de Humo/Incendio fotoeléctrico con salida a relé de 12VDC.
- Sensor de temperatura con salida analógica.

3.1.2 PINES DE COMUNICACIÓN POR TELEMETRIA RADIOS DIGITALES DE HYTERA

Para diseñar el módulo de control es necesario evaluar si los niveles de tensión del microcontrolador son compatibles con el radio digital por lo cual se expone a continuación las características técnicas de las entradas GPIO de los radios. Ya que una señal de salida con mayor tensión o corriente a la establecida por el fabricante podría generar daños en el dispositivo y además la no recepción del estado de los sensores.

El microcontrolador es quien recibe todas las señales provenientes de los sensores normalizadas a 5VDC y las transmite por

medio de la comunicación con los pines de telemetría de los radios digitales que se muestran en la siguiente figura.

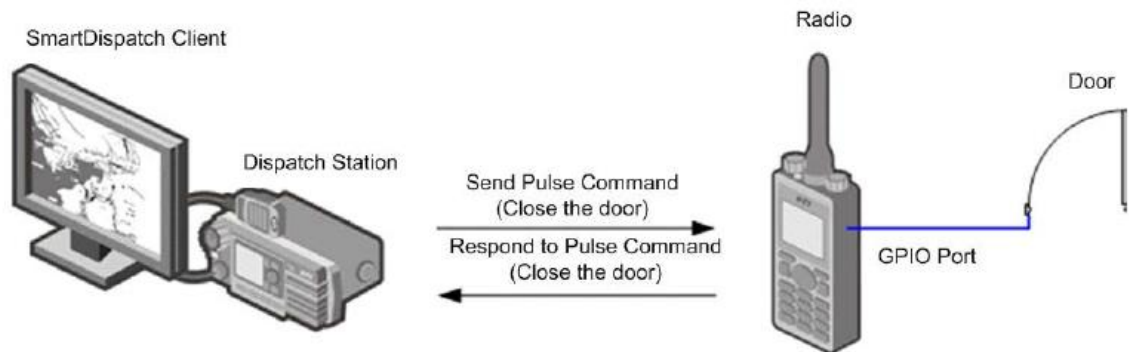


Figura 51 Ilustración del funcionamiento de la telemetría.

Los radios portátiles digitales solo tienen un pin de telemetría y los radio base poseen 6 pines de esta clase, a continuación la descripción de los valores de tensión y corriente manejados por estos pines de propósito general.

Los pines GPIO para los terminales portables solo tienen un pin para la telemetría el Pin 11.

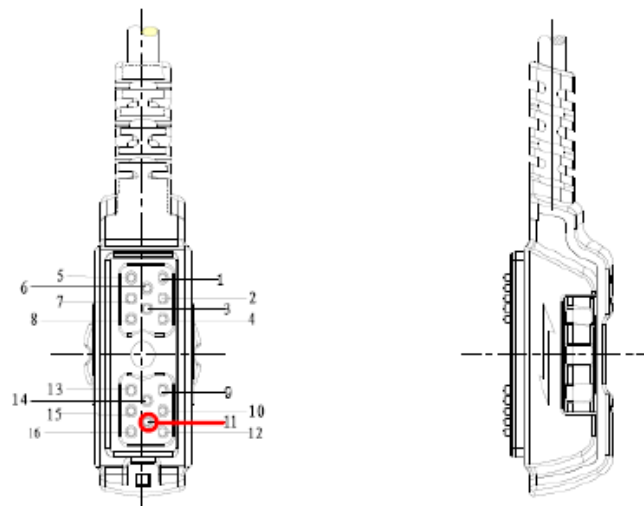


Figura 52 Pines de telemetría del radio portable PD786G VHF

Niveles de tensión de los radios portables:

- G P I O pin entrada: 0-0.3V (Low) y 0.7-3.3V (High)
- G P I O pin salida: 0-0.22V (Low) y 0.8-3.3V (High)

Los pines G P I O para los terminales móviles son 6, y son el P in 3, P in 12, P in 16, P in 20, P in 22 Y P in 23.

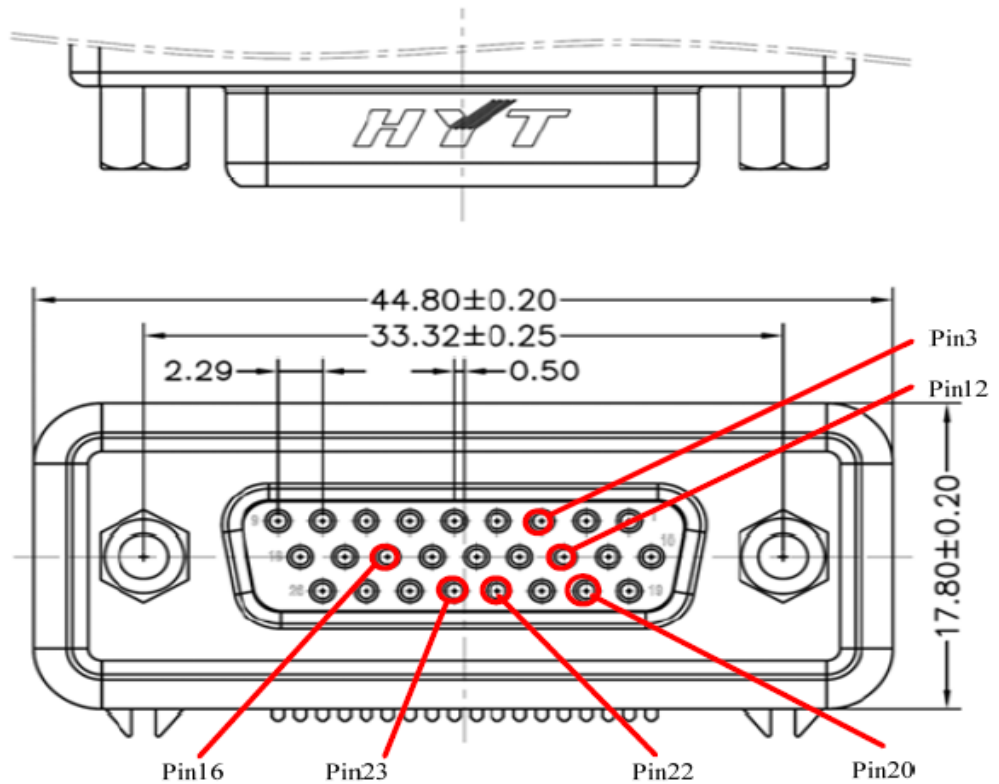


Figura 53 Pines de telemetría del radio móvil MD786G VHF

Niveles de tensión de los radios móviles:

TTL: 3.6-5V nivel bajo y TTL nivel alto 0 - 2.4V.

- G P I O pin entrada: 0 - 1.2V (Low) y 2 - 5V (High)
- G P I O pin salida: 0 - 0.8V (Low) y 2.4 - 5V (High)

3.1.3 REGULADOR LM7805C

Para poder realizar el acople de circuitos con diferentes valores de tensión y corriente se emplea el regulador de 5VDC por ser una alternativa sencilla para formalizar las señales a valores digitales.

El regulador maneja una salida a transistor. Son útiles en diversas aplicaciones digitales, son sencillos de utilizar y reducen los componentes en un circuito, tiene un rango de temperatura para operación desde -65°C hasta los 150°C .

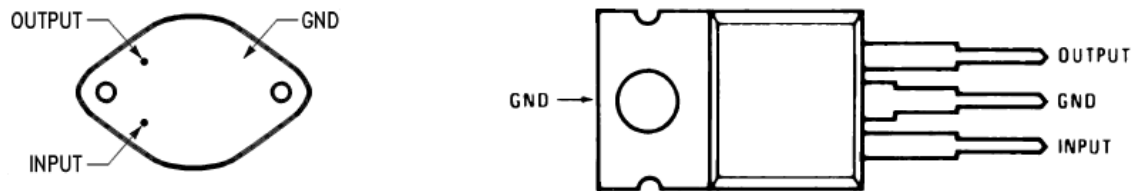


Figura 54 Diagrama de conexiones regulador uA7805c [10]

Al conectar la señal proveniente del control de acceso dactilar F08 al pin de entrada del regulador, en la salida encontramos un nivel lógico de 5V apropiado para la manipulación de los radios digitales.

En la figura 51 extraída de la hoja de características del dispositivo encontramos los pines de conexión tierra, entrada y salida. El voltaje de entrada máximo permitido es de 25V, con una temperatura de unión T_j de 150°C , corriente de salida 1.5 A, el voltaje de salida oscila entre 4.8V y 5.2V con una corriente de salida en el rango 5-100mA. [33]

3.1.3.1. CALCULO DISIPADORES DE CALOR

Los disipadores de calor son elementos metálicos que se adhieren a la superficie del encapsulado de un dispositivo electrónico con el fin de acelerar la transferencia de calor del interior del dispositivo al medio ambiente. Un disipador se llama ideal cuando no opone resistencia a la transferencia de calor, además se caracteriza por tener tamaño infinito y perfectamente lisas las superficies de contacto entre disipador y dispositivo.

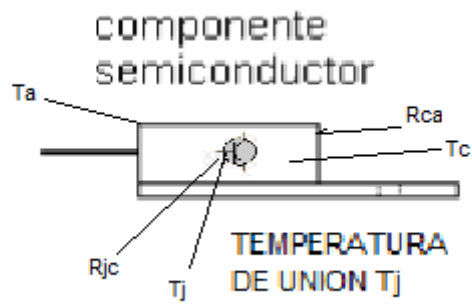


Figura 55 Diagrama con las temperaturas y resistencias en el proceso

Donde :

R_{jc} = Resistencia Térmica .

R_{ca} = Resistencia Encapsulado Ambiente .

T_a = T. ambiente .

T_c = Encapsulado .

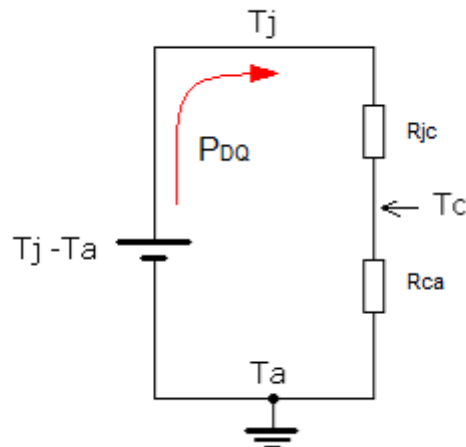


Figura 56 Circuito Eléctrico equivalente.

La LEY TERMICA DE OHM sin disipador de calor se define de la siguiente manera en base al circuito descrito en la figura 53 .

$$T_j - T_a = P_{DQ} [R_{JC} + R_{CA}] = P_{DQ} [R_{JA}] \text{ Ecuación 42}$$

Los fabricantes de componentes electrónicos definen esta ley de la siguiente manera:

$$T_{jMAX} - 25^{\circ}C = P_{Dmax} * R_{JA} \text{ Ecuación 43}$$

Donde T_{jMAX} es la temperatura de unión máxima y P_{Dmax} la potencia de disipación máxima del dispositivo. Y R_{JA} es la resistencia térmica unión-ambiente sin disipador de calor y sus unidades son [$^{\circ}C/W$].

En nuestro proyecto empleamos tres reguladores de voltaje de 5VDC y que mayor disipación de potencia tendrá es el del biométrico de huella dactilar F08 quien opera a 12VDC y 3A, obteniendo una potencia de 36W.

De la hoja de características que el fabricante Texas instruments proporciona se extraen los siguientes valores.

$$R_{jc} = 3^{\circ}C/W$$

$$R_{ja} = 19^{\circ}C/W$$

$$T_{jmax} = 200^{\circ}C$$

- Calculo para el sensor biométrico:

$$T_{jestimada} = (P_{Dmax} * R_{JA}) + 25^{\circ}C \text{ Ecuación 44}$$

$$T_{jestimada} = (36W * 19^{\circ}C/W) + 25^{\circ}C = 709^{\circ}C \text{ Ecuación 45}$$

De acuerdo a este resultado $T_{jestimada} > T_{jMAX}$ y se aconsejaría utilizar un disipador de calor, pero debido a que el regulador recibirá tensión solo cuando el biométrico detecte un ingreso por un periodo no mayor a 10 segundos no se empleara regulador de tensión.

- Calculo para el sensor de humo:

$$T_{j_{estimada}} = (P_{Dmax} * R_{JA}) + 25^{\circ}C \text{ Ecuación 46}$$

$$T_{j_{estimada}} = (12V * 0.5A)(19^{\circ}C/W) + 25^{\circ}C = 139^{\circ}C \text{ Ecuación 47}$$

De acuerdo a este resultado $T_{j_{estimada}} < T_{j_{MAX}}$ no se requiere usar disipador de calor.

- Calculo para la fuente de alimentación externa 12VDC:

$$T_{j_{estimada}} = (P_{Dmax} * R_{JA}) + 25^{\circ}C \text{ Ecuación 48}$$

$$T_{j_{estimada}} = (12V * 1A)(19^{\circ}C/W) + 25^{\circ}C = 253^{\circ}C \text{ Ecuación 49}$$

De acuerdo a este resultado $T_{j_{estimada}} > T_{j_{MAX}}$ se hace necesario utilizar un disipador de calor ya que al ser alimentado a 12VDC se pueden presentar sobrecalentamientos, y el sistema de seguridad no debe quedar sin alimentación eléctrica.

3.1.4 COMUNICACIÓN MICROCONTROLADOR/F08

El dispositivo escogido para ejecutar las funciones de firmware en el módulo de control fue la tarjeta Tiva-C Series TM4C123GXL, el recibirá un bit que será la señal que el control de acceso por huella dactilar F08 ha identificado un ingreso. La salida de este dispositivo es a relé a 12 VDC por lo que se empleó un regulador de 5VDC para que el procesador pueda recibir la señal correctamente.

En la siguiente imagen se puede observar las conexiones de común, contacto normalmente abierto (NA) y normalmente cerrado (NC) del relé electromecánico que utiliza el dispositivo.

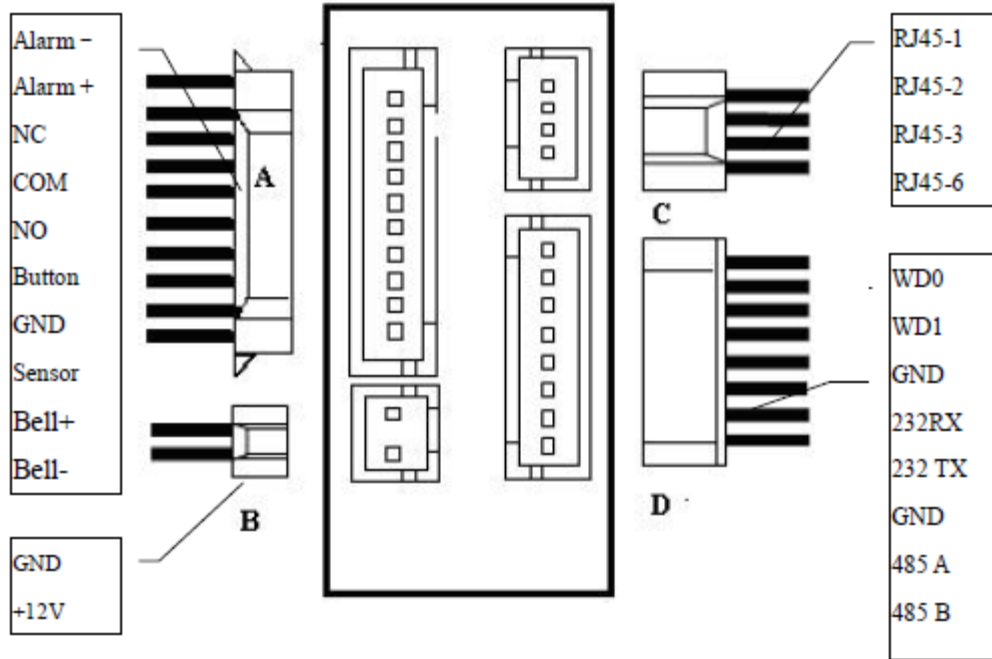


Figura 57 Diagrama de conexiones Control de Acceso F08

A continuación la figura 58 con la descripción de los pines de conexión para la cerradura eléctrica y el sensor de puerta abierta. Además se recomienda usar el diodo FR 107 para evitar que circule la corriente en sentido contrario y genere daños en el dispositivo.

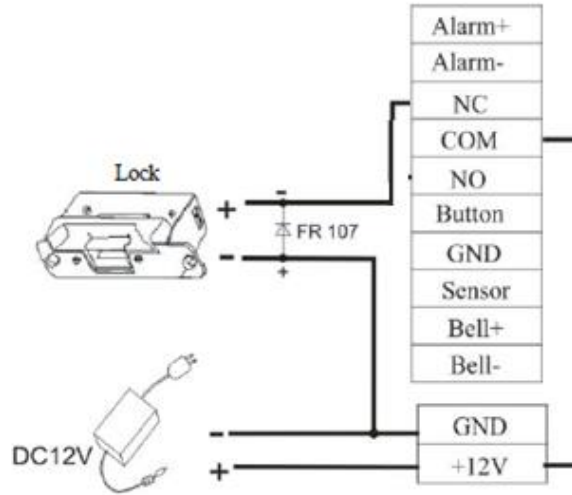


Figura 58 Conexiones de la Cerradura.

3.1.5. SENSOR DE TEMPERATURA LM 335

El sensor de LM 335 es un circuito integrado de temperatura de precisión y su principio de funcionamiento es similar al de un diodo zener, está directamente calibrado el grados Kelvin $10\text{ mV}/^\circ\text{K}$

3.1.5.1. CONVERTOR ANALOGO/DIGITAL

El conversor análogo digital incorporado en la tarjeta de evaluación tiene una capacidad de ocho canales de entrada, una resolución de 12 bits y un voltaje máximo de entrada de 5V.

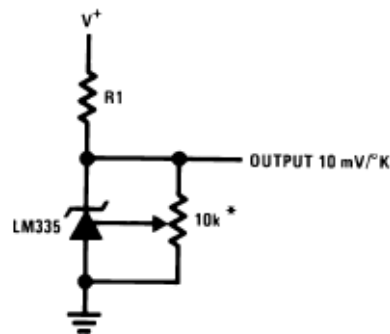


Figura 59 Esquema eléctrico del Sensor LM 335.

El sensor de temperatura LM335 tiene una salida de tensión analógica de $10\text{ mV} / ^\circ\text{K}$ y el pin PB5 (Analog IN) de la tarjeta de adquisición es la entrada de dicha señal analógica.

El dispositivo de procesamiento tiene un conversor de 12 bits es decir $2^{12} = 4096$, Tomando en cuenta los 5V se tiene resolución de 0.8192

La hoja de datos nos recomienda calibrar el sensor con 2.982V a 25°C , teniendo en cuenta toda esto se tiene:

$$\frac{10\text{ mV}}{^\circ\text{K}} \times \frac{2^{12}}{5000\text{ mV}} = \frac{8.192}{^\circ\text{K}} \quad \text{Ecuación 50}$$

Este valor será nuestro factor de conversión, la lectura del ADC será comparada con ese factor en regla de tres para obtener la medida de temperatura.

3.1.6 LCD 2 LINEAS 16 CARACTERES

Los módulos LCD se encuentran en diferentes presentaciones, por ejemplo 2×16 (2 líneas de 16 caracteres), 2×20 , 4×20 , 4×40 , etc. Es conveniente buscar en opciones para encontrar aquel que cumpla las necesidades del proyecto. Sus conexiones eléctricas son similares para los distintos modelos. En la hoja de datos de la pantalla viene la distribución de pines, alimentación y especificaciones técnicas. Es necesario obtener la hoja de datos del microcontrolador de LCD, allí encontraremos la información para implementarla.



Figura 60 LCD 2X16 [15]

Los pines de conexión de estos módulos incluyen un bus de datos de 8 bits, un pin de habilitación (E), un pin de selección que indica si lo que se está enviando por el bus es un dato o una instrucción (RS) y un pin que indica si se va a leer o escribir en el módulo (R/W).

Según la operación que se desee realizar en el módulo LCD, los pines de control E, RS, RW deben tener estado lógico. Además debe tener en el bus de datos un código que indique un carácter para mostrar en la pantalla o una instrucción de control para el display. Los módulos LCD responden a un conjunto especial de instrucciones, estas deben

ser enviadas por el Microcontrolador o sistema de control al display, según la operación que se requiera. [15]

Para el desarrollo del proyecto se escogió la LCD de 2 líneas y de 16 caracteres porque se busca un diseño poco ostentoso pero muy eficiente y de diseño sencillo.

3.1.7. FIRMWARE PLACA DE CONTROL

El proceso de control de toda la tarjeta auxiliar lo realizara el TIVA - C TM4C123GXL, en la siguiente figura se presenta el esquema del control de la LCD, reguladores de voltaje, conexión de pines de telemetría de los radios digitales, conexión de sensores y conector DB26.

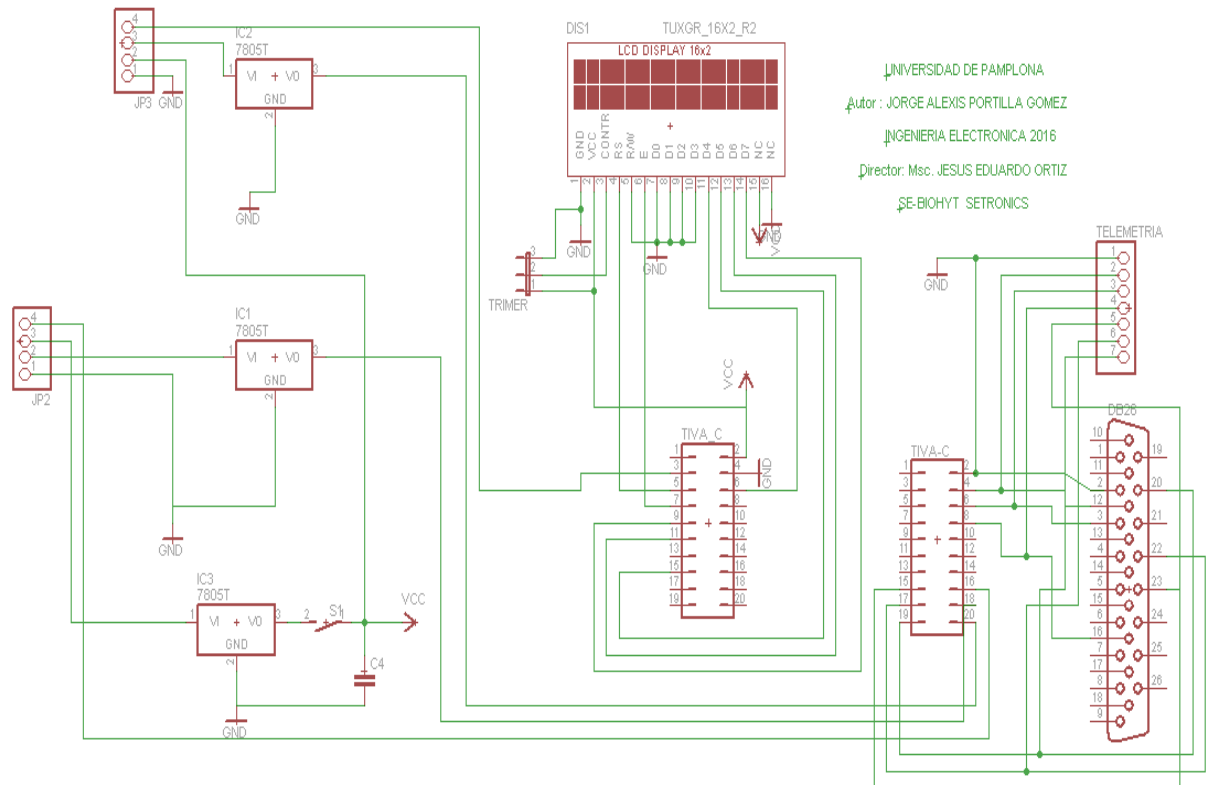


Figura 61 Diagrama de conexiones del módulo de control en EAGLE, firmware.

3.1.7.1. CONEXIONES INTERNAS

El PCB de la tarjeta de control se diseñó en el software EAGLE 6.5.0 con, la tarjeta tiene dos capas.

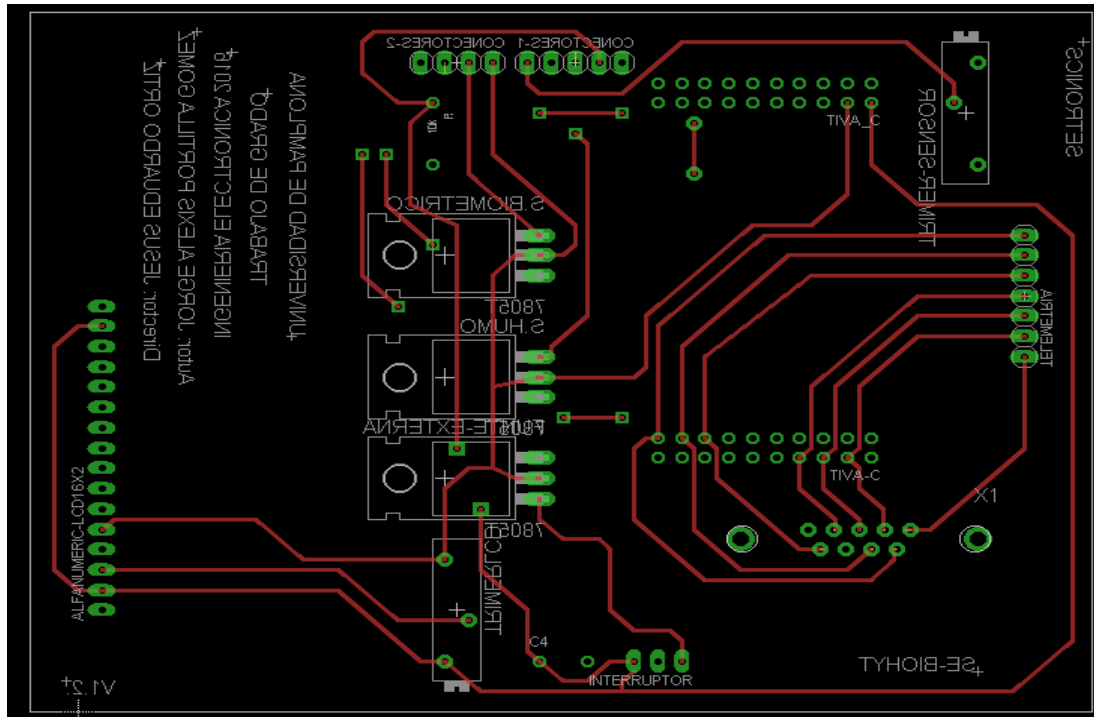


Figura 62 Vista frontal PCB tarjeta de control.

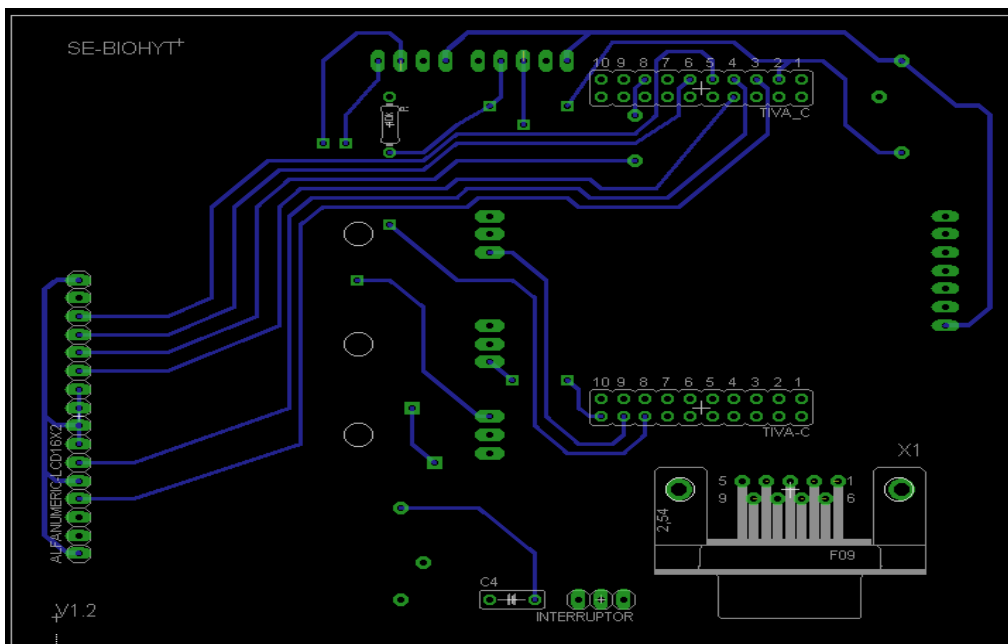


Figura 63 Vista trasera PCB tarjeta de control

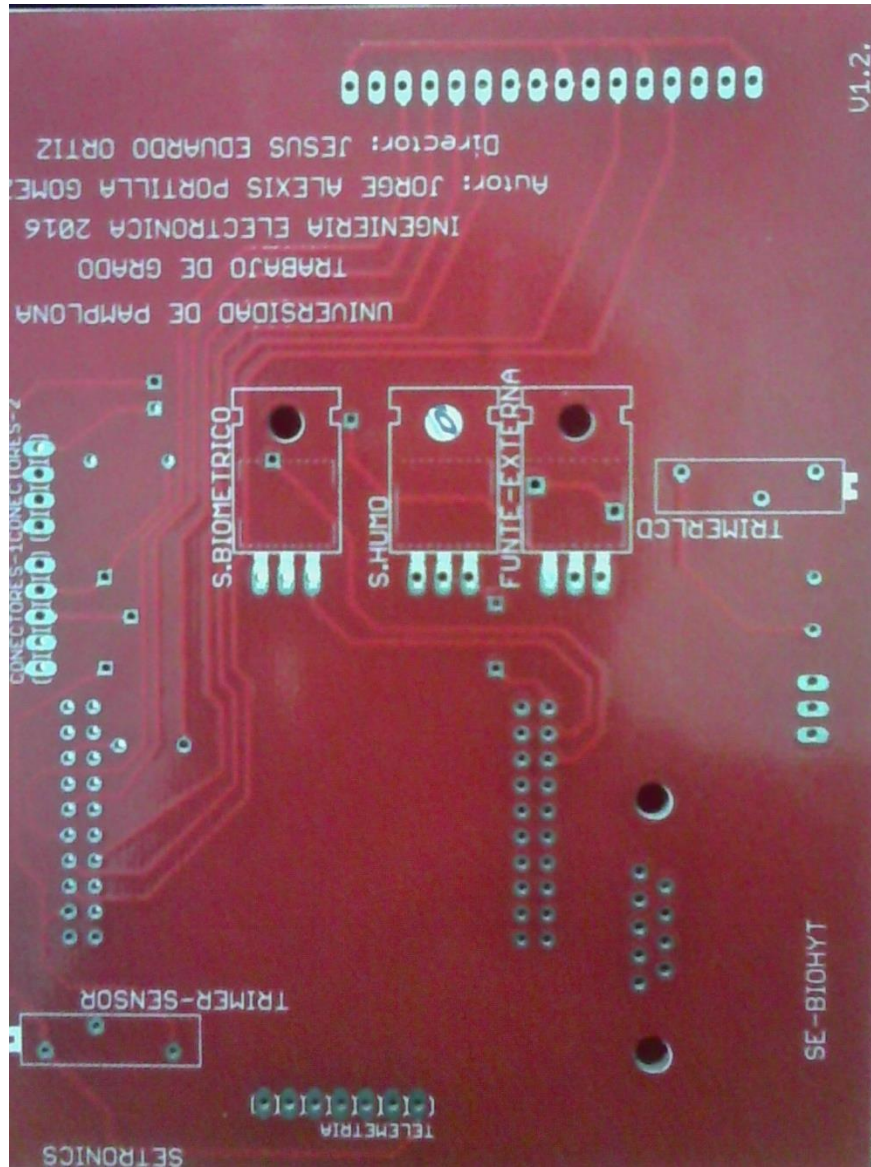


Figura 64 Circuito impreso cara posterior

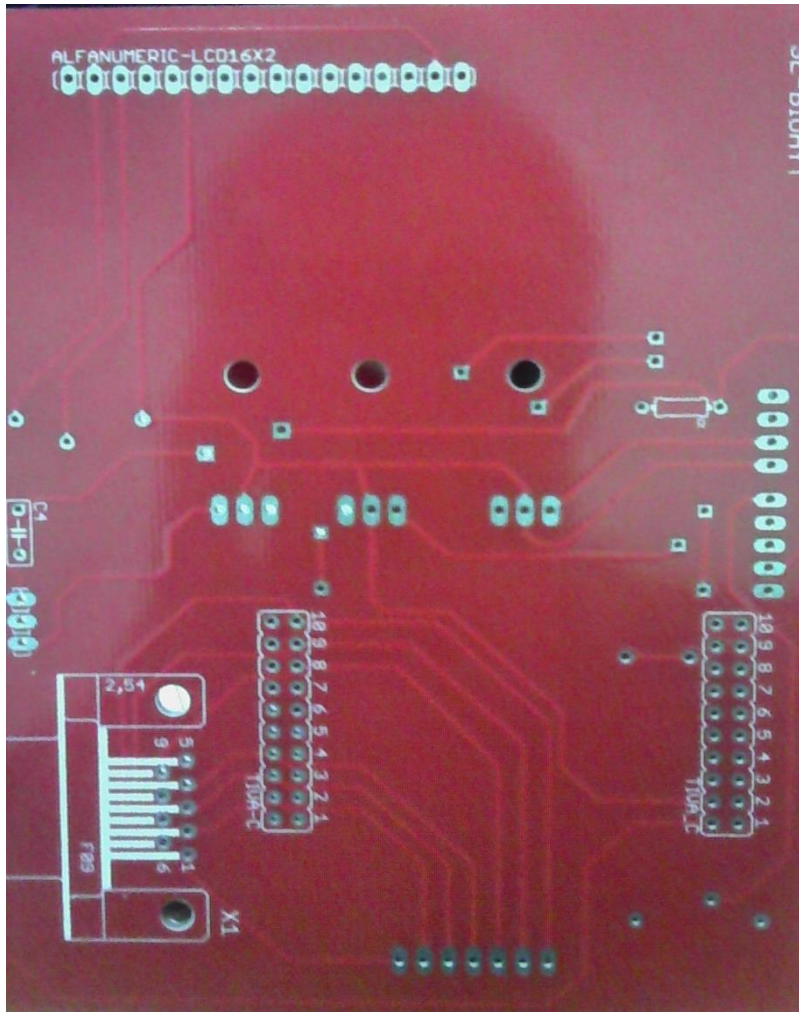


Figura 65 Circuito impreso cara inferior.

3.1.8. Cerradura Eléctrica HEB 235

La cerradura eléctrica empleada es un perno eléctrico seguro con el cilindro, adecuado para su uso en puertas de madera, metal y casi cualquier material. Características muy importantes para los sistemas de seguridad de control de acceso. [36]

- Trabajo a bajas temperaturas y seguridad.
- De baja potencia al usar 12 VDC
- Larga vida con 500,000 ciclos.

- Fuerza superior de aleación de aluminio, perno de acero inoxidable sólido.
- Auto bloqueo configurable el tiempo de retardo en 0,3, 6,9 segundos a través de interruptores.
- Pines de conexión de salida a relé NC/NO/COM.

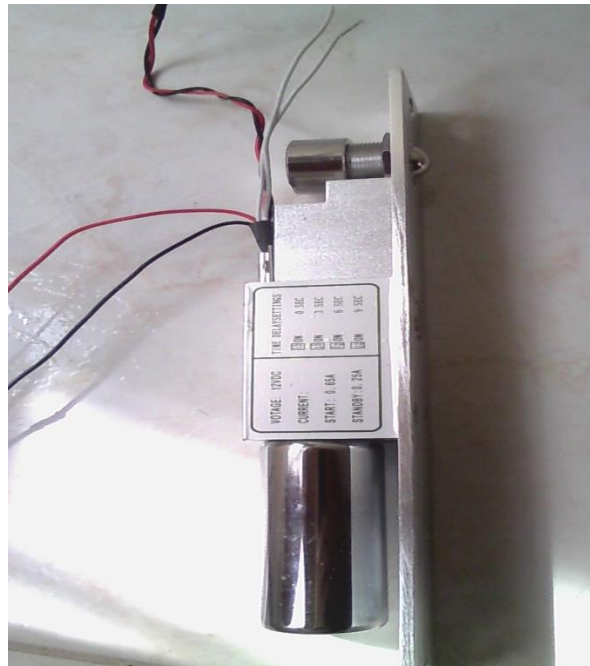


Figura 66 Cerradura eléctrica empleada.

La cerradura eléctrica es normalmente abierta por lo que necesita estar energizada para mantenerse cerrada, la conexión de esta cerradura se muestra en la figura 58.

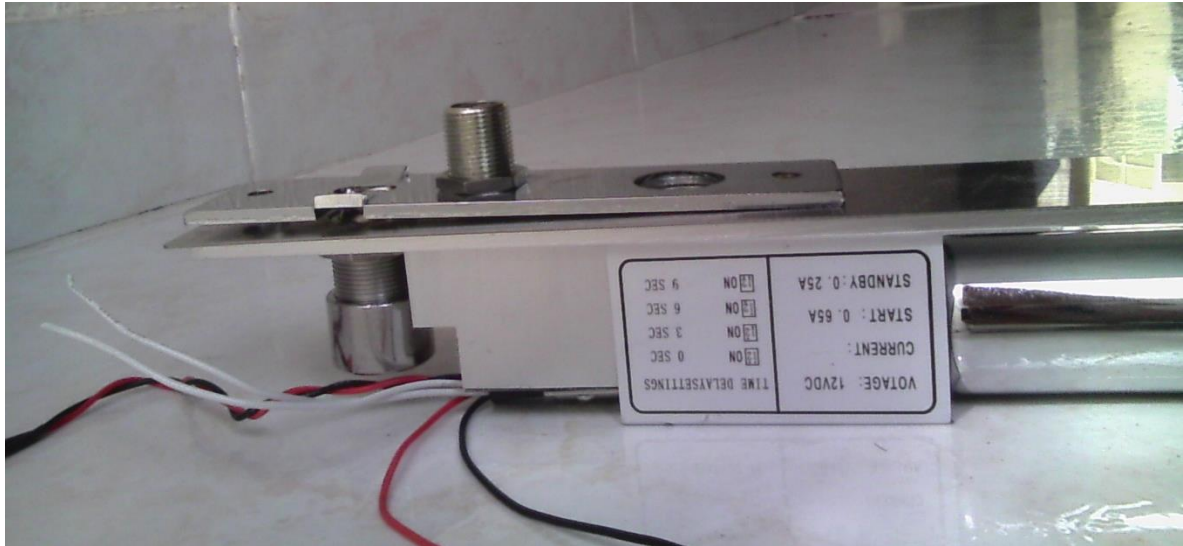


Figura 67 Cerradura eléctrica vista lateral.

Tabla 4. Especificaciones técnicas.

| Características | Descripción |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Dimensiones | 260Lx60W X 68H (mm) |
| Placa magnética | 100Lx60W x2.5 H (mm) |
| Perno | 16 17mm DIA , a un tiro de acero inoxidable 16mm |
| Voltaje de alimentación | DC 12 V |
| Corriente de arranque | 1000Ma |
| Corriente espera | 50mA |
| LED ROJO | Luz encendida indica bloqueado, luz apagada indica desbloqueado |
| Peso | 1.6 kg |

3.1.9. Sensor de Puerta Abierta

El contacto magnético es muy empleado en la seguridad electrónica para conocer el estado de las puertas y ventanas, su principio de

funcionamiento se base en el magnetismo y depende del tipo de dispositivo que se vaya a utilizar.

Existen diferentes modelos contacto magnético de empotrar, de superficie y de gran potencia, Todos funcionan de la misma manera a la unión entre los dos contactos generando continuidad eléctrica entre las dos terminales, es muy semejante al funcionamiento de un interruptor.

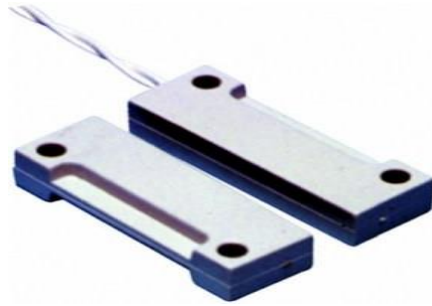


Figura 68 Sensor de puerta abierta.[37]

La conexión empleada este sensor fue a 5VDC al unirse los dos contactos envía la señal al microcontrolador indicando que la puerta está cerrada, en caso contrario la puerta esta abierta.

4 .

Programación y Desarrollo

*"Las matemáticas son el alfabeto con el cual Dios ha
escrito el Universo."*

Galileo Galilei (1564 - 1642)

4. PROGRAMACION Y DESARROLLO

En el capítulo cuarto se evidencia la programación de los radios digitales en el canal de comunicación, frecuencia de transmisión y recepción. Además se muestra metódicamente la instalación y configuración de la base de datos SQL Server necesaria para instalar el software Smart Dispatch para realizar el monitoreo de las variables analizadas. Por último se muestra el proceso de extracción de datos del acceso biométrico y el monitoreo vía TCP/IP por software.

4.1 Características del sistema de seguridad SE-BIOHYT

Este sistema diseñado es un equipo de seguridad electrónico conformado por distintos módulos, un módulo de adquisición de la señal (acondicionamiento de la señal), módulo de control donde se procesan todos los datos adquiridos y se envían a los pines GPIO de propósito general de los radios digitales y por último el monitoreo de las variables analizadas por parte de la estación de control.

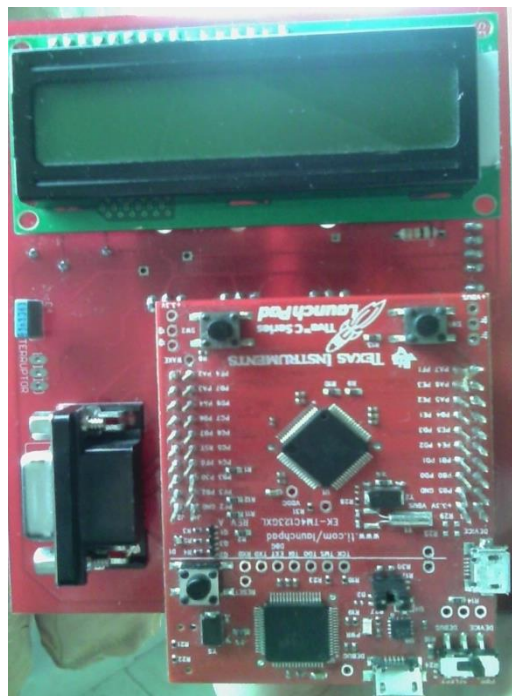


Figura 69 Vista frontal del módulo de control del sistema de Seguridad [5]

Un equipo de seguridad con telemetría es un equipo de medida y transmisión de datos formados por una serie de etapas que trabajan de forma conjunta con el objetivo de garantizar la seguridad en el lugar instalado. En este módulo se pueden distinguir tres etapas básicas adquisición, procesamiento y transmisión de la información.



Figura 70 Vista trasera del módulo de control del sistema de Seguridad

La figura anterior muestra el esquema general del prototipo. En él se pueden distinguir los diferentes elementos que conforman el equipo.

4.1.1 PRUEBAS COMUNICACIÓN POR TELEMETRIA

Se emplearan los radios portátiles PD786G VHF y los móviles MD786G VHF, las primeras pruebas de comunicación por telemetría se realizaron transmitiendo pulsos digitales.



Figura 71 Radios digitales empleados MD786G UHF Y PD786G UHF

La telemetría permite reconocer a través de sus pines de propósito general las señales eléctricas de la siguiente forma:

- Send pulse command: Envía un pulso de voltaje al recibir la señal de telemetría.
- Send toggle voltaje command: Cambio de estado de voltaje.
- Send voltaje inactive command: Es un comando de salida cuando recibe una señal envía una tensión a través del pin GPIO.
- Send query status command: Comando de salida cuando recibe la señal de voltaje, activa un pin GPIO y la información del voltaje aparece en pantalla del terminal de origen.

- Send status command: Comando de salida que cuando recibe del terminal de origen envía el comando a la terminal donde se mostrara la información del estado del origen.
- Send status w/Text: Envía mensaje de texto.
- On pulse command y On toggle voltaje command: También son comandos de salida que al identificar una señal de voltaje la transmiten por uno de los pines GPIO.

La mayoría de opciones de telemetría trabajan muy similarmente escoger una depende de la aplicación que deseemos realizar.

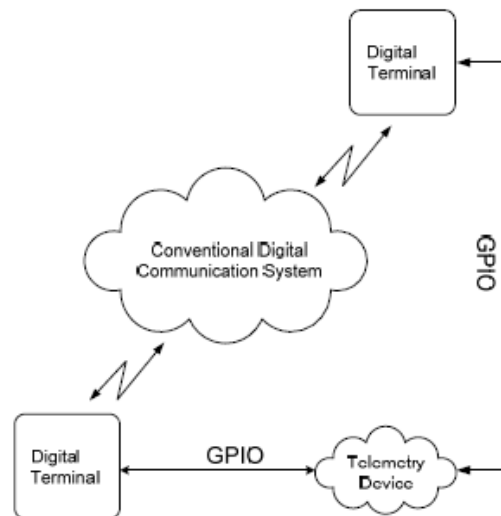


Figura 72 Descripción del proceso de telemetría

4.1.2 PROGRAMACION PARA REALIZAR TELEMETRIA

Cada tipo de radio cuenta con un software de programación dado por el fabricante y un cable de programación, el software para el radio MD786G VHF es DMR_SW_CPS_V6.05.05.019.SA6 (Cada radio tiene una etiqueta en la parte trasera con el nombre del software de programación) y el cable de programación es el PC47 (CONECTOR USB)



Figura 73 Cable de programación

Después de instalar el software de programación que es sencillo se realiza la instalación del controlador para que el computador reconozca el cable de programación. Este software permite el control de todos los parámetros de los radios, a continuación se muestran algunas:

- Darle un nombre al radio para identificarlo .
- Seleccionar potencia de transmisión .
- Lenguaje .
- Canales de operación y frecuencias de operación .
- Encriptación de datos .
- Posicionamiento Satelital .

Al abrir el software encontraremos la siguiente ventana:

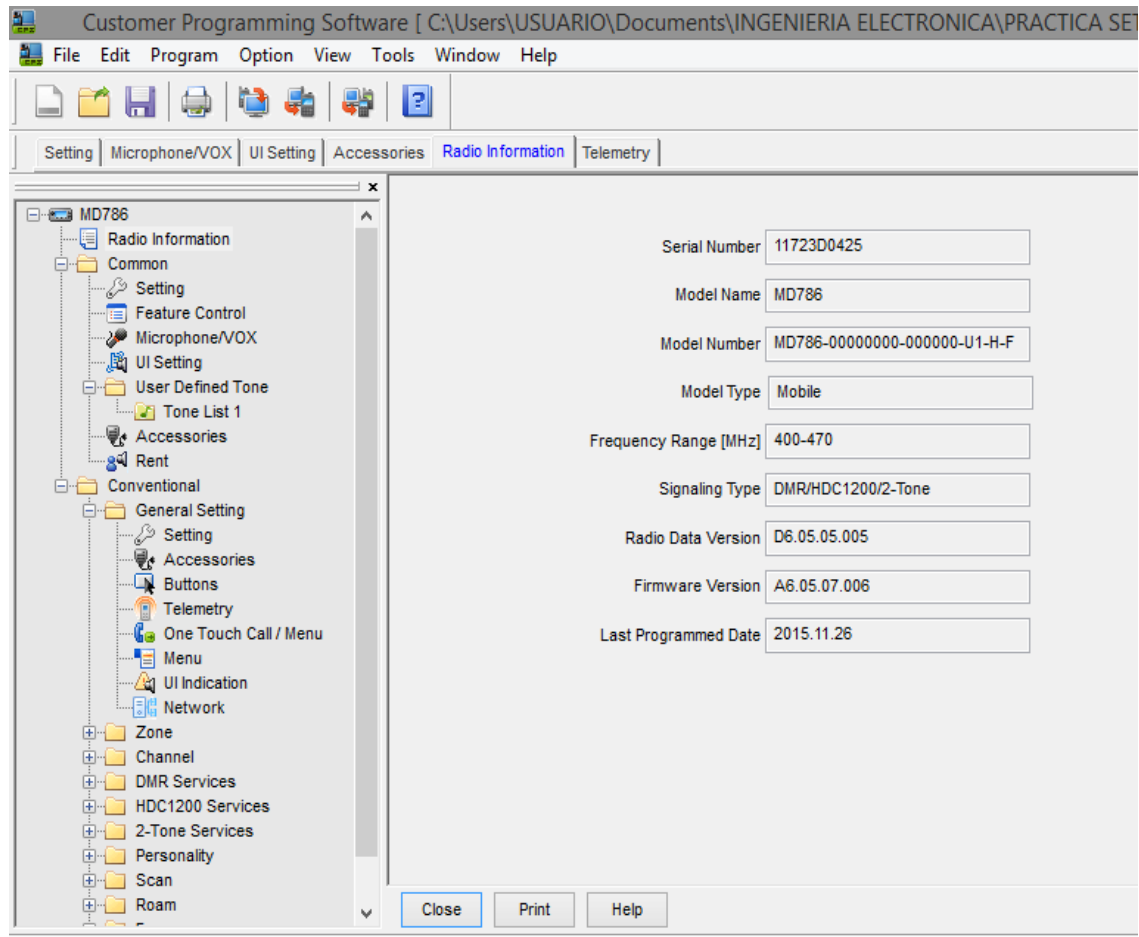
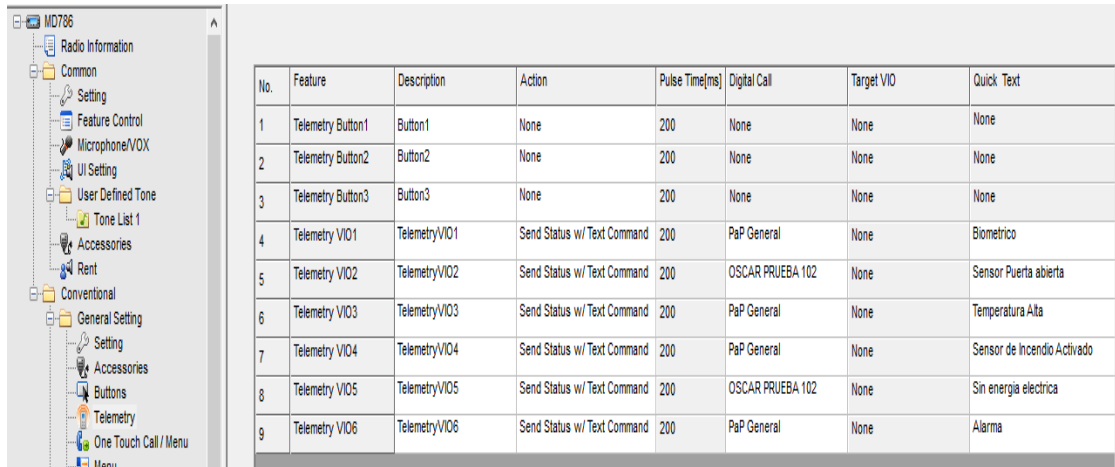


Figura 74 Ventana principal del software

Se puede leer la configuración existente en un radio en la opción "read configuration data" y editar en base a esa información o crear el archivo desde cero. Lo primero es ir a GENERAL SETTING y luego a TELEMETRY para DMR y se visualizará la siguiente ventana:



| No. | Feature | Description | Action | Pulse Time[ms] | Digital Call | Target VIO | Quick Text |
|-----|-------------------|---------------|-----------------------------|----------------|------------------|------------|-----------------------------|
| 1 | Telemetry Button1 | Button1 | None | 200 | None | None | None |
| 2 | Telemetry Button2 | Button2 | None | 200 | None | None | None |
| 3 | Telemetry Button3 | Button3 | None | 200 | None | None | None |
| 4 | Telemetry VIO1 | TelemetryVIO1 | Send Status w/ Text Command | 200 | PaP General | None | Biometrico |
| 5 | Telemetry VIO2 | TelemetryVIO2 | Send Status w/ Text Command | 200 | OSCAR PRUEBA 102 | None | Sensor Puerta abierta |
| 6 | Telemetry VIO3 | TelemetryVIO3 | Send Status w/ Text Command | 200 | PaP General | None | Temperatura Alta |
| 7 | Telemetry VIO4 | TelemetryVIO4 | Send Status w/ Text Command | 200 | PaP General | None | Sensor de incendio Activado |
| 8 | Telemetry VIO5 | TelemetryVIO5 | Send Status w/ Text Command | 200 | OSCAR PRUEBA 102 | None | Sin energia electrica |
| 9 | Telemetry VIO6 | TelemetryVIO6 | Send Status w/ Text Command | 200 | PaP General | None | Alarma |

Figura 75 Configuración pines de telemetría

Se pueden observar 9 pines de telemetría, de los cuales 6 vamos a utilizar que son los pines GPIO de propósito general en cambio, los otros 3 pines son botones del radio que son más limitados para sus aplicaciones dado que no permiten recibir señales externas sino solo pulsar el interruptor y sería más para aplicaciones por ejemplo de emergencia para generar una llamada.

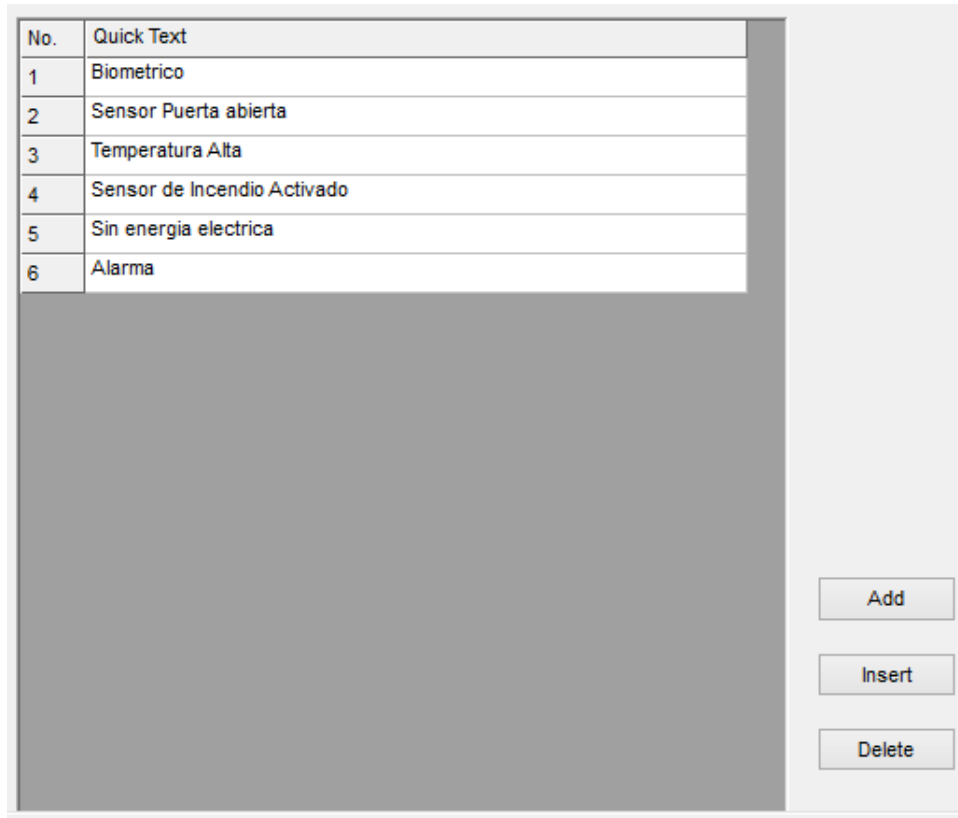
En telemetría se observan los nombres de cada pin de telemetría “Telemetry VIO X” y la acción a realizar que en este caso fue mensajes de texto a los radios portátiles. También se selecciona el canal al cual se transmitirá si es general, personal o a un grupo específico.



Figura 76 Mensajes en los radios Móviles.

Además se configura el tiempo de respuesta en milisegundos después de detectar actividad en el pin de telemetría y se selecciona el mensaje a mostrar que se crea de la siguiente manera:

Primero ir a CONVENTIONAL, luego DMR SERVICES, Rx GROUP LIST y finalmente a QUICK TEXT donde se agrega los mensajes.



| No. | Quick Text |
|-----|-----------------------------|
| 1 | Biometrico |
| 2 | Sensor Puerta abierta |
| 3 | Temperatura Alta |
| 4 | Sensor de Incendio Activado |
| 5 | Sin energia electrica |
| 6 | Alarma |

Buttons: Add, Insert, Delete

Figura 77 Configuración de los mensajes de texto

4.2 PROGRAMACION DE LA ESTACION DISPATCH

Es importante primero leer la programación existente en el radio base y en el antes de programar o modificar el programa. Se recomienda tener dos estaciones dispatch para una para transmisiones de audio y otra para transmisiones de posicionamiento GPS, pero cuando solo se recibirá datos de GPS y no se enviaran se puede usar una sola estación como se desea realizar en este proceso.

En el software DMR_SW_CPS_V6.05.05.019 pulsando el icono de leer programa (icono de computador con flecha roja) de la siguiente figura .

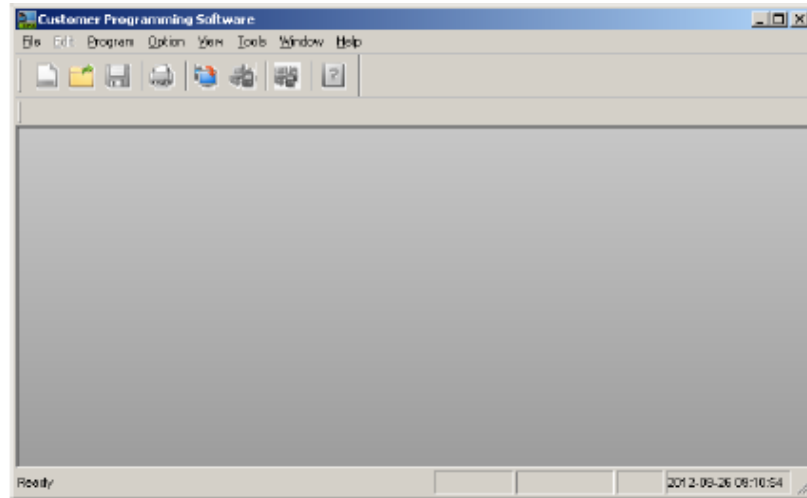


Figura 78 Ventana principal software de programación

Aparecerá la figura A con el puerto donde está conectado el cable de programación y posteriormente la figura B donde damos clic en O K .

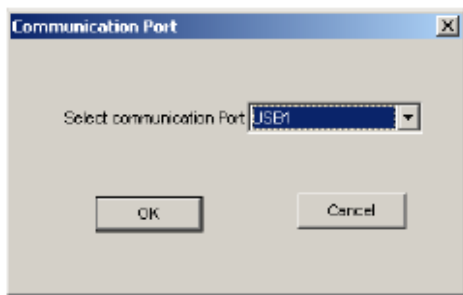


Figura 79 Puerto USB donde está conectado el cable

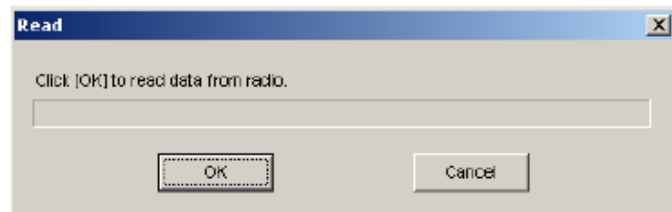


Figura 80 Ventana para leer el radio.

Luego buscamos en la ventana del software la carpeta conventional luego general setting y network y en radio control station IP configuramos la IP de la estación de control y activamos “forward PC” .

Además se configura la IP del radio que es colocar el número de Subnet que es un numero virtual que Smart Dispatch le da a cada radio con un rango entre 1-126.

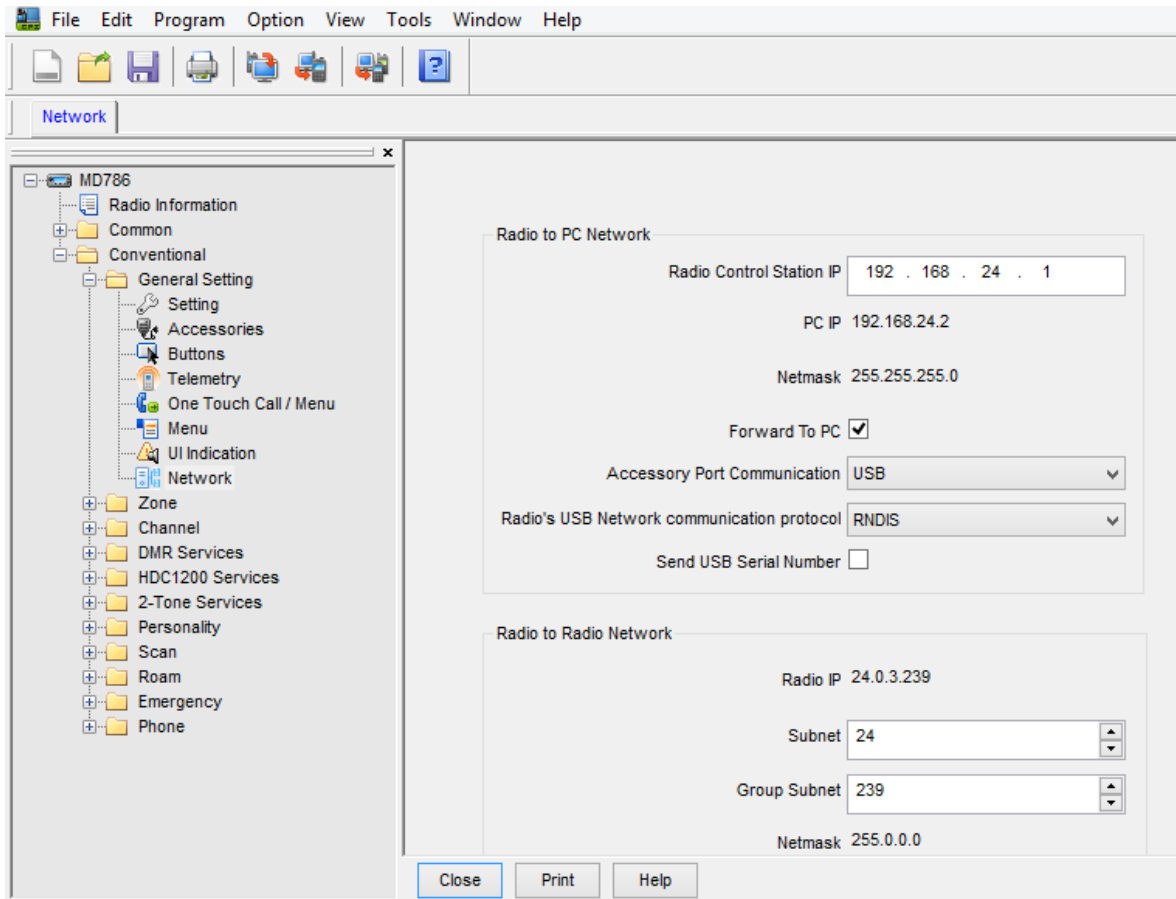


Figura 81 Configuración de IP de la estación SmartDiaptch en el radio base

Es importante tener en cuenta que para configura "RADIO CONTROL STATION IP" se recomienda la direccion "192.168.subnet.1" para evitar fallos en el sistema. Y activar la opcion de reenviar el computador "FORWARD TO PC".

4.3. INSTALACION DE LA BASE DE DATOS SQL SERVER 2008

Para implementar el software Smart Dispatch es necesario instalar primero la base de datos SQL Server 2008 R2, donde se almacenara los datos de llamada, mensajes entre radios y posicionamiento GPS además para la configuración de los ID y alias de los radios.

A continuación una descripción del proceso para la instalación del software:

- Primero seguimos los pasos que se pueden observar en la figura.

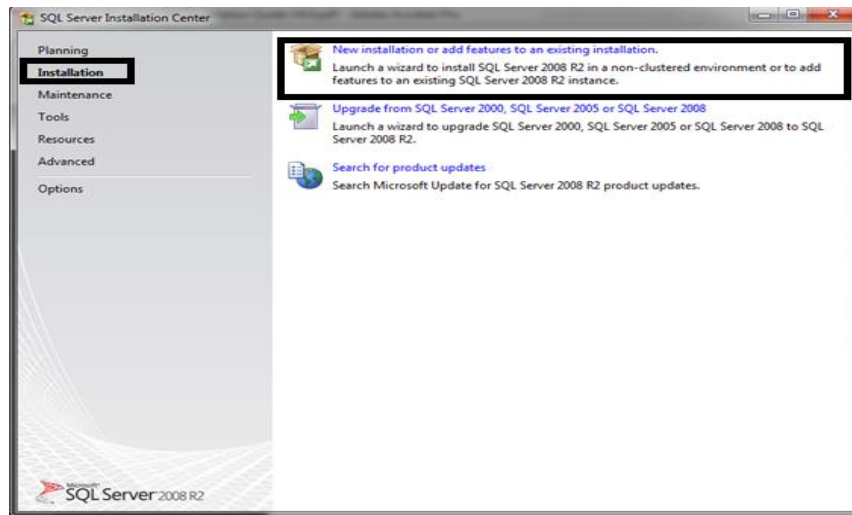


Figura 82 Ventana principal SQL server 2008.

- Luego solo esperamos que termine el proceso y pulsamos "O K."

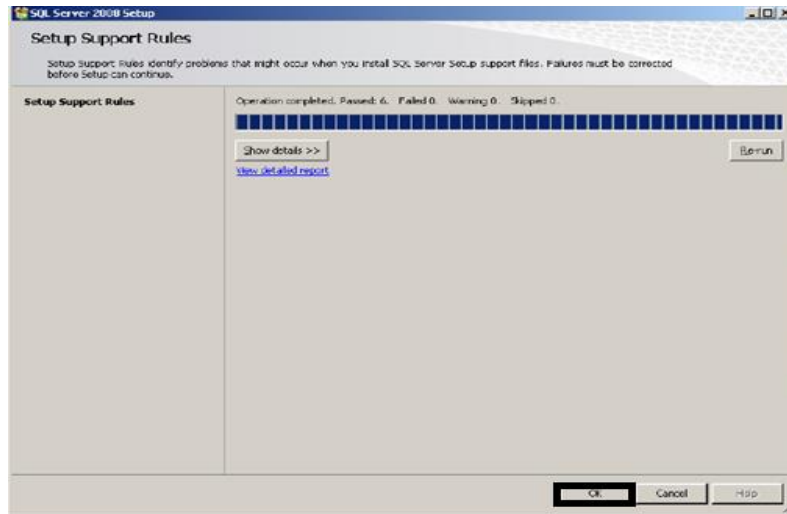


Figura 83 Barra de progreso de instalación SQL server 2008.

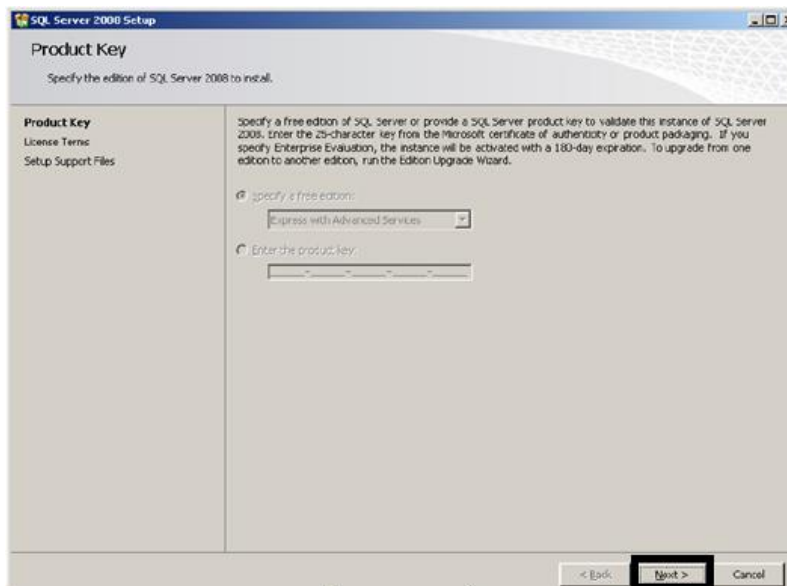


Figura 84 Instalación SQL server 2008

- Aceptamos términos y condiciones y continuamos el proceso de instalación.



Figura 85 Términos y condiciones Instalación SQL server 2008

- Elegimos la ruta donde se almacenará el programa o simplemente dejamos la que aparece por defecto.

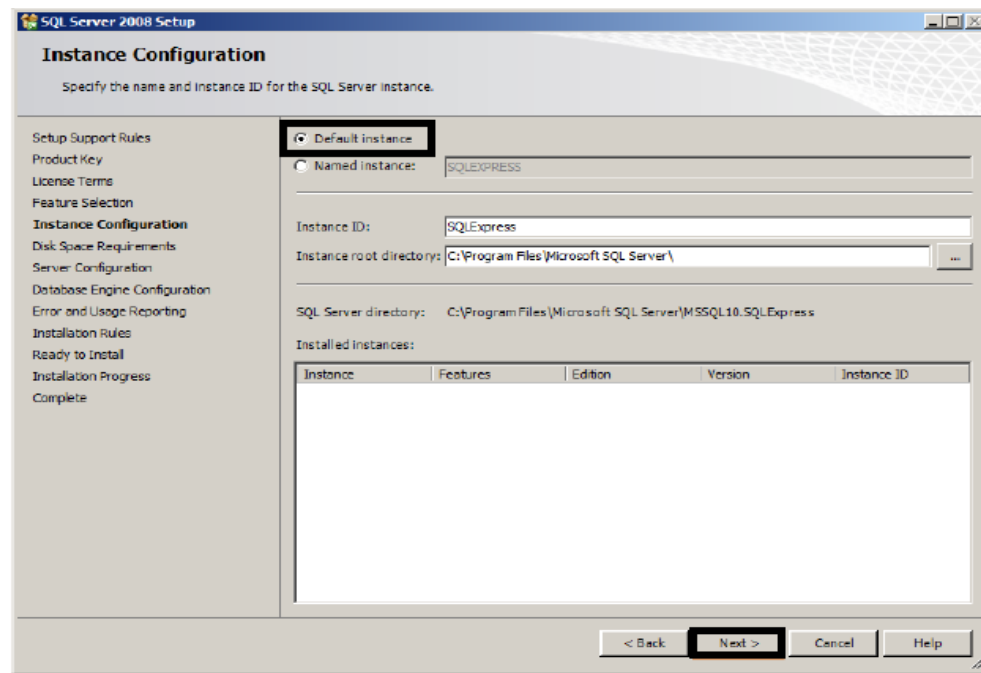


Figura 80.Ruta de instalación SQL server 2008

- En el primer recuadro aparece el nombre de la cuenta creada que nos servirá para acceder a la base de datos. En el segundo recuadro seleccionamos desabilitado.

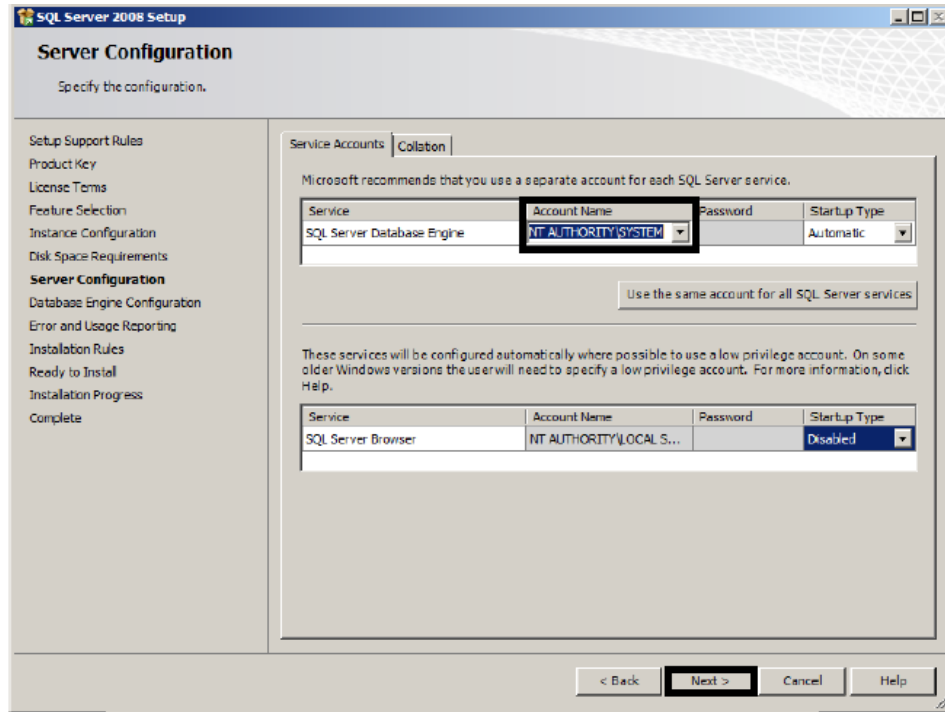


Figura 86 Crear cuenta en SQL server 2008

7. Seleccionamos "Mixed Mode" que permite usar contraseña, elegimos cualquier contraseña y luego pulsamos "Add Current User".

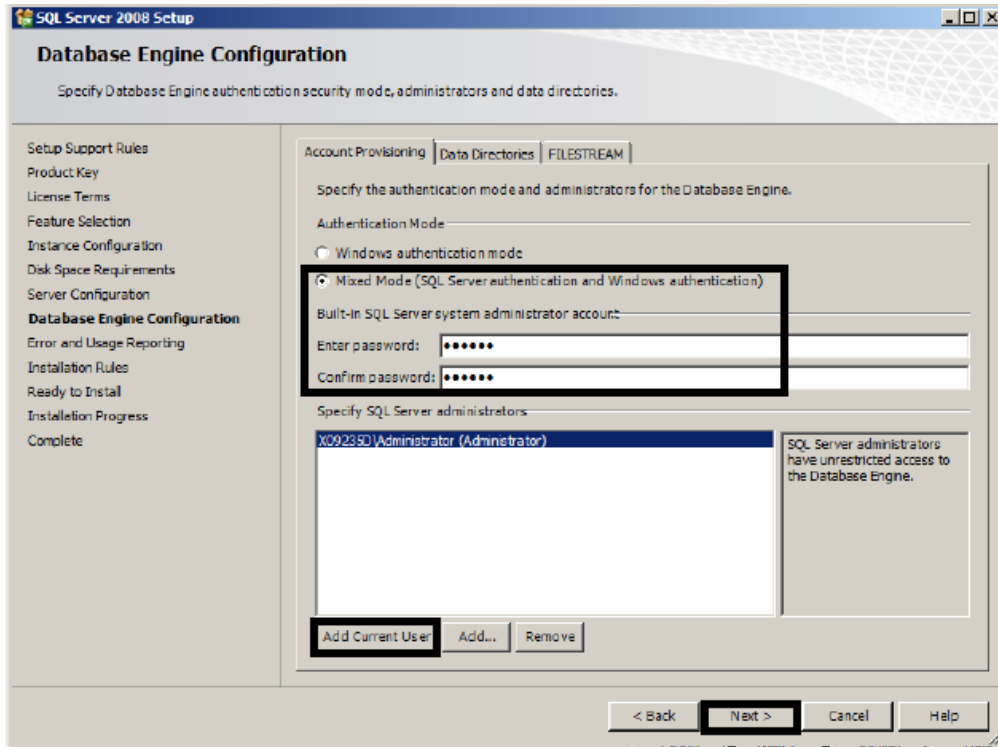


Figura 87 Instalación SQL server 2008

Pulsamos siguientes y dejamos que se complete la barra de progreso.

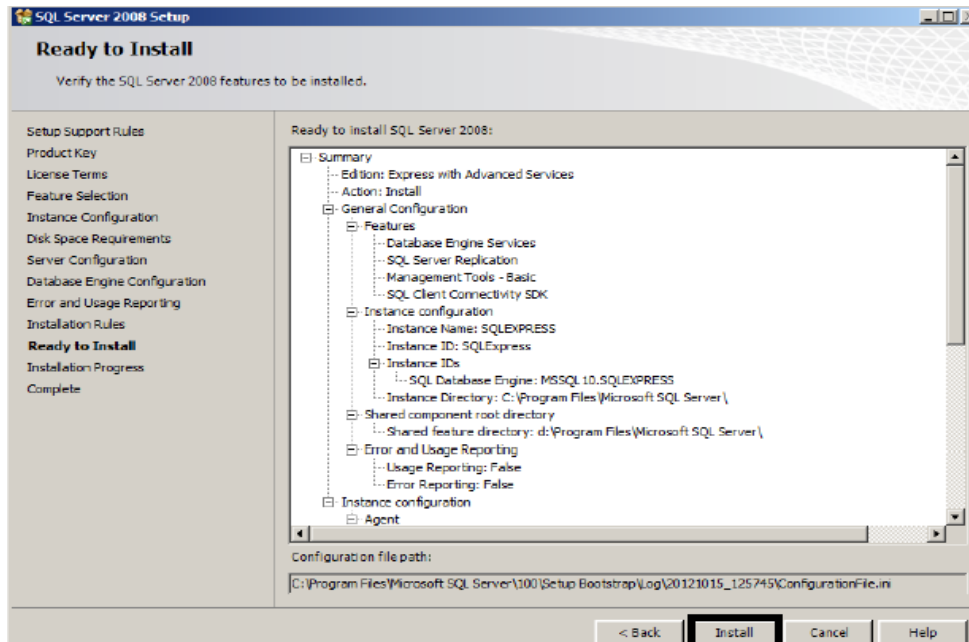


Figura 88 Inicia la Instalación SQL server 2008

- A este punto el proceso de instalación es terminado y solo restan unos pasos de configuración que se explicarán más adelante.

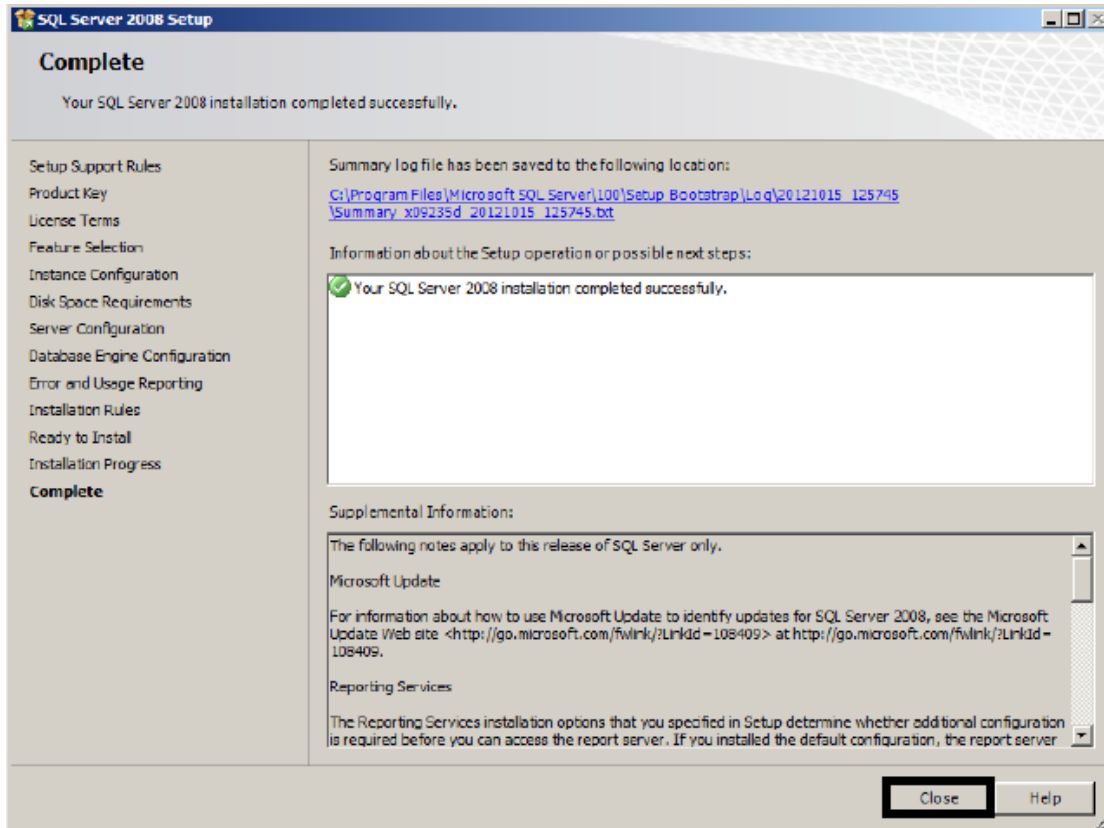


Figura 89 Final instalación SQL server 2008

9. Luego vamos a import export y seguimos los pasos y extraemos el nombre del servidor.

4.3.1. CONFIGURACION DE LA BASE DE DATOS

1. Vamos a todos los programas “Microsoft SQL Server 2008” y “SQL Server Management Studio” y aparecerá la ventana siguiente, donde introduciremos la contraseña creada durante el proceso y en login “sa” que sirve para todos los usuarios.



Figura 90 Ingresar a SQL server 2008

2. Damos doble clic en conectar e iniciara nuestra base de datos :

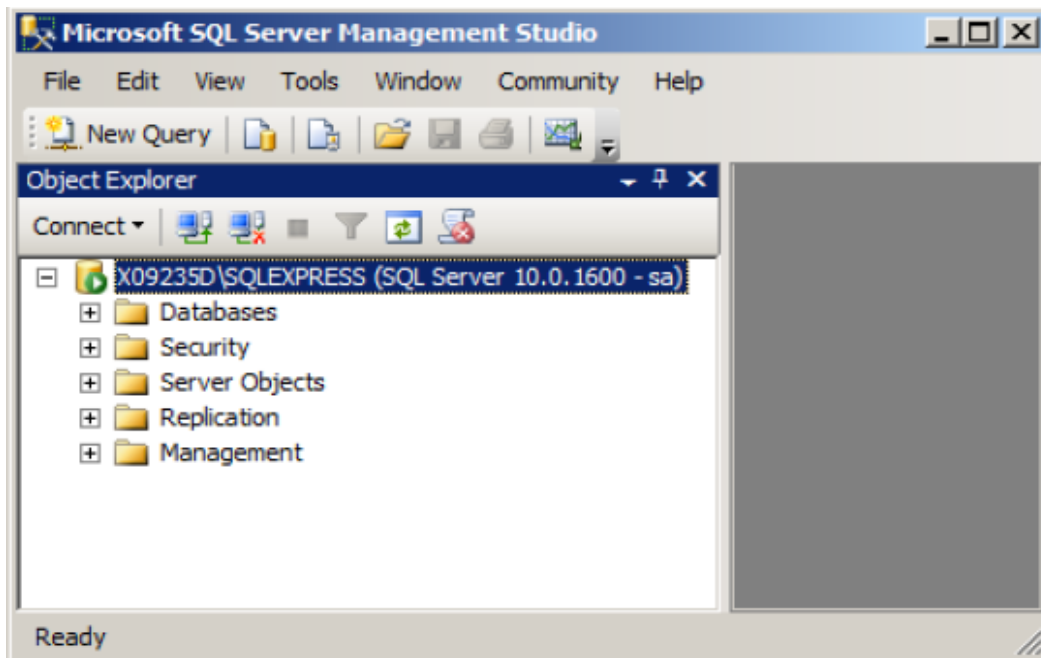


Figura 91 Conectar la base de datos SQL server 2008

3. Buscamos SQL Server 2008, “Configuration Tools” y “SQL server configuration server” y aparece la imagen siguiente:

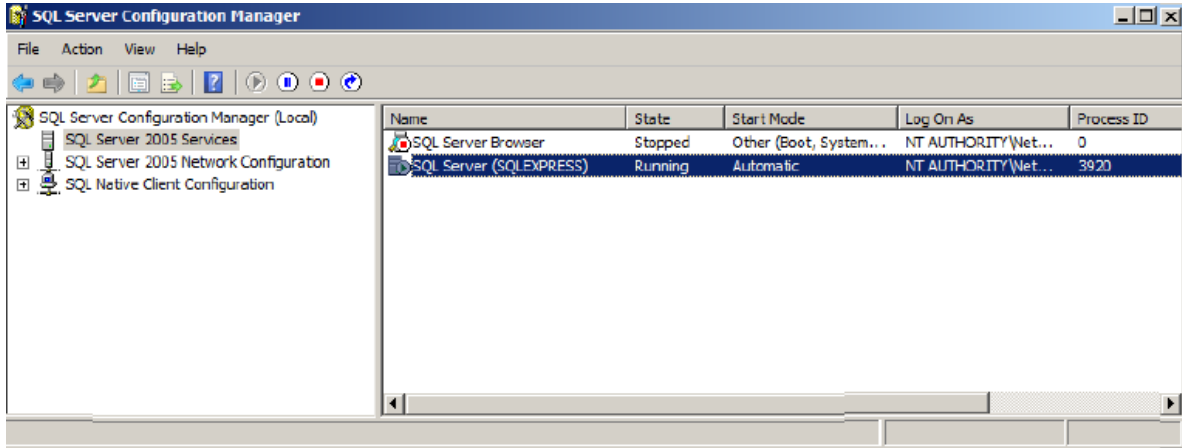


Figura 92 Configuración Base de datos

4. Nos dirigimos a “SQL Server 2008 Network configuration” y luego a la pestaña “protocols for SQLEXPRESS” y activamos la conexión TCP/IP.

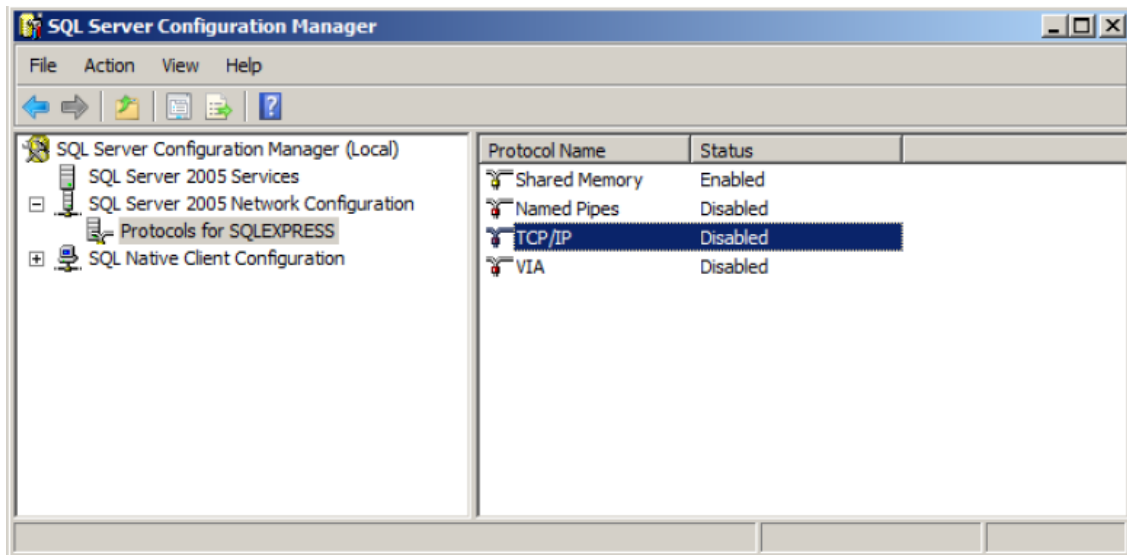


Figura 93 Configuración Base de datos

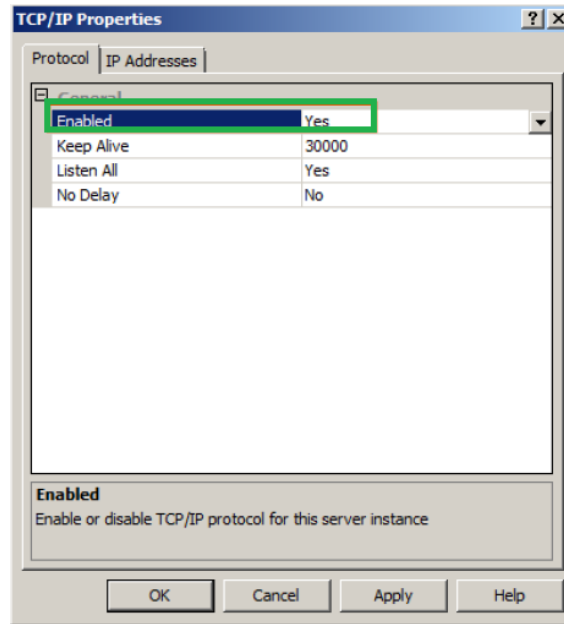


Figura 94 Configuración TCP/IP Base de datos.

1. Luego en la pestaña "IP addresses" activamos la IP y activamos las IP 4 que tiene la dirección IP de 127.0.0.1 que se refiere al localhost, un hostes un equipo o servidor que se está usando en el propio computador, es una forma de enrutar el flujo de datos.

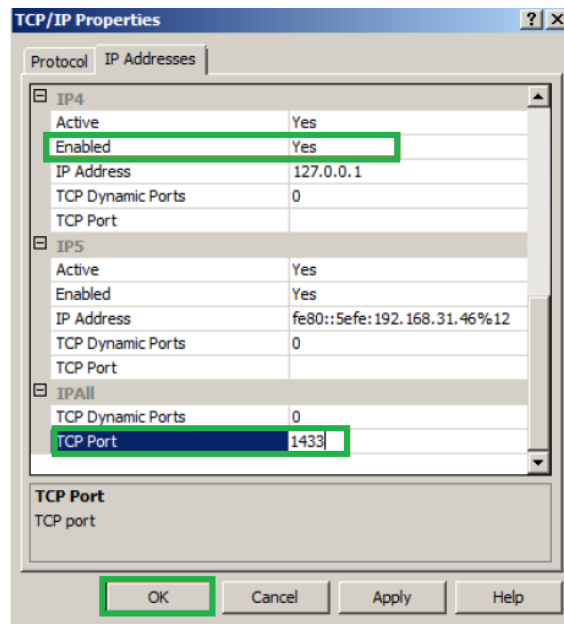


Figura 95 Configuración TCP/IP Base de datos

2. Por último restauramos el servidor.

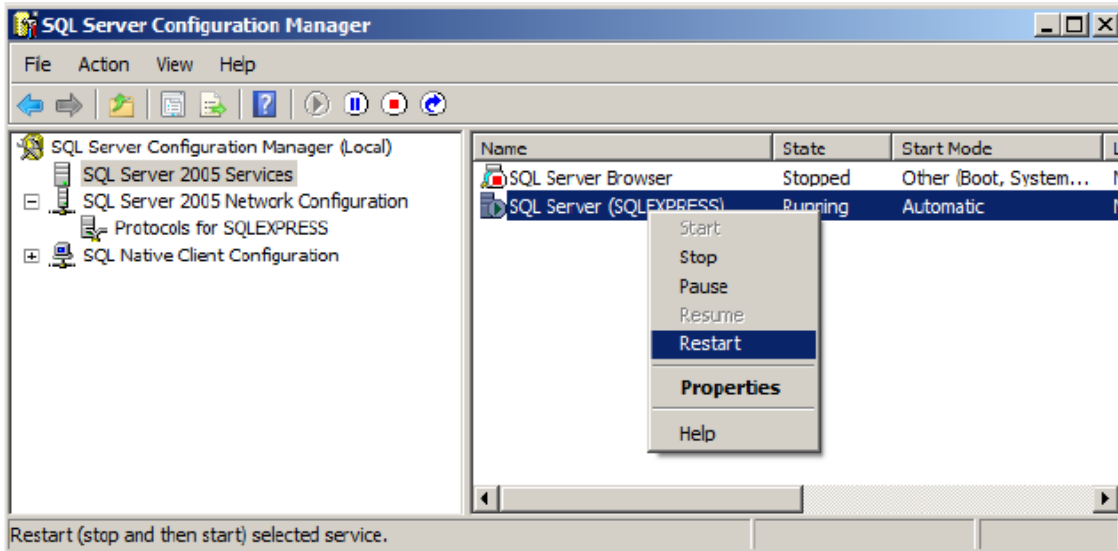


Figura 96 Restaurar el servidor de la base de datos.

4.4. CONFIGURACION EN EL SOFTWARE SMARTDISPATCH

Dentro del software Smart Dispatch existen diferentes módulos que requieren ser configurados. A continuación se describirán las herramientas encontradas en el software.

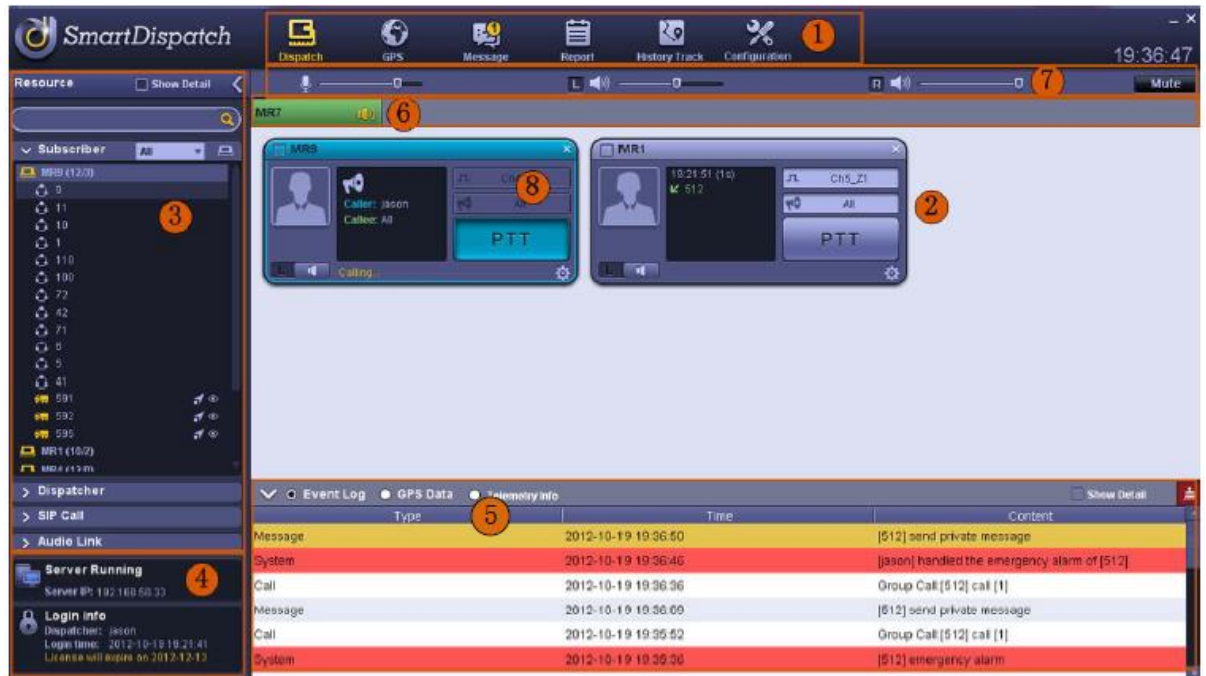


Figura 97 Ventana principal Smart Dispatch

1. Menú Principal: En este espacio encontramos diferentes ventanas de selección:

- 1.1 Dispatch: En esta opción aparece cada uno de los radios con una ventana donde se especifica su alias de identificación.
- 1.2 GPS: Si se tiene conexión a internet se puede ver la posición satelital de cada radio en google Maps, configuración de geocercas y distancias entre unidades y destino.
- 1.3 Message: En este espacio se pueden escribir y recibir mensajes por parte de los radios digitales, además aquí llegan los mensajes provenientes del proceso de telemetría con el monitoreo de los estados de los sensores.

- 1.4 Reporte: En reportes se pueden sacar informe sobre todo la información recibida en el centro de control sobre llamadas, posición satelital y mensajes recibidos.
 - 1.5 History Track: En caso de emplear rutas para los radios móviles, nos permite observar el historial de rutas para cada radio.
 - 1.6 Configuración: En este campo se registran las ID y alias de los radios, nombre del canal de comunicación, radio que empleara telemetría y los pines programados. Esto para realizar seguimiento a través del software.
2. Panel de operación: Es la ventana donde se ubican los diferentes planos de llamada de cada radio.
3. Panel de navegación : Se tiene un listado de los radios activos y registrados en el software por medio del radio conectado al computador, donde se pueden elegir opciones como posicionar satelitalmente, llamar, desactivar el radio.



Figura 98 Panel de navegación

4. Barra de estado: Aparece es estado del servidor y la dirección IP con la cual opera.
5. Panel de Registros: Aparece todo tipo de evento que se produzca como llamadas, mensajes y telemetría.
6. Barra de estado de llamada: Esta barra es de color verde cuando se recibe o se hace una llama
7. Barra de Volumen: Donde se ajusta el sonido.
8. Panel de llamadas:

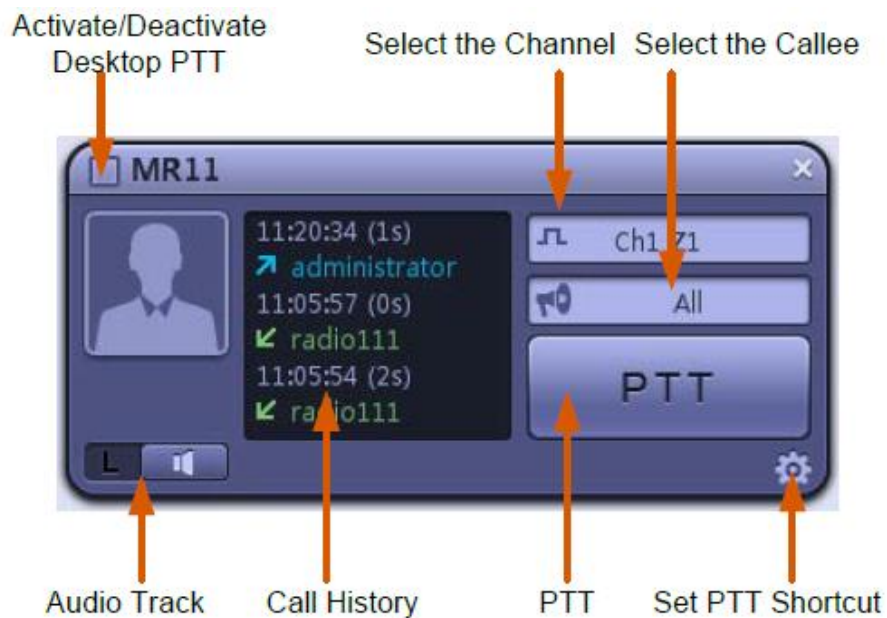


Figura 99 Restaurar el servidor de la base de datos.

En la imagen anterior se muestra cada una de las partes de la ventana donde cada radio tiene un historial de llamadas con descripción de llamadas en duración, canal de comunicación e identificación de generación de la llamada.

La figura 100 siguiente es la ventana principal del software Smart Dispatch donde se puede ver cada una de sus herramientas principales.

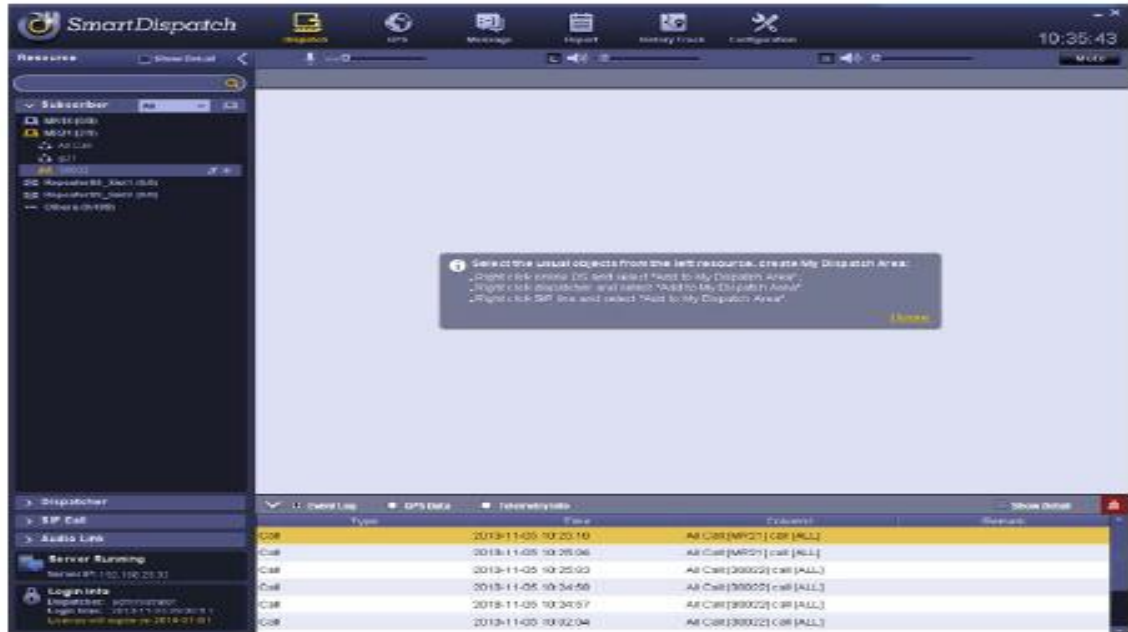


Figura 100 Ventana principal Smart Dispatch

En la parte izquierda aparece cada grupo de radios asociados a una estación (radio conectado al computador). Podemos agregarlo a ventana principal pulsando "Add to my Dispatch Area".



Figura 101 Panel de navegación en Smart Dispatch.

Haciendo esto debe aparecer una ventana en el software con el nombre del radio base y las llamadas recibidas y hechas con duración y la identificación ID del radio con el que se comunicó.



Figura 102 Ventana principal Smart Dispatch

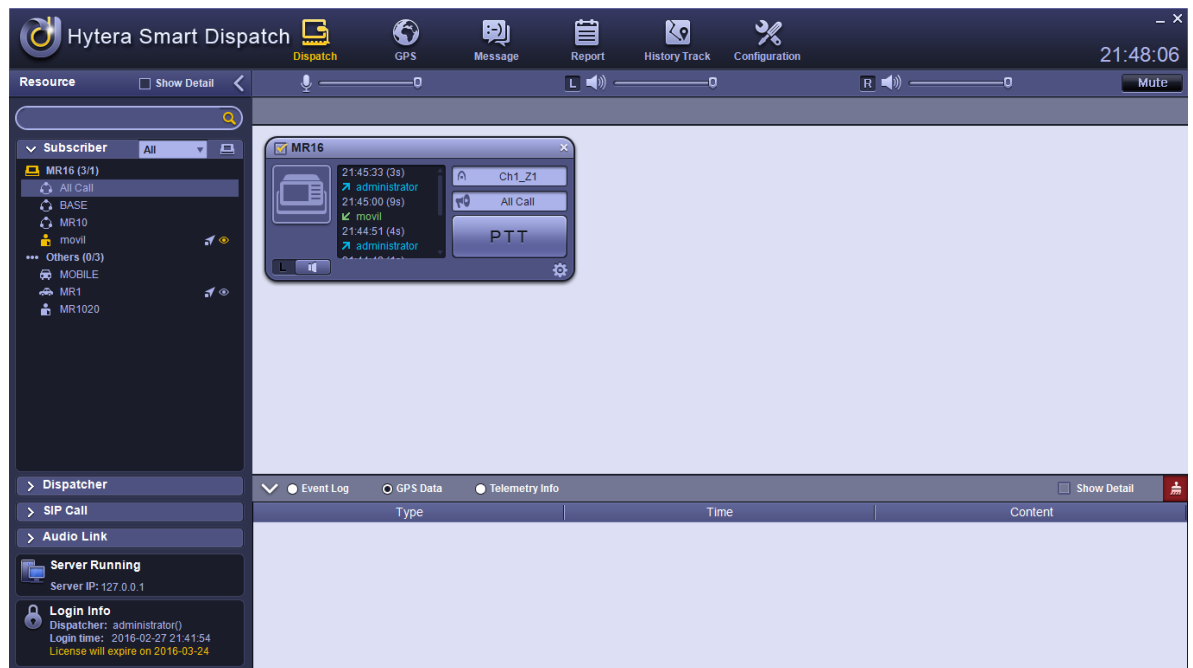


Figura 103 Ventana con monitorea de las estaciones Smart Dispatch.

En configuración es donde se ajusta canal grupo de comunicaciones, radios que se les hará seguimiento en el software y los pines de telemetría que se emplearan.

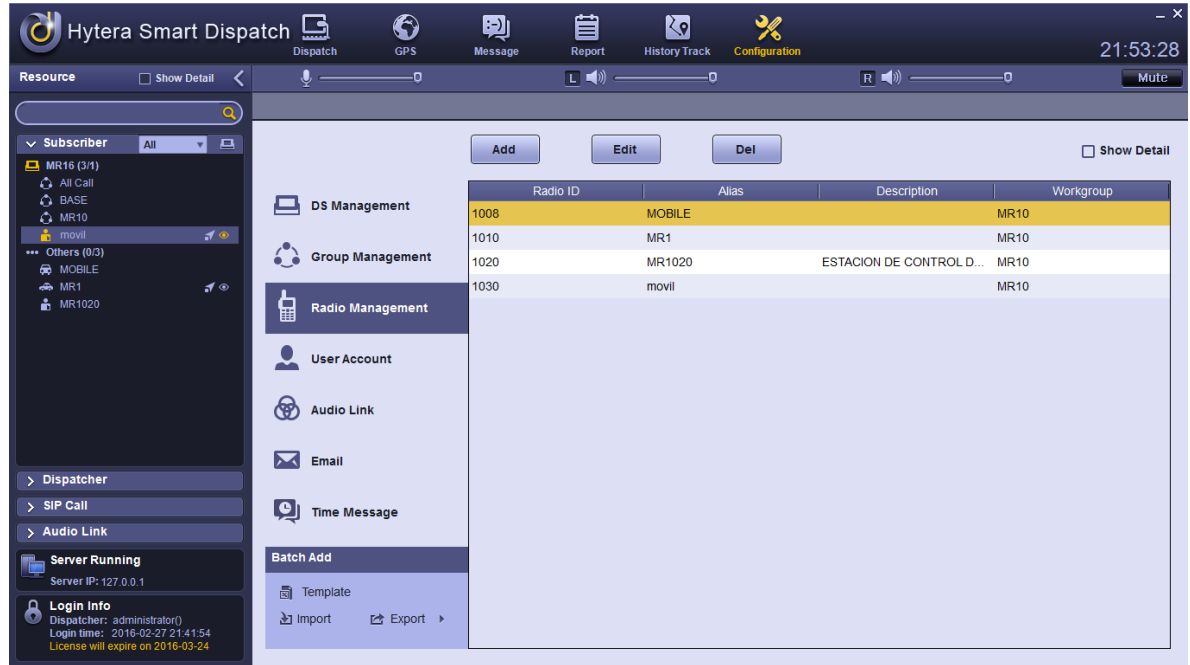


Figura 104 Configuración Smart Dispatch

En la opción DS Managementes donde se agrega la ID del radio que se comunicara con el computador para transmitir la información, es nuestra estación en la cual cada radio transmite la información.



Figura 105 DS Management- Smart Dispatch

En la opción Group Management es donde se registran las ID de los grupos creados dentro del programa, esta herramienta es muy útil si se emplea para un sistema de seguridad de guardas donde cierto grupo vigila una zona y otro se encarga de cierta zona, porque permite una mayor organización y rápida identificación de novedades.

| Workgroup | Org. Block | Group ID | Alias | Description |
|-----------|------------|----------|-------|---------------------|
| | | 1007 | MR10 | NO |
| | | 1020 | BASE | CONTROL DE SENSORES |

Figura 106 Group Management- Smart Dispatch

En la opción Radio management se añade cada radio que se vaya a monitorear con su ID y el nombre del grupo al cual pertenece.

| Radio ID | Alias | Description | Workgroup |
|----------|--------|--------------------------|-----------|
| 1008 | MOBILE | | MR10 |
| 1010 | MR1 | | MR10 |
| 1020 | MR1020 | ESTACION DE CONTROL D... | MR10 |
| 1030 | movil | | MR10 |
| 1032 | MOVIL2 | | MR10 |

Figura 107 Radio Management- Smart Dispatch

Por último se configure la telemetría se selecciona la opción de llegada en dirección de datos y si el voltaje de activación por estado alto o bajo de tensión. La demás configuración de la telemetría ya está configurada en la programación de los radios.



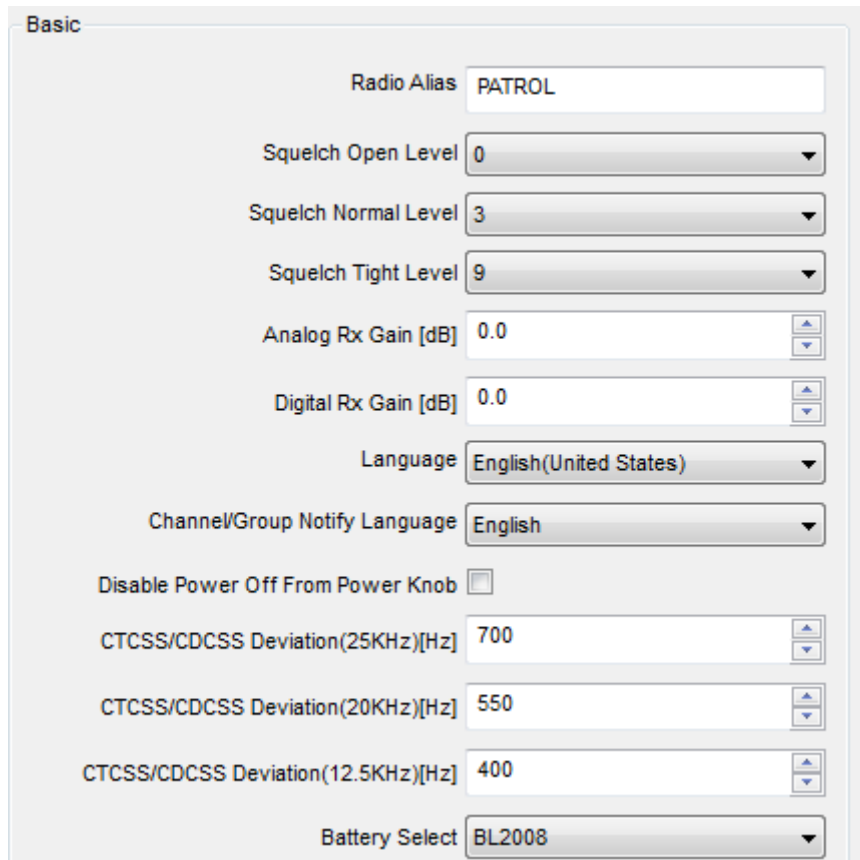
Figura 108 Telemetría - Smart Dispatch

4.5. PROGRAMACION RADIOS AUXILIARES

Los radios auxiliares serán dos los que se necesitaran para patrullaje, a medida que avanzó el proyecto se hizo el requerimiento de que los radios de los vigilantes recibieran mensajes de texto con la información del módulo de control del SE-BIOHYT por lo cual deben manejar la misma frecuencia de transmisión y recepción del radio base MD786G-U1 (400-470MHz) y estar en el mismo canal de comunicación.

En la programación de estos radios es importante asignarles un alias y una ID todo esto requerido en el software Smart Dispatch.

La ruta para esta configuración es "common" y "setting" y encontraremos la ventana descrita en la figura numero 103.



Basic

Radio Alias PATROL

Squelch Open Level 0

Squelch Normal Level 3

Squelch Tight Level 9

Analog Rx Gain [dB] 0.0

Digital Rx Gain [dB] 0.0

Language English(United States)

Channel/Group Notify Language English

Disable Power Off From Power Knob

CTCSS/CDCSS Deviation(25KHz)[Hz] 700

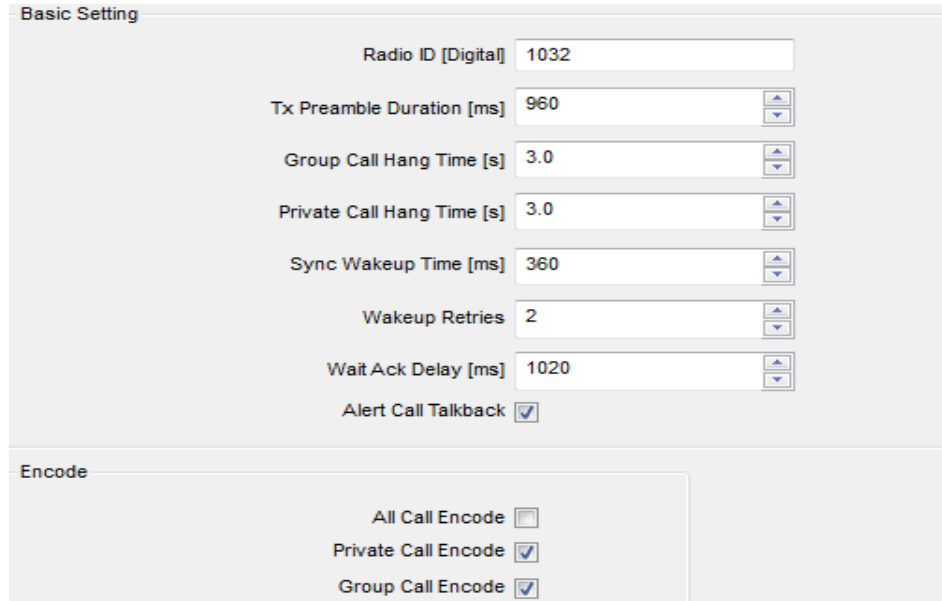
CTCSS/CDCSS Deviation(20KHz)[Hz] 550

CTCSS/CDCSS Deviation(12.5KHz)[Hz] 400

Battery Select BL2008

Figura 109 Configuración Básica del Radio Digital.

Configuración a través de la ruta “Convencional”, luego “DMR services” y por ultimo Basic.

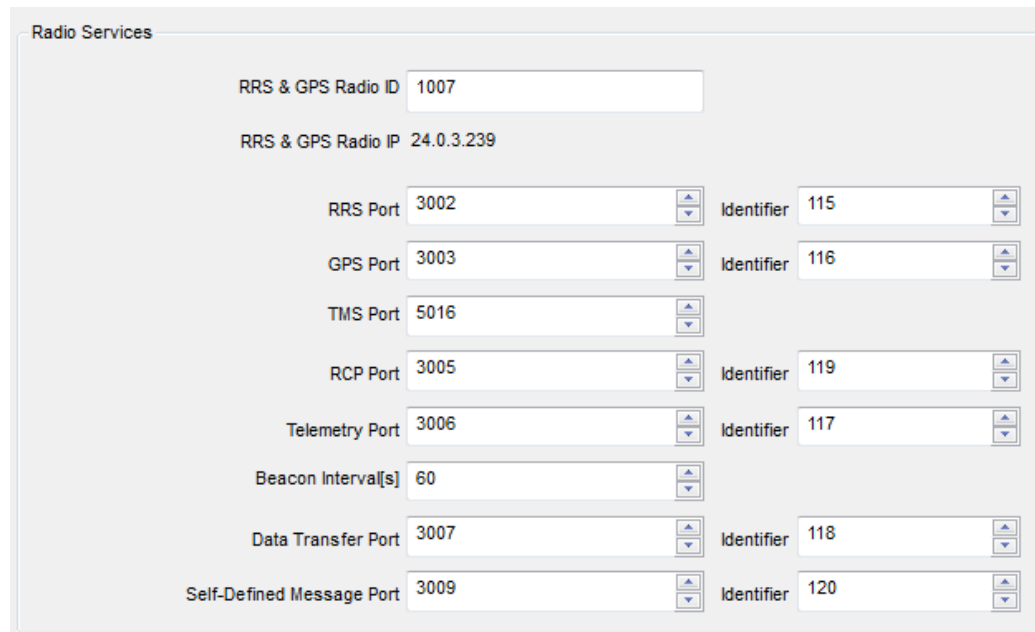


| Parameter | Value |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Radio ID [Digital] | 1032 |
| Tx Preamble Duration [ms] | 960 |
| Group Call Hang Time [s] | 3.0 |
| Private Call Hang Time [s] | 3.0 |
| Sync Wakeup Time [ms] | 360 |
| Wakeup Retries | 2 |
| Wait Ack Delay [ms] | 1020 |
| Alert Call Talkback | <input checked="" type="checkbox"/> |

| Encoding Option | Status |
|---------------------|-------------------------------------|
| All Call Encode | <input type="checkbox"/> |
| Private Call Encode | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Group Call Encode | <input checked="" type="checkbox"/> |

Figura 110 Configuración ID del radio digital portátil PD786G UHF

En "radio services" se debe ingresar la ID del radio de la estación dispatch sin esta ID no se puede transmitir información.



| Service | Port | Identifier |
|---------------------------|------------|------------|
| RRS & GPS Radio ID | 1007 | |
| RRS & GPS Radio IP | 24.0.3.239 | |
| RRS Port | 3002 | 115 |
| GPS Port | 3003 | 116 |
| TMS Port | 5016 | |
| RCP Port | 3005 | 119 |
| Telemetry Port | 3006 | 117 |
| Beacon Interval[s] | 60 | |
| Data Transfer Port | 3007 | 118 |
| Self-Defined Message Port | 3009 | 120 |

Figura 111 Comunicación Estación Smart Dispatch.

En la sección 4.10 Canales de Comunicación se describe las frecuencias de transmisión y recepción. Además como crear contactos en los radios.

4.6. ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL DEL SENSOR LM335 DE TEMPERATURA

Teniendo en cuenta las características eléctricas del sensor LM335Z de nos dice que cada 10mV equivale a un grado kelvin, con base a esto el conversor análogo digital del microcontrolador es de 12 bits es decir 4096 haciendo el siguiente factor de conversión se obtiene una relación entre la lectura del conversor y la temperatura medida:

$$\frac{10\text{ mV}}{^{\circ}\text{K}} \times \frac{2^{12}}{5000\text{ mV}} = \frac{8.192}{^{\circ}\text{K}} \text{ Ecuación 51}$$

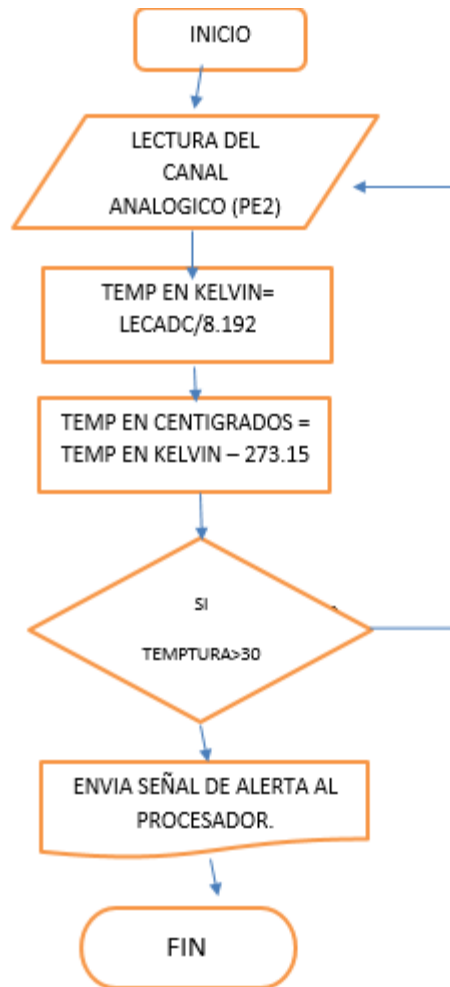


Figura 112 Diagrama de flujo del sensor de temperatura.

Este valor será nuestro factor de conversión, la lectura del ADC será comparada con ese factor en regla de tres para obtener la medida de temperatura.

4.7. ESTRUCTURA DE LA PROGRAMACION EN LA TARJETA TIVA C TM4C123GXL

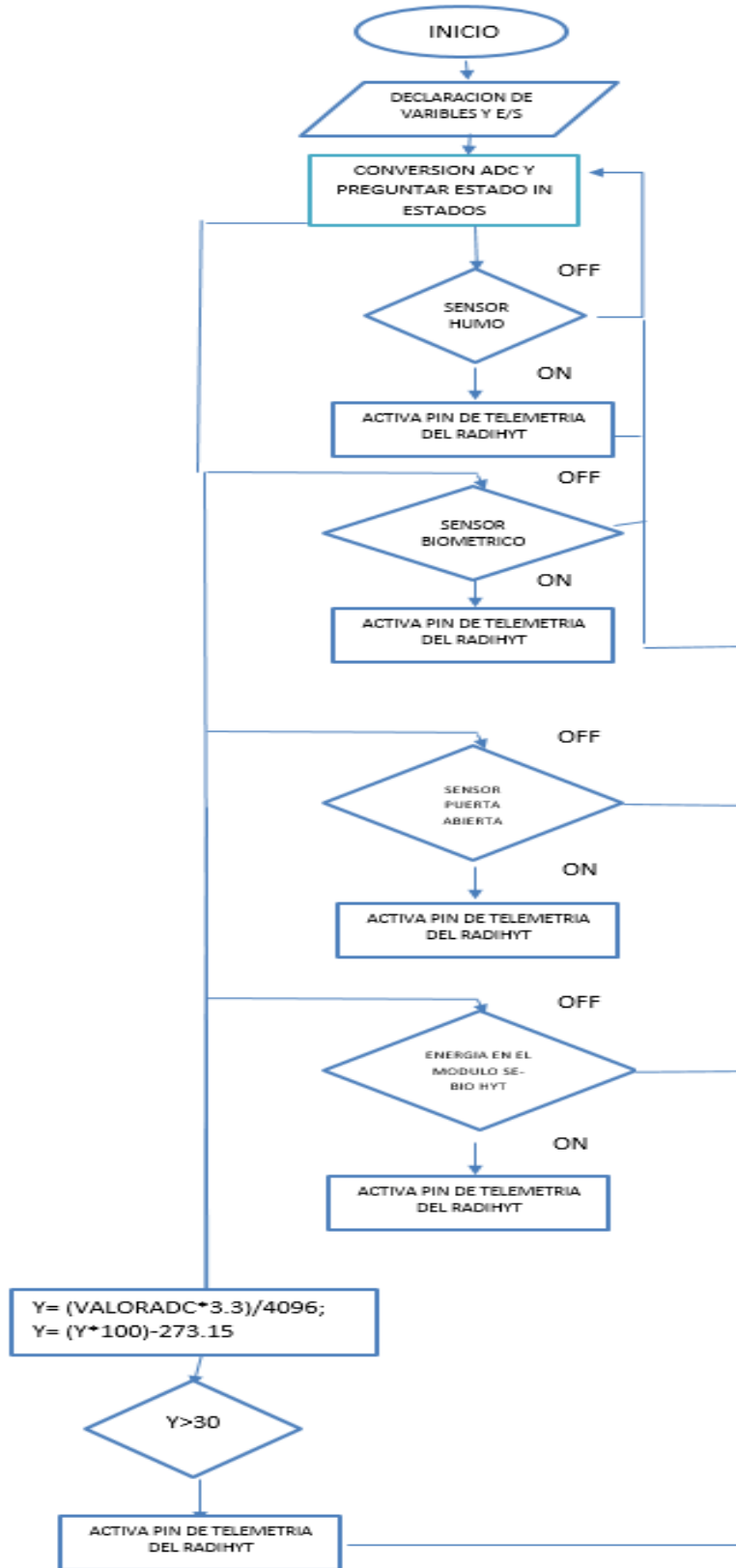


Figura 113 Diagrama de flujo programación.

La estructura del programa diseñado tiene como característica principal y es que estará ejecutando continuamente el código diseñado preguntando por el estado de las entradas digitales de los sensores y el valor del conversor análogo digital.

4.8. CONFIGURACION DEL CONTROL DE ACCESO BIOMETRICO F08

El control de acceso permite registrar 4.000 huellas digitales cada una con un código de identificación que desde el software de gestión puede asignársele un nombre a cada ID. El software se llama "Attendance Management" y viene con el control de acceso F08, Con él se puede hacer un monitoreo desde un computador mediante comunicación TCP/IP, RS232 y RS485/RS232 pero en nuestro proyecto no se empleara ninguno de estos métodos porque el proyecto está orientado a telemetría en lugares remotos o con limitaciones de conexión a internet.

Teniendo en cuenta esto, en el diseño del F08 hay algo a nuestro favor y es que cuenta con la opción de tener en el todo el registro de las personas autorizadas para ingresar a cierto lugar y descargar por USB la información periódicamente para su análisis y control. A continuación se muestra el software en su ventana principal:



Figura 114 Control de acceso biométrico F08

4.8.1. EXTRACCIÓN VÍA USB CONTROL DE ACCESO

Para descargar la información almacenada en el control de acceso F08 instalamos el software "Attendance management" y al iniciarlo obtendremos la ventana principal.

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD COMPUESTO DE EQUIPO BIOMETRICO , SENSORES Y RADIOS DIGITALES HYTERA PARA LA EMPRESA SETRONICS S.A.S

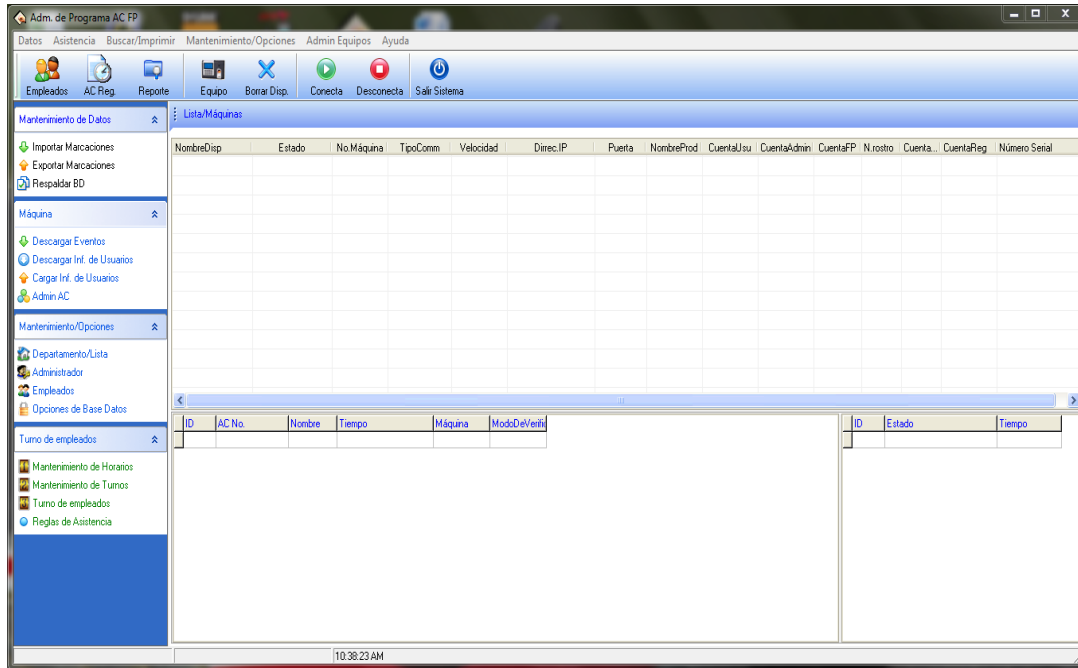


Figura 115 Ventana principal Attendance Management.

Para observar la información de los ingresos al control de acceso nos dirigimos a la pestaña “Datos” y luego “Admin USB”.

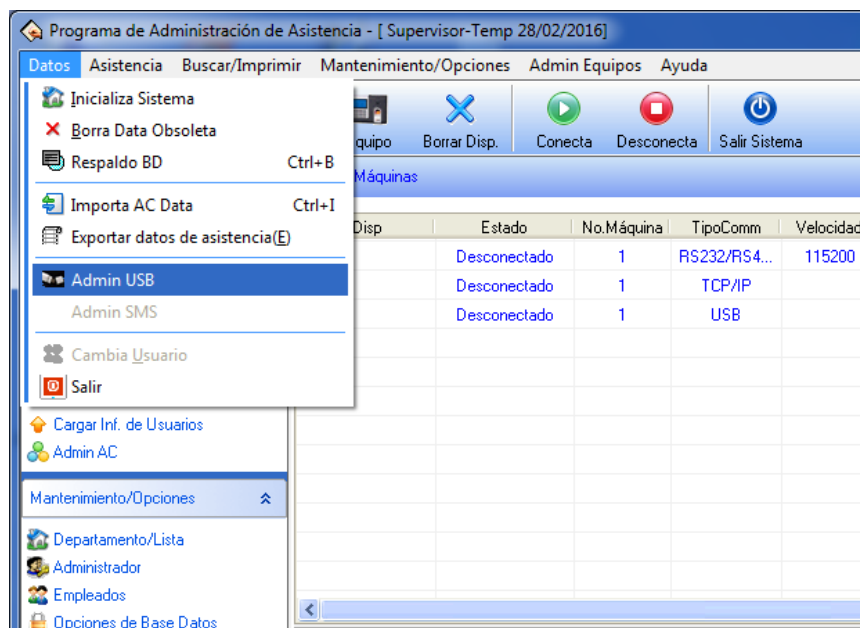


Figura 116 Importar datos USB.

Damos aceptar y esperamos la próxima ventana .

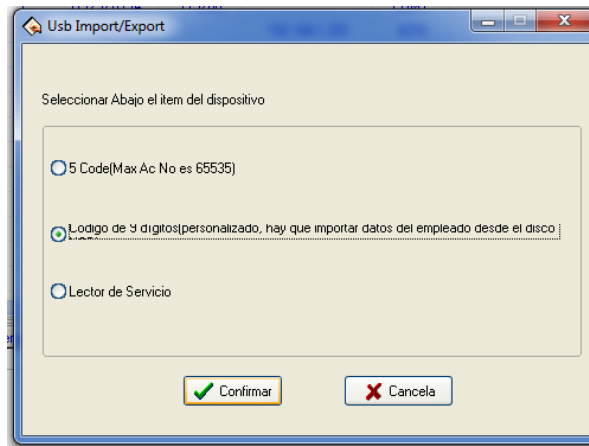


Figura 117 Confirmar Importar datos USB

Podemos ver la fecha del archivo guardado vía USB lo seleccionamos y pulsamos “Importa de disco local” para importar al software los datos .

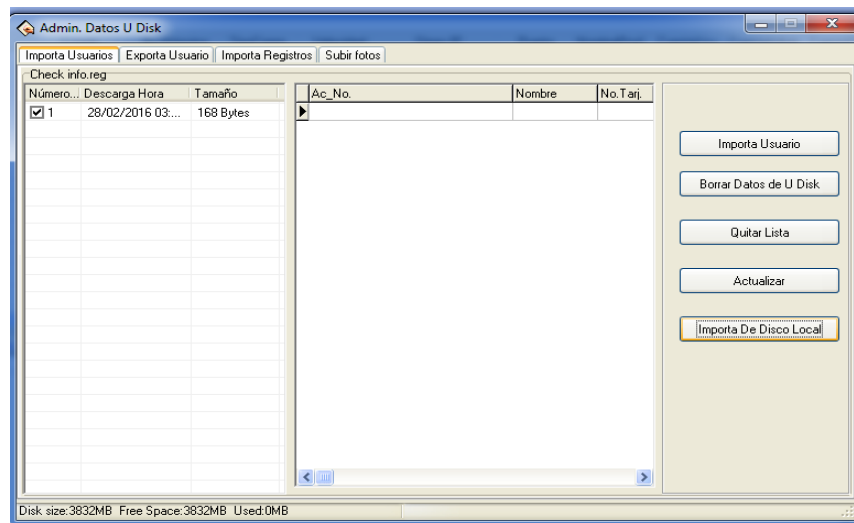


Figura 118 Descarga de Datos vía USB

Para visualizar las entradas y salidas por el control de acceso pulsamos en el icono “Buscar /Leer asistencia empleados” donde seleccionando lugar y empleado o todo los empleados podemos ver todos los movimientos por usuario con hora y fecha en un intervalo de tiempo seleccionado por nosotros .

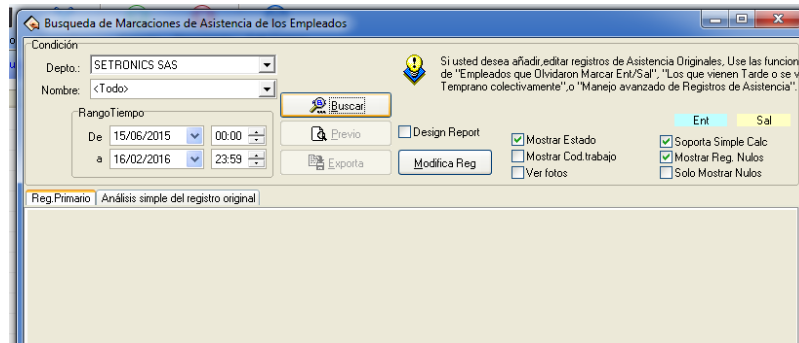


Figura 119 Búsqueda por fecha, empleado y ubicación.

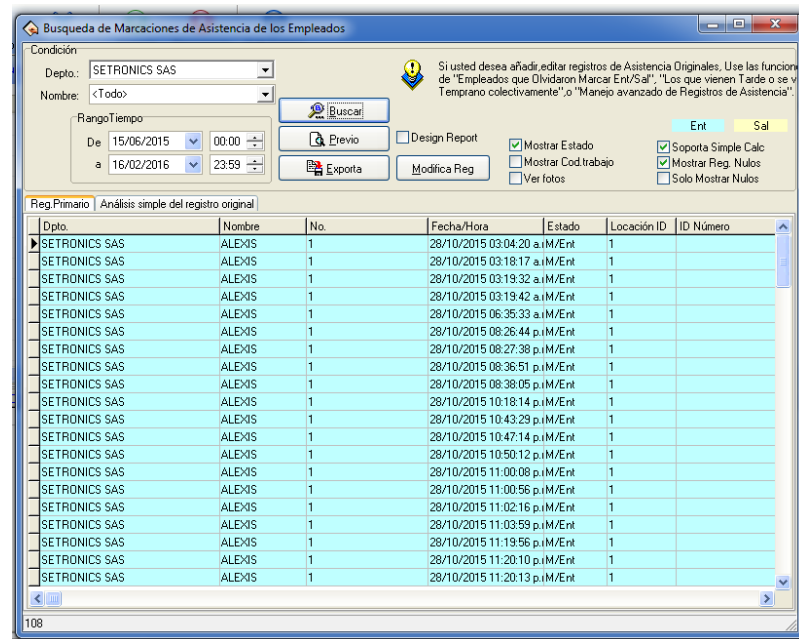


Figura 120 Lista de ingresos y egresos en el sistema.

En la opción usuarios podemos modificar el nombre del empleado departamento al cual pertenece, sexo, numero de cedula, foto, horario trasladarlo a otro departamento.

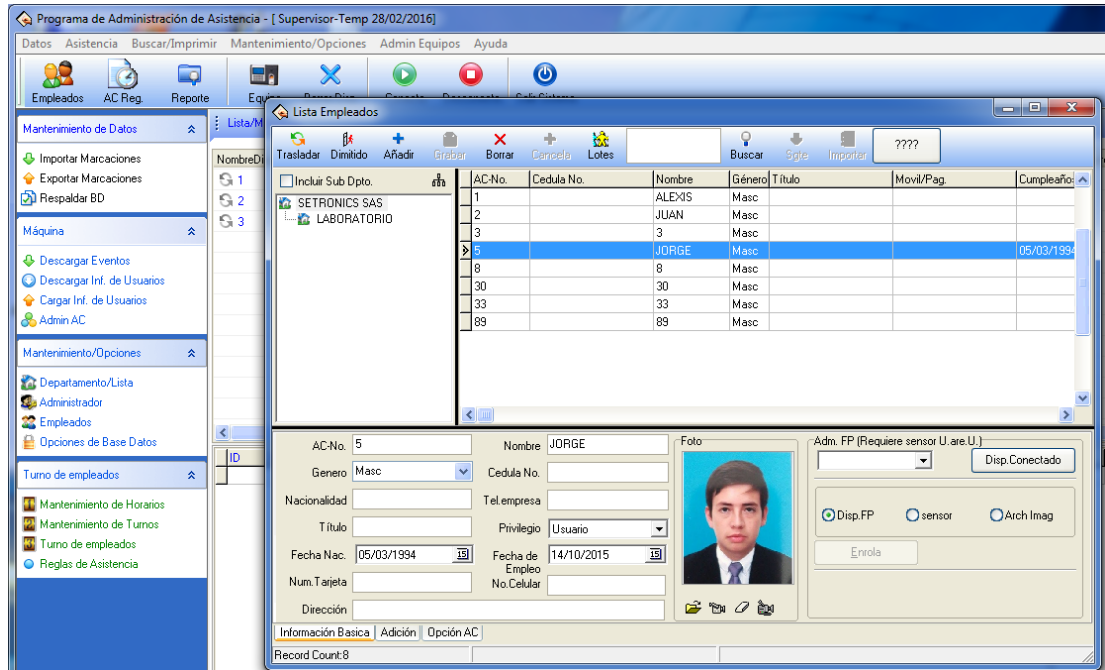


Figura 121 Configuración datos personales cada usuario.

4.8.2. MONITOREO VÍA CONEXIÓN TCP/IP

Es muy similar el proceso al hecho en la extracción vía USB en cuanto a revisar el historial de ingresos, con la única diferencia que se configura una dirección IP en el software y también en el dispositivo lo que permite la comunicación.

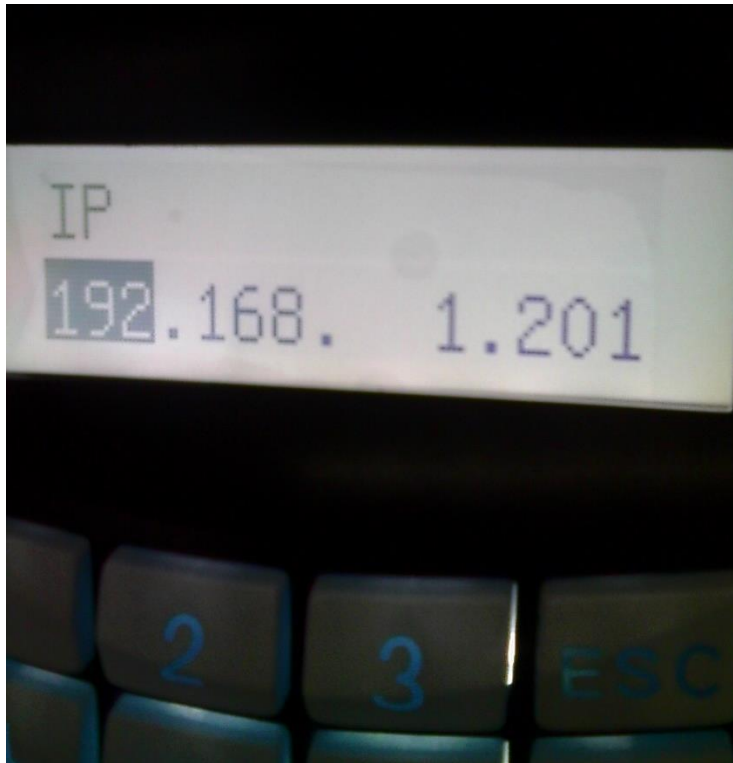


Figura 122 Configuración dirección IP para comunicación con el Software

En la opción "menú", "opciones de comunicación" y IP es el camino para acceder a esta configuración.

Para configurar la comunicación del acceso biométrico es necesario acceder al panel de control del computador, redes e internet y conexiones de red donde se podrá configurar la conexión TCP/IP.

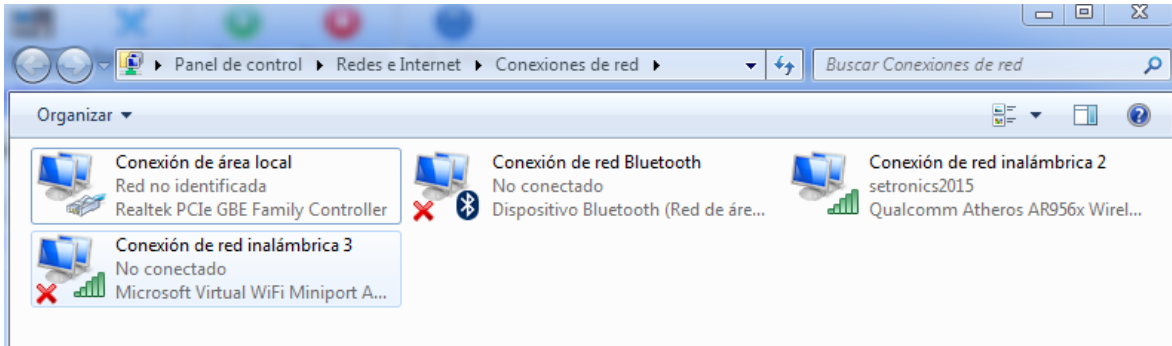


Figura 123 Ruta para la Configuración dirección IP.

En el icono conexiones de área local y propiedades donde se establece la dirección IP , Gateway y subnet.

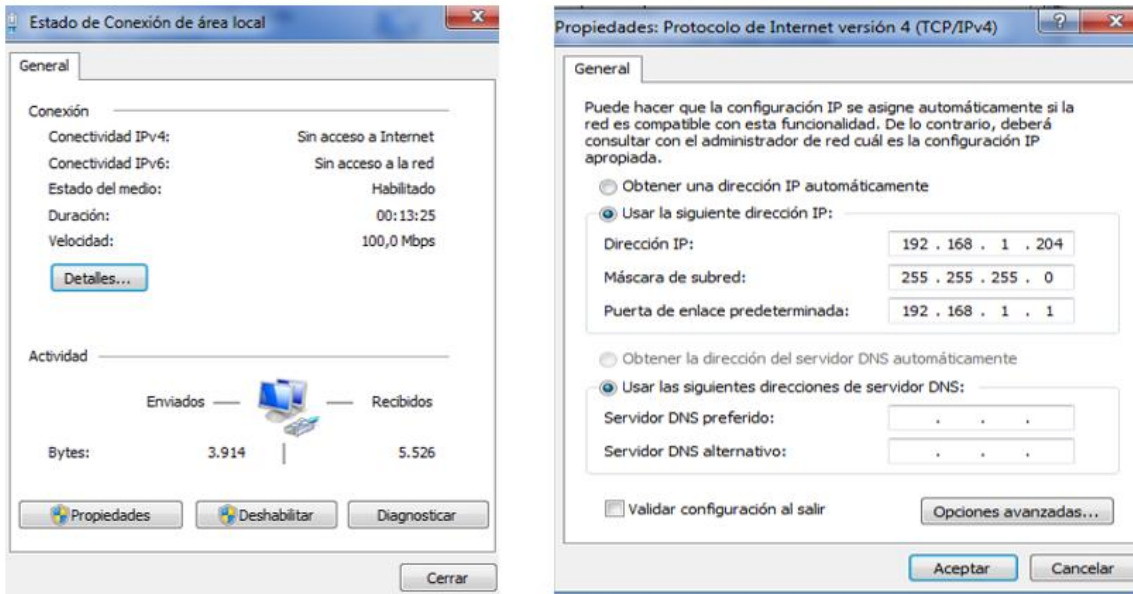


Figura 124 Configuración comunicación TCP/IP.

Al abrir el software del control de acceso biométrico pulsando conectar se establece la conexión donde instantáneamente podemos ver las salidas y entradas al sistema.

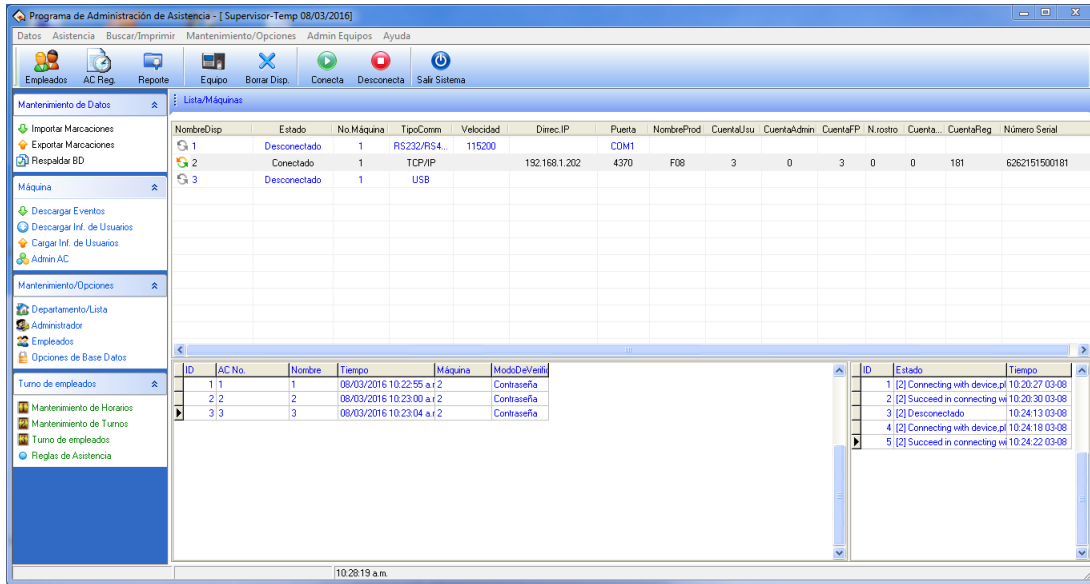


Figura 125 Ventana principal "attendance management".

4.9. CONFIGURACION DEL SENSOR DE INCENDIO

La configuración del sensor de humo y el principio de funcionamiento del sensor es muy sencillo, es un sensor fotoeléctrico y opera a 12VDC con salida a relé. Cuenta con dos botones "RESET" y "SET". Con set se simula una detección de humo o llama y con reset queda en su estado natural, al momento de detectar llama activa el contacto normalmente cerrado cambiando el contacto interno, a partir de esta señales regulada por EL UA 7805 para ser procesada por el modulo SE-BIOHYT.

Tiene una característica y es que al ser activado debe reiniciarse manualmente. A continuación se muestra la imagen del sensor empleado.



Figura 126 Sensor de Incendio /Humo.

4.10. CANALES DE COMUNICACIÓN DE LOS RADIO DIGITALES

Cada uno de los radios utilizados empleó la misma configuración de frecuencia y canal que se describe a continuación.

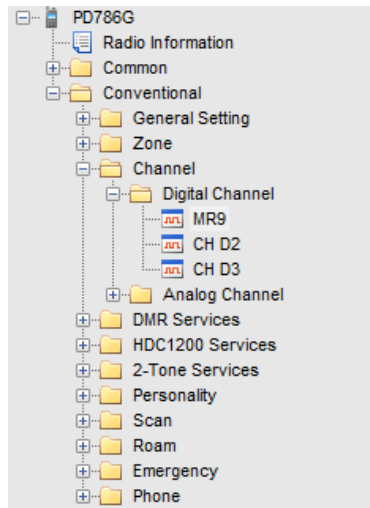


Figura 127 Ruta de acceso al canal.

Al acceder al canal encontramos las características entre las cuales figuran importantes el nombre del canal y el color code. El color code debe ser igual en todos los radios programados para identificar la codificación si es diferente este valor no se podrán comunicar.

ChannelAlias MR9 (The actual display may change, See the Help for details)

Color Code 6

Slot Operation Slot 1

Pseudo Trunk Designated TX None

Scan List/Roam List Scan List 1

Auto Start Scan

Quick GPS

Talk Around

Rx Only

IP Multi-site Connect

Auto Start Roam

VOX

Option Board

Priority Interrupt Encode

Priority Interrupt Decode

Reliable Priority Interrupt Transmit

Enhanced ChannelAccess

Figura 128 Ruta de acceso al canal.

En la figura 119 se observan las frecuencias de operación en recepción 461.025 MHz y el mismo valor para transmisión, solo serán diferentes cuando se añada un repetidor de señal RD986 UHF o RD626 UHF.

The screenshot displays a configuration window for a radio channel, divided into three main sections: Rx, Offset, and Tx.

- Rx Section:**
 - Receive Frequency [MHz]: 461.025000
 - Rx Group List: Rx Group List 1
 - Emergency Alarm Indication:
 - Emergency Alarm Ack:
 - Emergency Call Indication:
- Offset Section:**
 - Offset [MHz]: 0.000000
 - Copy button
- Encrypt Section:**
 - Encrypt:
 - Encrypt Type: Basic
 - Encrypt Key: None
 - MultiKey Decrypt:
 - Random Key Encrypt:
- Tx Section:**
 - Transmit Frequency [MHz]: 461.025000
 - Tx Contact Name: PaP General
 - GPS Revert Channel: Selected
 - RRS Revert Channel: Selected
 - Emergency System: DigitalSys 1
 - Phone System: None
 - Power Level: Low
 - Tx Admit: Always Allow
 - In Call TX Admit: Follow TX Admit
 - Tx Time-out Time [s]: 60
 - TOT Pre-Alert Time [s]: 0
 - TOT Re-key Time [s]: 0
 - TOT Reset Time [s]: 0

Figura 129 Frecuencias del canal

A continuación se muestra la ruta para añadir, editar o eliminar contactos en los radios digitales.

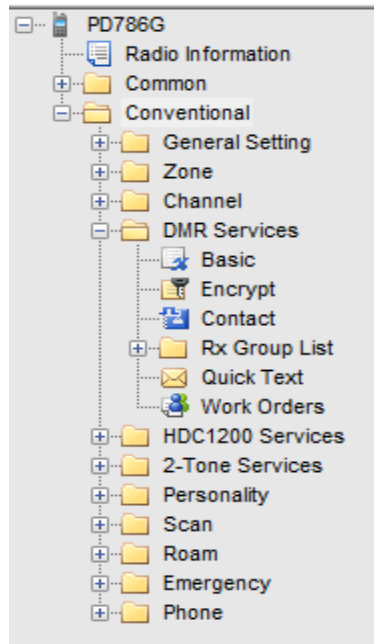


Figura 130 Ruta acceso a los contactos del canal.

En la figura 131 se muestran los contactos con los cuales se puede realizar una llamada, también existe la opción de marcar la ID manualmente en caso de no estar almacenada en contactos.

| No. | Call Alias | Call Type | Call ID |
|-----|-------------|--------------|----------|
| 1 | CONTROL | Private Call | 1020 |
| 2 | General | All Call | 16777215 |
| 3 | MAJ | Private Call | 1 |
| 4 | MOBILE | Private Call | 1007 |
| 5 | PaP General | Group Call | 1008 |

Figura 131 Descripción de Contactos

La figura muestra el tipo de llamada, nombre de la llamada y la ID de la llamada.

5.

A n á l i s i s y

R e s u l t a d o s

*“N o c r e o q u e l a s o n d a s i n a l á m b r i c a s q u e h e d e s c u b i e r t o t e n d r á n
n i n g u n a a p l i c a c i ó n p r á c t i c a “ H e i n i c h R . H e r t z*

5. ANALISIS Y RESULTADOS

En el siguiente capítulo se presentan los resultados del proyecto en su fase final, los inconvenientes, porcentajes de error, validaciones y alternativas de desarrollo que se tuvieron en cuenta para implementar el modulo completamente.

5.1. CONFIGURACIONES DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

Dentro del desarrollo de este proyecto se planteó diseñar dos configuraciones para cumplir con las expectativas de la empresa, esto debido a que no todos los clientes requieren lo mismo ni de la misma manera ya que no es un producto de un solo implemento sino que integra muchos dispositivos.

Teniendo en cuenta que las comunicaciones inalámbricas son parte esencial en casi todos los procesos que realizamos diariamente, el contar con equipos de radiocomunicaciones nos brinda una gran ventaja aunque la transmisión de datos es más limitada en cuanto a variables aquí que un sistema por GPRS, wifi, bluetooth o zigbee. La ventaja es la gran distancia que se puede obtener de comunicación entre radios 3KM y con repetidor entre 30-50KM sumado a que este método de comunicación por radio funciona en cualquier lugar bajo casi cualquier situación siendo muy robusto.

A continuación se describirán dos configuraciones que se emplearan:

5.1.1. ENTORNOS HOSTILES

Esta configuración lleva este nombre debido a que seideo con el fin de obtener toda la información de accesos a cierto lugar y el control a través de los sensores sin necesidad de depender de internet. Es decir el módulo de control SE-BIOHYT procesa toda la información de los sensores en el lugar y envía la información a un radio ubicado en otro sitio que si debe tener conexión a internet para el

correcto funcionamiento del software Smart Dispatch, si se quiere tener un completo informe del estado de la posición satelital de los radios digitales.

En base a esto este sistema cuenta con las siguientes características:

- 1 Radio PD786G UHF.
- 2 Radio PD786G UHF para vigilantes del lugar donde recibirán mensajes del estado de los sensores, llamadas por el despachador del software, botón de emergencia y llamadas entre guardas.
- Control de Acceso biométrico F08 con descarga de datos vía USB.
- Sensores de Humo, temperatura, puerta abierta y cerradura eléctrica.
- 1 MD786 UHF con 6 pines de telemetría para transmitir a la estación Smart Dispatch.

5.1.2. ENTORNOS NORMALES

Esta configuración se ideó para brindar solución a muchos eventos cotidianos de algunas empresas con sistemas de seguridad donde se tiene acceso a una red donde se puede monitorear en línea los accesos a cierto lugar a través del sensor biométrico

- 1 Radio PD786G UHF.
- 2 Radio PD786G UHF para vigilantes del lugar donde recibirán mensajes del estado de los sensores, llamadas por el despachador del software, botón de emergencia y llamadas entre guardas.

- Control de Acceso biométrico F08 con conexión TCP/IP y monitoreo en línea a través del software suministrado por el fabricante.
- Sensores de puerta abierta y cerradura eléctrica.
- 1 MD786 UHF con 6 pines de telemetría para transmitir a la estación Smart Dispatch.

5.2. CALIBRACION SENSOR DE TEMPERATURA

La correcta calibración del sensor de temperatura es parte fundamental en el buen funcionamiento del proyecto ya que un fallo en la temperatura ambiente medida generaría falsas alarmas, por esto para calibrar este sensor LM335Z de la national instruments se empleó un termómetro digital como patrón.

Al momento de elegir el sensor y decidir la viabilidad de emplearlo se tuvieron en cuenta las siguientes características.

- **Empaque tipo DIP:** Aunque los dispositivos de montaje superficial ofrecen mayor desempeño y velocidad se prefirió usar el tipo DIP por facilidad de instalación.
- **Voltaje de operación:** Es importante que el sensor de temperatura tenga una salida de voltaje analógica con un valor de tensión compatible con el manejado por el conversor análogo digital.

Basados en las características anteriormente mencionadas se decidió emplear el sensor LM335Z en el proyecto ya que cuenta con:

- Calibrado directamente en grados kelvin lo que hace fácil la conversión a grados centígrados.
- Temperatura de operación entre -40°C y 100°C .
- Fácil calibración e instalación.
- Bajo costo.
- Opera con valores de corriente entre $400\mu\text{A}$ y 5mA .

- Fácil acople a otros dispositivos de procesamiento.

Las primeras pruebas se hacen el montaje en una protoboard para verificar su funcionamiento.

5.2.1. CONFIGURACIÓN

Para configurar el sensor de temperatura LM335z se utilizó la configuración mostrada en la figura 132.

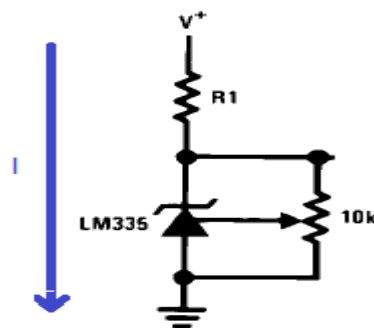


Figura 132 Circuito de calibración LM335z

Aplicando la ecuación de la malla I podemos calcular la R1 conociendo la caída de tensión máxima en el LM335Z y la corriente que queremos que circule a través de él.

$$-3.3V + R1 * I + 3.04V = 0 \text{ Ecuación 52}$$

$$R1 * I = 0.26V \text{ Ecuación 53}$$

Si la resistencia es $10K\Omega$, entonces:

$$I = 0.026mA \text{ Ecuación 54}$$

Dicha corriente nos permite operar sin problemas. Las pruebas de calibración consistieron en base a estos datos de resistencia, hacer el montaje del circuito de prueba en una protoboard.

El fabricante aconseja calibrar a una salida de tensión de 2.982V a 25°C por lo cual con ayuda de un sensor de temperatura digital realizamos las mediciones correspondientes.

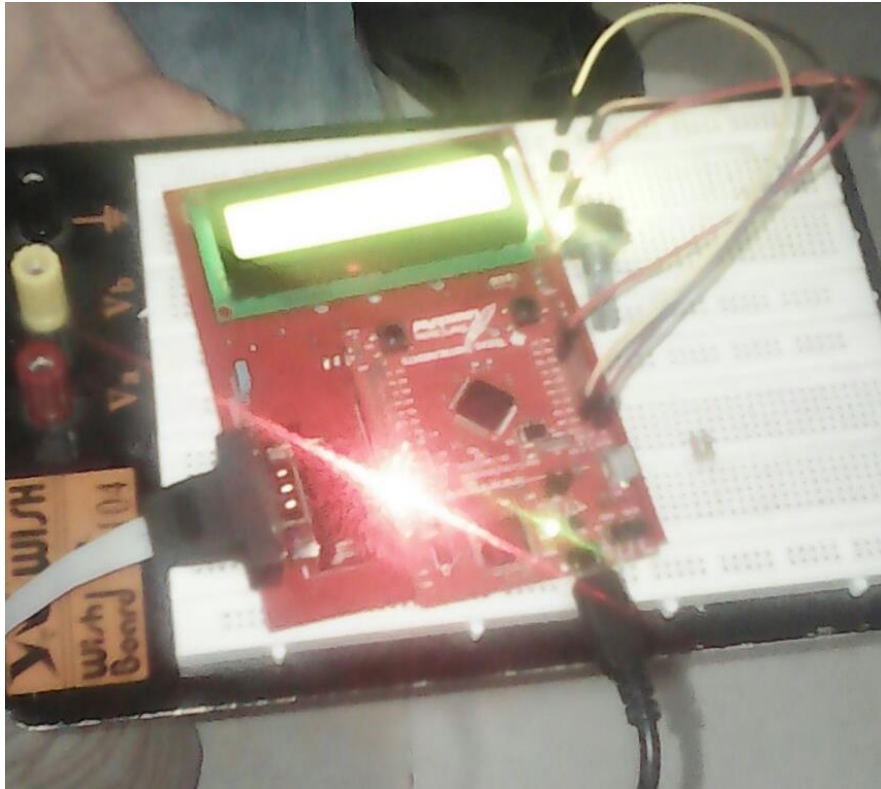


Figura 133 Circuito de prueba LM 335z [18]

Ejerciendo calor sobre el sensor para elevar la temperatura, al llegar a 25°C se configuro el potenciómetro para obtener la tensión establecida.

5.2.2. RESULTADOS Y PORCENTAJE DE ERROR

Para determinar si el dispositivo es apto para el proyecto se implementó una serie de experimentos con diferentes voltajes para verificar con la medida de entrada que tan preciso es el dispositivo.

| Temperatura sensor digital (°C) | Voltaje de salida LM 335z (V) | Temperatura equivalente (°C) | % de error |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------|
| 14 | 2,921 | 18,85 | 0,346428571 |
| 16 | 2,93 | 19,85 | 0,240625000 |
| 18 | 2,94 | 20,85 | 0,158333333 |
| 20 | 2,95 | 21,85 | 0,092500000 |
| 22 | 2,96 | 22,85 | 0,038636364 |
| 24 | 2,97 | 23,85 | 0,006250000 |

| | | | |
|----|------|-------|-------------|
| 25 | 2,98 | 24,85 | 0,006000000 |
| 26 | 3 | 26,85 | 0,032692308 |
| 28 | 3,02 | 28,85 | 0,030357143 |

Tabla 5. Resultados Obtenidos

El porcentaje de error arrojado por la prueba del sensor de temperatura es muy bajo, lo que nos permitirá trabajar con una baja probabilidad de error en la medición de temperatura.

Además se midió la resistencia en el potenciómetro usado para usar estos valores y en el montaje utilizar resistencias fijas en este valor. Entre la conexión positiva del sensor y el pin de ajuste la resistencia fue 4,7K Ω y entre ajuste y tierra la resistencia fue 1,8K Ω .

5.3 POSICIÓN GPS

El posicionamiento GPS fue algo añadido al proyecto ya que una estación de monitoreo va a tener un mejor desempeño si puede identificar la posición exacta de un radio asociado a un guarda.

5.3.1 RESULTADOS Y LIMITANTES

La primera prueba se hace para verificar el estado de la conectividad GPS, en horas de la mañana con cielo nublado fue difícil la conectividad de los radios era muy limitado en horas de la tarde con cielo descubierto se obtuvieron resultados de posicionamiento muy exacto de la ubicación. A continuación se muestran algunas de las imágenes de prueba en la figura 134 y 135..

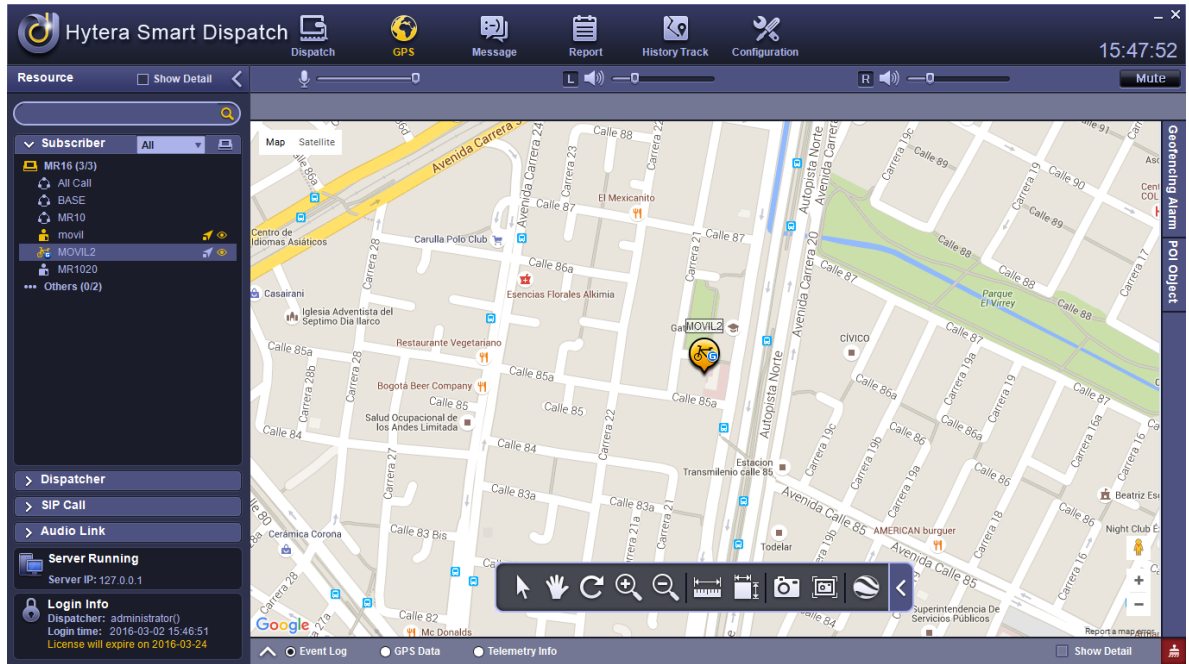


Figura 134 Posicionamiento GPS

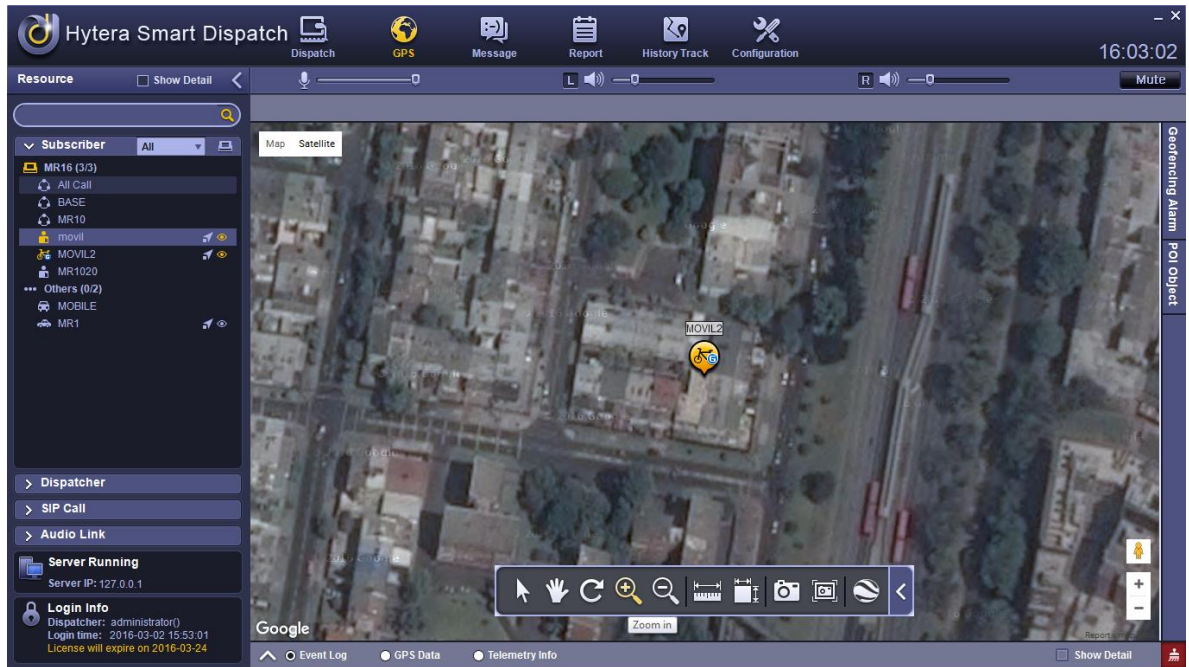


Figura 135 Posicionamiento GPS con mapa satelital.

5.4 SE-BIOHYT

Una de las partes de mayor trascendencia era lograr que el módulo de control pudiera interpretar, procesar y transmitir eficientemente cada señal.

El resultado es el esperado en el diseño un muy buen funcionamiento, con diseño de fácil reestructuración en cuanto a configuración de pines de entrada, salida y conversores. En cuanto al diseño abre la puerta a utilizar casi cualquier tipo de sensor eléctrico, electrónico mecánico ya que por medio de instrumentación electrónica se puede realizar el acople al microcontrolador.

Al comienzo de este proyecto solo se pensó en medir variables en cierto lugar y monitorearlo, pero al avanzar en el proyecto se encontraron muchas más necesidades que se requieren en cualquier empresa. Una de estas necesidades es de articular las guardas de las empresas con los estados de los sensores y recepción de alarma por parte del módulo de control.

5.5 Análisis costo beneficio del proyecto diseñado.

Para poder justificar la viabilidad del proyecto hay que tomar como referencia un sistema de seguridad que se ofrezca en el mercado, este sistema es muy poco común por lo cual se comparara por sus etapas. A continuación los componentes de otros sistemas en el mercado, Incluyendo radios Motorola que son la mayor competencia comercial de Hytera.

| COMPONENTE | CANTIDAD | PRECIO |
|---------------------------------|----------|---------------|
| TARJETA TIVA -C TM 4C 123GXL | 1 | \$ 68.000,00 |
| CIRCUITO DE CONTROL | 1 | \$ 120.000,00 |
| LM 7805 | 3 | \$ 6.000,00 |
| TRIMERS | 2 | \$ 2.000,00 |

| | | | |
|---------------------------------|---|-----------|------------------------|
| CONECTORES | 5 | \$ | 15.000,00 |
| LCD 2X16 | 1 | \$ | 10.000,00 |
| BUS DE DATOS | 2 | \$ | 3.000,00 |
| LM 335Z | 2 | \$ | 3.000,00 |
| Sensor puerta abierta | 1 | \$ | 5.000,00 |
| SENSOR DE HUMO | 1 | \$ | 40.000,00 |
| TOTAL INVERTIDO | | \$ | 272.000,00 |
| Cerradura Eléctrica | 1 | \$ | 70.000,00 |
| BIOMETRICO F08 | 1 | \$ | 450.000,00 |
| PD786G UHF | 3 | \$ | 1.948.734,00 |
| MD786 UHF | 1 | \$ | 735.128,00 |
| DONGLE (Licencia) | 1 | \$ | 356.762,00 |
| Software Smart Dispatch | 1 | \$ | 1.568.129,00 |
| VALOR TOTAL PROYECTO | | | \$ 5.440.753,00 |
| VALOR DE VENTA (40% MAS) | | | \$ 7.617.054,20 |

Tabla 5. Inversión del proyecto

Cabe destacar como aparece en la tabla 5 que los radios digitales y el sensor biométrico de acceso F08 fueron facilitados por SETRONICS SAS, ya que solicitaron un diseño que uniera sus dos grandes áreas de distribución comercial porque nunca antes en la empresa se había dedicado esfuerzos al desarrollo de nuevos productos para los clientes potenciales.

Se puede ver que al ser comercializado se obtendrá una ganancia del 40%, este precio final es sugerido por la empresa Setronics S.A.S.

6 .

Conclusiones

“Creo que, tan pronto como se descubra algo nuevo en la ciencia, hay que adoptar un término completamente nuevo para ello” Alessandro Volta

6. CONCLUSIONES FINALES

El prototipo del sistema de seguridad diseñado deja ver la gran utilidad de unir dos áreas tan importantes como la seguridad electrónica y las telecomunicaciones, obteniendo un producto novedoso que permite el monitoreo de una serie de sensores a través de los radios digitales un medio de transmisión de información fiable, potente y efectivo. Cada medio de transmisión de datos tiene sus propias ventajas y desventajas según la necesidad de cada diseño. A diferencia de otros medios de comunicación como bluetooth, GSM/GPRS, WIFI o Xbee entre muchos otros las radio comunicaciones son efectivas por su gran cobertura en la transmisión y por su utilidad en medios donde es difícil el acceso o no hay una cobertura de energía eléctrica.

Una de las grandes limitantes del proyecto es que al momento de desarrollarlo se descubrió que la telemetría de los radios empleados es solo de estados lógicos y no de transmisión de variables, a la hora de hacer el control de temperatura se decidió hacer un control por rango es decir si la temperatura medida pasaba de la temperatura de referencia se activaba el pin de la telemetría. Basados en este funcionamiento también se escogió el sensor de humo con una salida a relé que facilito el proceso de acople de la señal. El sensor biométrico de huella dactilar F08 por su parte posee una memoria interna que almacena los registros de usuarios, datos de entradas y salidas con hora exacta, además cuenta con la opción de configurar la cerradura eléctrica y sensor de puerta abierta las cuales se procesaron por el microcontrolador gama alta y enviadas a los pines de telemetría.

Al ser la telemetría de estados lógicos como lo mencione anteriormente fue imposible transmitir que usuario estaba ingresando o saliendo del lugar vigilado, y saber que el sensor biométrico había sido activado y permitido el ingreso de una persona esto para la configuración de Entornos hostiles, pero toda la información de ingresos, movimientos y horarios se puede tener hasta el módulo de control y descargando vía USB los archivos y visualizar en el software del dispositivo. En la

configuración Entorno cerrado al tener conectividad TCP/IP es posible identificar quien ingresa al sistema en tiempo real.

El propósito del proyecto era desarrollar un sistema de telemetría es decir, medir variables físicas y transmitir la información. Se logró unificar el sistema que recibe la información de los sensores y la envía por el medio de comunicación para su alerta y monitoreo.

El proyecto desarrollado deja la opción de no solo transmitir la información que hay un incendio, la temperatura está muy elevada o accedieron violentamente a la puerta ingresando sin autorización, sino la posibilidad de añadir un mecanismo de control de estos eventos como activar protecciones de edificios como ventilación automatizada y apertura de válvulas de agua en caso de incendio mientras se toman las medidas necesarias en el tiempo de respuesta de la estación de control. La distancia de monitoreo de este sistema sin repetidor llega a los 3Km como máximo dependiendo de una ubicación ideal de altura de las antenas, potencia de transmisión y ganancia, si se añade un repetidor entre el módulo de control y la estación Smart Dispatch se podrían obtener distancias de hasta 50Km.

Podemos concluir que es un éxito el proyecto ya que permitió cumplir fusionando las dos áreas de desarrollo de la empresa para generar un nuevo producto, además estos primeros resultados serán la base para futuros proyectos relacionados.

El análisis costo beneficio refleja lo costoso que es el proyecto en su venta comparado con otros sistemas de alarma convencionales que son muy económicos, para que este proyecto sea viable es necesario ubicar los clientes que necesitan este sistema en sectores como minería y seguridad pública. Este sistema no es igual a los convencionales de alarma ya que cuenta con comunicaciones de voz entre usuarios, seguimiento GPS, monitoreo en una estación y notificaciones vía mensajes de texto con el estado de los sensores.

Las dos configuraciones diseñadas entornos hostiles y entornos normales para empresa Setronics SAS fueron exitosas fueron correctamente validadas en su funcionamiento, y se abre la posibilidad de desarrollar proyectos específicos de la empresa empleando este método.

BIBLIOGRAFIA

[1]. Teoría de Telemetría, disponible en internet en: (<http://www.radiocomunicaciones.net/telemetria.html>) {Citado septiembre 16, 2015}.

[2]. Martin Cooper - History of CellPhone. About, Inc., A part of The New York Times Company, 2007, disponible en internet en: (http://inventors.about.com/cs/inventorsalphabet/a/martin_cooper.htm) {Citado septiembre 16, 2015}.

[3]. Fundamentos de Telemetría, disponible en internet en: (<http://docentes.uni.edu.ni/fec/Alejandro.Mendez/TELEMETRIA.pdf>) {Citado octubre 23, 2015}.

[4]. Codificaciones digitales en las comunicaciones, disponible en internet en: (<https://startcom1.wordpress.com>) {Citado noviembre 16, 2015}.

[5]. Tomassi Wayne, Sistemas de comunicaciones Electrónicas Cuarta edición. México: Pearson Education, 2003. Páginas 467-516.

[6]. LOPEZ CARCELEN, Juan Enrique, ESTACIÓN DE TIERRA AUTÓNOMA PARA LA GESTIÓN DE TELEMETRÍA EN VEHÍCULOS AEREOS NO TRIPULADOS (UAVs), Valencia, 2013. Proyecto para obtener el título de ingeniero en sistemas, especialidad en Automática y electrónica. Universitat Politècnica de València

[7]. Sistema de alerta Temprana para la prevención de desastres, disponible en internet en: (<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/San-Jose/pdf/Panama%20MANUAL%20INFORMATIVO.pdf>) {citado septiembre 19, 2015}.

[8]. CARDENAS VALENCIA, Álvaro Hernán, PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA Y CONTROL PARA SEGURIDAD EN VEHICULOS, SOPORTADO EN REDES MOVILES Pereira. Trabajo

para optar por el título de Ingeniero en Sistemas y Telecomunicaciones en la Universidad Católica popular del Risaralda.

[9]. OLIVARES MORALES, Alejandro, AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CONTROL DE ASISTENCIA DEL PERSONAL ACADEMICO EN TIEMPO REAL A TRAVES DE RECONOCIMIENTO BIOMETRICO Ciudad de México. Trabajo para optar por el título de Ingeniero electricista en la Universidad Nacional Autónoma De México.

[10]. LINDOSO MUÑOZ, Almudena, CONTRIBUCION AL RECONOCIMIENTO DE HUELLAS DACTILARES MEDIANTE TECNICAS DE CORRELACION Y ARQUITECTURAS HARDWARE PARA EL AUMENTO DE PRESTACIONES. España, 2011. Trabajo de tesis doctoral en la Universidad Carlos III de Madrid.

[10]. Comunicaciones Móviles, disponible en internet en :(http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo4.pdf) {citado septiembre 19, 2015}.

[11].

[12]. Comunicaciones Móviles, disponible en internet en :(http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo4.pdf) {citado septiembre 19, 2015}.

[13] .Codificación Manchester y Manchester diferencial, disponible en internet en :(http://docente.ucoi.mx/a1000408/public_html/CODIGO%20MANCHESTER.html) {citado septiembre 19, 2015}.

[14]. Tomassi Wayne, Sistemas de comunicaciones Electrónicas Cuarta edición. México: Pearson Education, 2003. Capítulo Comunicaciones digitales.

[15]. Tomassi Wayne, Sistemas de comunicaciones Electrónicas Cuarta edición. México: Pearson Education, 2003. Capítulo Comunicaciones digitales.

[16]. Funcionamiento del PLL (phase local loop), disponible en internet en (<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/Aplicada/Cap02RedesPLL.pdf>) {citado septiembre 19, 2015}.

[17]. Tecnología TDM A , disponible en internet en (https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/product_lines/motrbo/mobiles/_documents/spanish/staticfiles/motrbo.o.pdf) {citado septiembre 19, 2015}.

[18]. Teoría de sensores, disponible en internet en (<http://www.uteq.edu.mx/tesis/IM1/0244.pdf>) {citado septiembre 19, 2015}.

[19]. Teoría de sensores, disponible en internet en (<http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/Sensores.pdf>).) {Citado Diciembre 20, 2015}.

[20]. Acondicionamiento de señales eléctricas de sensores, disponible en internet en (http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/h_datos/Sensores_Acond.pdf) {Citado Diciembre 21, 2015}.

[21]. Sensores de temperatura (http://www.ele.uva.es/~lourdes/docencia/Master_Biosensores/Sensores_Temperature.pdf) {Citado Diciembre 10, 2015}.

[22]. Detectores de humo para sistemas de seguridad (http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf) {Citado Diciembre 10, 2015}.

[23]. Sistemas Biométricos, Identificación de huellas dactilares (http://www.dsi.uclm.es/personal/MigueIFGraciani/mikicurri/Docencia/Bioinformatica/web_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf) {Citado Diciembre 10, 2015}.

[24] **CESAR TOLOSA BORJA, ALVARO GIZ BUENO**, Sistemas biométricos, (<https://www.dsi.uclm.es/personal/MigueIFGraciani/mikicurri/Docencia/>

Bioinformatica/web_BIO/Documentacion/Trabajos/Biometria/Trabajo%20Biometria.pdf) {Citado Enero 2, 2016}.

[25].MAYA VARGAS ADRIANA, Sistema biométrico de reconocimiento de huella dactilar, (<http://repositorio.unimilitar.edu.co:8080/bitstream/10654/11168/1/MayaVargasAdriana2013.pdf>) {Citado Enero 2, 2016}.

[26] Proceso de extracción e identificación de las huellas dactilares (<http://redyseguridad.fiz.unam.mx/proyectos/biometria/clasificacionsistemas/procesamientohuella.html>) {Citado Diciembre 10, 2015}.

[27] Huellas dactilares proceso de identificación de patrones (<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8082/proyecto%20final%20de%20carrera.pdf?sequence=1>) {Citado Diciembre 10, 2015}.

[28].Historia de los microcontroladores ((<http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/z8plus/documentos/historia01.pdf>) {Citado Diciembre 10, 2015}.) {Citado Diciembre 10, 2015}.

[29].Hytera, Manual de configuración Smart Dispatch.

[30].Arquitecturas Von Neumann y Harvard, disponible en internet en (<http://www.fing.edu.uy/tecnoinf/mvd/cursos/arqcomp/material/teorico/arq-teorico05.pdf>) {Citado Enero 28, 2016}.

[31]. JESUS CORTEZ, Evolución de los microcontroladores, disponible en internet en (<https://sites.google.com/site/ielimcortezjesusantonio/2-marco-historico/2-2-segunda-fase-microcontroladores>) {Citado Enero 28, 2016}.

[32] Hytera, Hoja de características de los radios digitales MD786 UHF y PD786G UHF.

[33] Hoja de características del regulador de voltaje UA7805, disponible en internet en (<http://www.ti.com/lit/ds/sym link/ua7805.pdf>) {Citado Enero 28, 2016}.

[34].EDUARDO HUERTA, ALDO MANGIATERRA, GPS Posicionamiento Satelital, disponible en internet en (http://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf) {Citado Enero 28, 2016}.

[35].GPS Conceptos básicos, disponible en internet en (<http://www.caminsdemuntanya.com/publica/docus/GPSBasics.pdf>) {Citado Enero 28, 2016}.

[36]. Sensor de Puerta Abierta, disponible en internet en (http://es.aliexpress.com/store/product/Access-Control-Electric-Door-Lock-12V-Fail-Secure-Electric-Bolt-with-Cylinder/1819537_32385048536.html) {Citado Enero 28, 2016}.

[37].Contactos magnéticos, disponible en internet en (<http://serviciostc.com/contactos-magneticos/>) {Citado Enero 28, 2016}.