



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

**CONTROL DE ACCESOS PARA LA SEGURIDAD DE ÁREAS RESTRINGIDAS
MEDIANTE COMUNICACIÓN POR RADIOS DE DOS VÍAS**

SANCHEZ TOAPANTA ROMEL VLADIMIR

Tutor: Mg. MORALES AREVALO FLAVIO DAVID

AÑO 2017

DATOS GENERALES

Carrera:	INGENIERIA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES
Autor/a del TT:	Sánchez Toapanta Romel Vladimir
Tema del TT:	CONTROL DE ACCESOS PARA LA SEGURIDAD DE ÁREAS RESTRINGIDAS MEDIANTE COMUNICACIÓN POR RADIOS DE DOS VÍAS.
Articulación con la Línea de Investigación Institucional:	ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES
Sublínea de Investigación Institucional:	Telecomunicaciones
Fecha de presentación del plan:	29/05/2017

DECLARACIÓN

Yo, Sánchez Toapanta Romel Vladimir, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Israel, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Sánchez Toapanta Romel Vladimir

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**CONTROL DE ACCESOS PARA LA SEGURIDAD DE ÁREAS RESTRINGIDAS MEDIANTE COMUNICACIÓN POR RADIOS DE DOS VÍAS.**”, presentado por el Sr. Romel Vladimir Sánchez Toapanta, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, septiembre 04 de 2017

TUTOR

.....

Ing. Flavio Morales, Mg

AGRADECIMIENTO

Para mi persona es grato como primera instancia agradecer a Dios y mis padres ya que han estado a lo largo de mis estudios, sobre todo un agradecimiento especial a mi madre, gracias a ella a su gran apoyo y sus grandes consejos he llegado hasta estas instancias de mis estudios, por otra parte están mis hijos que han sido la motivación, dentro de este proceso que es un paso más de mi preparación quiero gratificar a la institución por formarme e inculcarme valores como la responsabilidad, honradez y respeto tanto profesional como personalmente.

ROMEL VLADIMIR SANCHEZ TOAPANTA

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi madre por enseñarme y formarme con el valor de la responsabilidad, honestidad, respeto, amor y sobre todo la perseverancia para lograr alcanzar todos los objetivos y metas que me proponga, en cuanto a lo académico a luchar y ser responsable con mis estudios para hoy poder ser un profesional, a mi hermana y familiares que han creído en mi para la culminación de mis estudios universitarios y la formación profesional.

ROMEL VLADIMIR SANCHEZ TOAPANTA

Índice

DATOS GENERALES	i
DECLARACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPITULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	6
1.1.1. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN	6
1.1.2. PROPAGACIÓN DE ONDAS RADIOELECTRICAS	6
1.1.3. MEDIOS DE PROPAGACIÓN	7
1.1.4. ESTRUCTURA BÁSICA DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN	9
1.1.5. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN DE LA EMPRESA WELLBUSINESS	12
1.1.6. COMUNICACIÓN DE RADIO DE DOS VÍAS	14
1.1.7. RADIO MÓVIL DE DOS VÍAS MOTOROLA	17
1.1.8. FUNCIONES DEL INTERFAZ DE ACCESORIOS (RADIO MÓVIL)	22
1.1.9. PROGRAMACIÓN BÁSICA DEL RADIO MOTOROLA	25

1.1.10. MICROCONTROLADORES	35
1.1.11. TELEMETRÍA	37
CAPITULO II PROPUESTA.....	39
2.1. DISEÑO.....	39
2.2. PROGRAMACION RADIOS	46
CAPITULO III IMPLEMENTACIÓN	55
3.1. IMPLEMENTACIÓN	55
3.2. PROGRAMACION DE LOS PIC's.....	61
3.3. PRESUPUESTO.....	61
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	66
ANEXO 01 PROGRAMA EN LOS PIC'S	66
ANEXO 02 MANUAL DE USUARIO	73
ANEXO 03 MANUAL TECNICO	77
ANEXO 04 FACTURA DE COSTO DE ELEMENTOS	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Telecomunicaciones empleando radio frecuencia.	7
Figura 2. Sistema de Telecomunicaciones aplicando ondas radioeléctricas.	9
Figura 3. Elementos de un sistema de radiocomunicación.....	10
Figura 4. Diagrama de bloques de un trasmisor	11
Figura 5. Diagrama de bloques de una estación Receptora.....	12
Figura 6. Sistema de Radiomunicación, Repetidor, Duplexor y Antena.....	13
Figura 7. Funcionamiento de un sistema de Comunicación.....	14
Figura 8. Diagrama de bloques de un transmisor de dos vías	16
Figura 9. Diagrama de bloques de un receptor de dos vías.	18
Figura 10. Radio MOTOROLA DGM-8500.....	19
Figura 11. Tarjeta Electrónica del Radio Motorola.....	19
Figura 12. Diagrama de bloques del controlador	20
Figura 13. Diagrama de bloques de la distribución de alimentación de CC	22
Figura 14 Configuración de los pines del conector de accesorios posterior.	23
Figura 15. Esquemático de conexión PC – RADIO MOTOROLA POSTERIOR MOVIL	25
Figura 16. Esquemático de conexión PC – RADIO MOTOROLA FRONTAL MOVIL...	25
Figura 17. Esquemático de conexión PC – RADIO MOTOROLA PORTATIL	26
Figura 18. Id de radio y alias	29
Figura 19. Programación de un canal digital.....	30
Figura 20. Código de color.....	30
Figura 21. Canal digital	31
Figura 22. Listas de contactos	32
Figura 23. Llamada de grupo.....	32

Figura 24. Llamada privada.....	33
Figura 25. Mensajes de Texto.....	33
Figura 26. Telemetría	34
Figura 27. Telemetría - Pines reales GPIO.....	34
Figura 28. Telemetría - Botones de radio	35
Figura 29. Distribución de pines del PIC 16F628A	36
Figura 30. Esquema de Direccionamiento de Telemetría.....	38
Figura 31. Diagrama de bloques del equipo de monitoreo y control	40
Figura 32: Mensaje de Bienvenida	40
Figura 33. Botones P1 y P2 de Radio 1	42
Figura 34. Acceso concedido por radio	43
Figura 35. Sistema bloqueado	44
Figura 36. Acceso concedido por clave.....	44
Figura 37. Mensaje de Telemetría en radio	45
Figura 38. Acceso no autorizado	46
Figura 39. Id y Alias de Radios	46
Figura 40. Llamada de Grupo.....	47
Figura 41. Programación de canal	47
Figura 42 Programación de botones radio 1	48
Figura 43. Programación de telemetría de radio 1.....	49
Figura 44. Programación de telemetría de radio 2.....	50
Figura 45. Programación de pines de radio 2	51
Figura 46. Diagrama de las conexiones físicas del sistema de monitoreo	51
Figura 47. Circuito Modelado en Proteus 8 Profesional	53
Figura 48 Unidad de procesamiento del sistema de monitorización.	55

Figura 49 Modulo de monitoreo entrada Rastrillo.	56
Figura 50 Switch de protección de monitoreo del dispositivo	56
Figura 51 Sensor magnético	57
Figura 52 Radio operativo	58
Figura 53 Sistema operativo.....	58
Figura 54 Acceso por clave.	59
Figura 55 Sistema bloqueado	59
Figura 56 Acceso por radio	60
Figura 57 Acceso no autorizado	60
Figura 58 Visualización de mensajes en radio	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Entradas y salidas del conector de accesorios del radio DGM-8500	24
Tabla 2. Distribución de pines PIC 16F628A	36
Tabla 3. Condiciones de disparo y apertura	42
Tabla 4. Condiciones de teclado.....	44
Tabla 5. Estados del sensor magnético.....	45
Tabla 6. Componentes del diseño.....	54
Tabla 7. Costo de elementos.....	62

RESUMEN

El contenido de este proyecto ha sido elaborado a partir de la investigación, diseño, pruebas y puesta en funcionamiento del sistema monitoreo solicitado por la empresa Wellbusiness. El requerimiento es controlar el acceso en áreas restringidas aprovechando la infraestructura del sistema de radios de dos vías y tomando en cuenta que no debe incrementarse costos ni equipos. En este documento se han desarrollado tres capítulos los cuales se detallan a continuación:

En el capítulo I se desarrolla la fundamentación teórica de equipos, elementos, funcionamiento, operación, etc., necesarios para el diseño y construcción del sistema de monitoreo. Justificando de esta forma la relevancia de cada uno de los temas tratados y la combinación en un conjunto.

En el segundo capítulo se describe el diseño, configuración y programación del circuito electrónico basados en las recomendaciones del cliente y mejoras desarrolladas.

En el capítulo tres se describe el proceso de instalación y puesta en funcionamiento del sistema; un breve análisis de costos así como las recomendaciones para el uso del mismo.

Palabras Claves: Radiocomunicación, Enlace de Radio, Comunicación Digital, Telemetría.

ABSTRACT

The content of this project has been developed from the research, design, testing and commissioning of the monitoring system requested by Wellbusiness. The requirement is to control access in restricted areas by taking advantage of the infrastructure of the two-way radio system and taking into account that no costs or equipment should be increased. In this document three chapters have been developed which are detailed as follows:

Chapter I develops the theoretical basis of equipment, elements, operation, operation, etc., necessary for the design and construction of the monitoring system. Justifying in this way the relevance of each of the subjects treated and the combination in a set.

The second chapter describes the design, configuration and programming of electronic circuit based on customer recommendations and improvements.

Chapter 3 describes the process of installing and commissioning the system; a brief cost analysis as well as recommendations for its use.

Keywords: Radiocommunication, Radio Link, Digital Communication, Telemetry.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La tecnología a lo largo del tiempo ha permitido que cada día amplíe sus horizontes. La principal característica es el intercambio de nuevos conocimientos para explicar y desarrollar nuevas tecnologías. En las telecomunicaciones, el cambio más evidente es el tipo de comunicación usada, así hoy en día se tienen equipos que trabajan con radio frecuencia, cuya principal característica es disminuir el tamaño de los productos; conservando y mejorando las características iniciales.

Dentro de los productos de comunicación se encuentran los equipos de radiocomunicación, muy utilizados por los sectores del transporte, empresas de seguridad, policía, bomberos, etc.; su finalidad es la localización y reporte de novedades, que permitan el control logístico de alguna actividad o de algún bien, logrando disminuir los costos operativos, comunicación y personal.

Estos equipos son de tipo fijo, móvil y portátil, utilizados dependiendo de la actividad que se realice. Los radios móviles, son equipos recomendados para trabajar con empresas que cuenten con una flota de transporte, debido a las facilidades que brinda un automóvil como es el uso de la batería como fuente de alimentación, además del uso de antenas de mayor ganancia. Los radios portátiles son utilizados por el personal debido a su tamaño y ligereza. Los radios considerados como fijos son aquellos que no tienen ningún tipo de desplazamiento, dentro de esta categoría están las radio base y la estación repetidora. La radio base generalmente se la emplea como un punto de control el cual recibe y transmite información. La estación repetidora es la que determina la cobertura de la comunicación, generalmente instalada en lugares altos como edificios y montañas que presten las facilidades para su instalación.

En el mercado existen una gran variedad de equipos utilizados para esta actividad, de diferentes marcas y modelos, siendo la más reconocida Motorola; que ha lanzado los radios de la serie Profesional Digital, equipos que poseen la característica de trabajar con un ancho de banda de 25 MHz o 12.5 MHz.

Empresas de seguridad privada, utilizan radios base y portátiles, con los cuáles se comunican a una central de radio, encargada de monitorear al personal 24 horas del día; al recibir y enviar reportes.

Por ello, la empresa Wellbusiness, utilizando las características propias del radio Motorola, decidió construir un módulo de control de accesos para lugares remotos en

donde se necesita tener monitoreo, similar al que posee una alarma de seguridad, pero controlado por un microcontrolador, que actúa como el cerebro conjuntamente con la radio base. Este módulo, será el encargado de controlar las funciones de: apertura/cierre del lugar, control encendido de luces, alarma, activación/desactivación de emergencia. Así mismo posee un circuito de señalización, para mostrar el estado en el que se encuentra. En el presente trabajo, se muestra el diseño y construcción de este módulo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Generalmente, los clientes cuentan con sistemas de radiocomunicaciones, acceso a Internet, sistema de telefonía celular y convencional. Han solicitado a la empresa Wellbusiness presente una solución para control de acceso en áreas restringidas utilizando radios de dos vías, ya que en algunas zonas no existe señal celular ni telefonía fija, tomando en cuenta un factor muy importante, que no incremente costos ni equipos.

Considerando que el costo por uso de frecuencia es un valor independiente del tiempo aire o número de equipos, esto significaría una disminución de gastos por telefonía celular y fija además de la optimización de recursos y equipos existentes.

Se podrán ofrecer servicios adicionales como control de accesos, alarmas, iluminación, etc., lo cual significaría una herramienta de uso continuo ya que siempre existen áreas que requieren ser monitoreadas.

Generalmente, estas áreas requieren de una persona encargada o sistemas adicionales como son sistemas biométricos o sistemas RFID (Radio Frequency Identification; Identificación por Radiofrecuencia) para el ingreso o salida de un lugar, lo cual se ve reflejado en incremento de costos y al hacer uso de telemetría que permite el radio de dos vías se puede reducir costos y equipamiento.

Este tipo de telemetría se puede controlar desde un radio portátil, móvil o estación base adecuadamente programado para realizar varias funciones.

JUSTIFICACIÓN

La principal fuente de ingresos de la empresa Wellbusiness es el alquiler y mantenimiento de sistemas de radiocomunicación, así como al desarrollo de proyectos, por lo que es de vital importancia ampliar su abanico de soluciones que ofrece para continuar siendo competitivo y mantenerse en el mercado.

Al desarrollar proyectos y ofrecer nuevas soluciones acorde las necesidades de sus clientes como interconexión entre sucursales, control de accesos, iluminación, alarmas locales; con la premisa de no encarecer la solución y utilizar las funciones que los equipos poseen.

Por lo que se propone integrar a su sistema de radios un sistema que pueda controlar accesos así como también iluminación, activación y desactivación de alarmas que no tenga como limitación el tiempo aire, la geografía e inversión en equipos adicionales, ni pagos adicionales por monitoreo.

OBJETIVO GENERAL

Implementar control de accesos, iluminación y alarmas locales utilizando como medio de activación y monitoreo un sistema comunicación con radios de dos vías.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los componentes disponibles en el mercado que mejor se ajusten para un óptimo diseño.
- Diseñar los módulos de monitoreo de control de acceso y periféricos del sistema.
- Realizar pruebas de funcionamiento del dispositivo diseñado de conjuntamente el cliente con el objetivo de validar su operatividad e integración con los sistemas de radiocomunicación.
- Implementar el sistema de monitoreo de acuerdo a las sugerencias y pruebas realizadas con el cliente.

CAPITULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1.MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

1.1.1. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Una red o sistema de comunicación es una agrupación de diferentes elementos y subsistemas que soportan la transmisión o intercambio de información, desde una fuente de transmisión hacia un receptor.

Existen distintas formas para hacer llegar un mensaje desde un transmisor hacia un destino receptor, así por ejemplo se puede utilizar frecuencias de radio. Esta técnica de transmisión es conocida como **RADIOCOMUNICACIÓN**.

“Se puede definir a la radiocomunicación como: toda transmisión, emisión o recepción de señales, sonidos o información de cualquier naturaleza utilizando ondas radioeléctricas.” (Bault, 1998)

Un **Sistema de Telecomunicaciones**, hace referencia a un sistema en el que la fuente (transmisor) y destino (receptor) están separados a gran distancia, en donde para levantar la comunicación con varias estaciones, se las realiza utilizando las ondas de radio, como se observar en la Figura 1, (Jimenez, 2012).

1.1.2. PROPAGACIÓN DE ONDAS RADIOELECTRICAS

Las ondas radioeléctricas se transmiten a la velocidad de la luz, para ello utilizan tres formas diferentes, estas son: onda terrestre, cuando se irradian sobre la superficie del terreno; onda ionosférica, cuando la ionósfera refleja las ondas radioeléctricas haciendo que éstas retornen a la tierra y onda de espacio, cuando la ionosfera se hace transparente y la propagación se ve afectada por las influencias del suelo (reflexión o difracción) y por la troposfera (refracción, atenuación y dispersión). (Bault, 1998)

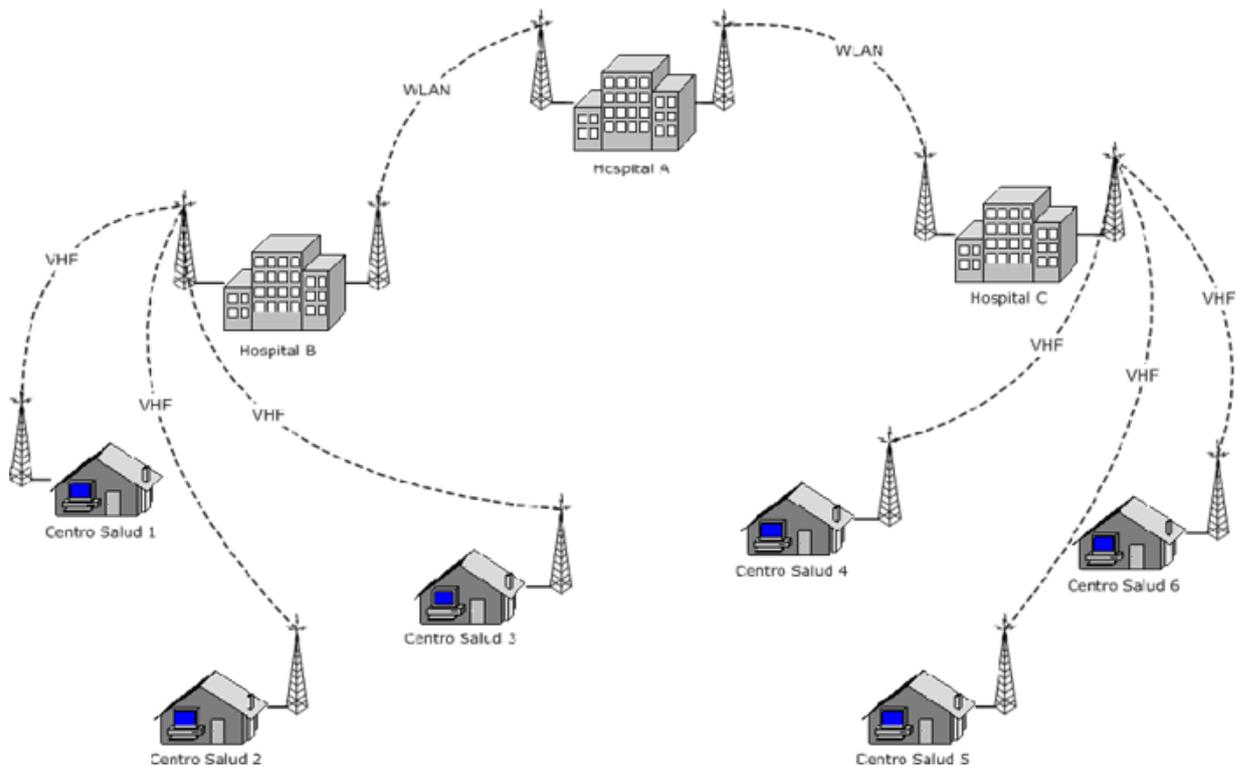


Figura 1. Sistema de Telecomunicaciones empleando radio frecuencia.

Fuente: (Tomasi, 2017)

“Estas ondas se comportan en diferente forma en un medio natural. Así, la orografía del suelo y sus características morfológicas afectan sus características y propiedades eléctricas.” (FCEIA)

Por ejemplo, a bajas frecuencias por debajo de MF (Medium Frequency, Frecuencias Medias), la tierra actúa como conductor, permitiendo transportar los campos electromagnéticos aun sin línea de vista. En más alta frecuencia la atenuación es un factor que influye en la comunicación, requiriendo elevar las antenas. (FCEIA)

1.1.3. MEDIOS DE PROPAGACIÓN

La banda de frecuencia en la cual esté trabajando un sistema, va a definir el modo de propagación de onda, que hay que considerar al analizar un canal de radio.

En la banda de muy bajas Frecuencias VLF (Very Low Frequency, Muy Baja Frecuencia) (3KHz-30KHz), tanto el suelo como la ionósfera se comportan como óptimos conductores. La distancia que separa al suelo de la ionósfera (entre 60 y 100 Km) es comparable con la longitud de onda en dicha banda (entre 100Km y 10 Km

a 30 KHz). La irradiación de estas ondas, se las puede explicar cómo una guía esférica con pérdidas.

Los usos para este modo de propagación son: comunicaciones a larga distancia (naval y submarina) o aquellas que deseen cobertura global. Para este estilo de comunicación se utilizan antenas verticales, eléctricamente pequeñas, aunque de dimensiones físicas muy grandes. (FCEIA)

A frecuencias de LF (Low Frequency, Baja Frecuencia), 30-KHz - 300KHz y MF (Medium Frequency, Frecuencia Media), 300KHz-3MHz, se utiliza la propagación mediante onda de tierra u onda de superficie que se irradian en la discontinuidad tierra-aire, por inducción de corrientes. La cobertura con estas señales varía según la frecuencia, potencia del transmisor y clase de suelo (tierra seca, húmeda, mar...). “En LF se puede alcanzar hasta aproximadamente 2000 Kilómetros, en MF hasta 300 Kilómetros, mientras que en frecuencias más altas, HF apenas llega a unos 50 Km. Su principal aplicación son los sistemas de comunicación naval y radiodifusión de onda media AM (Amplitud Modulada)”. (FCEIA)

En las bandas de MF, 300KHz-3MHz y HF 3MHz-30MHz, la ionósfera refleja las ondas radioeléctricas haciendo que estas retornen a la tierra. A este evento se lo nombra como refracción ionosférica. La distancia de cobertura que se alcanza con estas ondas depende de la frecuencia, hora y azimut de la antena. “Este mecanismo de propagación lo utilizan los radioaficionados, comunicaciones navales y previo el empleo de los satélites, se destinan para comunicaciones de voz punto a punto a largas distancias.” (FCEIA)

Para las frecuencias de VHF, 30 Mhz-300Mhz y superiores, el método de propagación es el de **onda de espacio**. A estas frecuencias la ionosfera es transparente y la propagación es afectada por la influencia del suelo, mediante reflexiones o difracciones y por la tropósfera mediante la refracción, atenuación y dispersión. Para la irradiación de estas ondas se considera la combinación del rayo directo (propagación en espacio libre), del rayo reflejado en la superficie de la tierra y el rayo difractado (onda celeste) por las irregularidades del terreno, o por la propia curvatura de la tierra, Figura 2. (Bault, 1998)

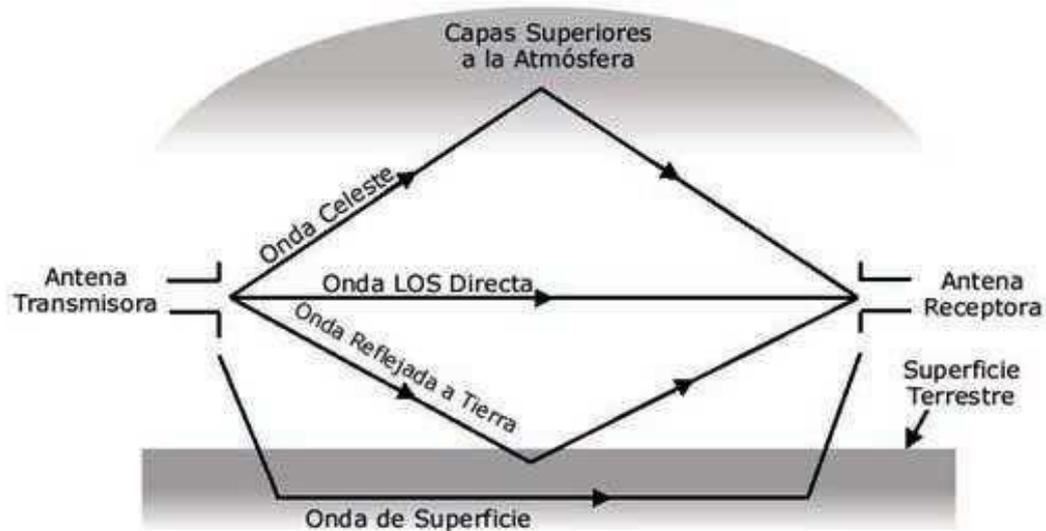


Figura 2. Sistema de Telecomunicaciones aplicando ondas radioeléctricas.

Fuente: (Tomasi, 2017)

El alcance de este mecanismo de propagación es versátil: En VHF (30 MHz- 300 MHz) y UHF (300 MHz- 3000 MHz) la difracción permite transmisiones más allá del horizonte, mientras que para altas frecuencias los radioenlaces necesitan visión directa, reduciendo su alcance a algunas decenas de Km. (FCEIA).

La propagación por onda de espacio, es el mecanismos que utilizan la mayoría de sistemas de comunicación: radiodifusión FM (Frecuencia Modulada) y TV (Televisión), telefonía móvil, radio enlaces fijos, radiocomunicación vía satélite, sistemas radar, radiocomunicación convencional, radiocomunicación troncalizada, etc. (FCEIA)

1.1.4. ESTRUCTURA BÁSICA DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Una sistema de comunicación está establecido por tres componentes: transmisor, medio de transmisión y receptor, como se distingue en la Figura 3, en donde no se toma en cuenta a los transductores (antenas). (Jimenez, 2012).

Dentro del proceso de transmisión, una red de comunicación debe ser capaz de: tomar la señal a transmitir, ajustarse al canal y luego transmitir por un canal de transmisión de acuerdo a la frecuencia asignada, utilizando los diferentes métodos de propagación, para luego ser reconstruida en el receptor, incluyendo en cuenta las alteraciones o errores introducidos por el canal de transmisión y las estaciones conjuntas, de manera que pueda ser utilizada por el destinatario. (FCEIA).

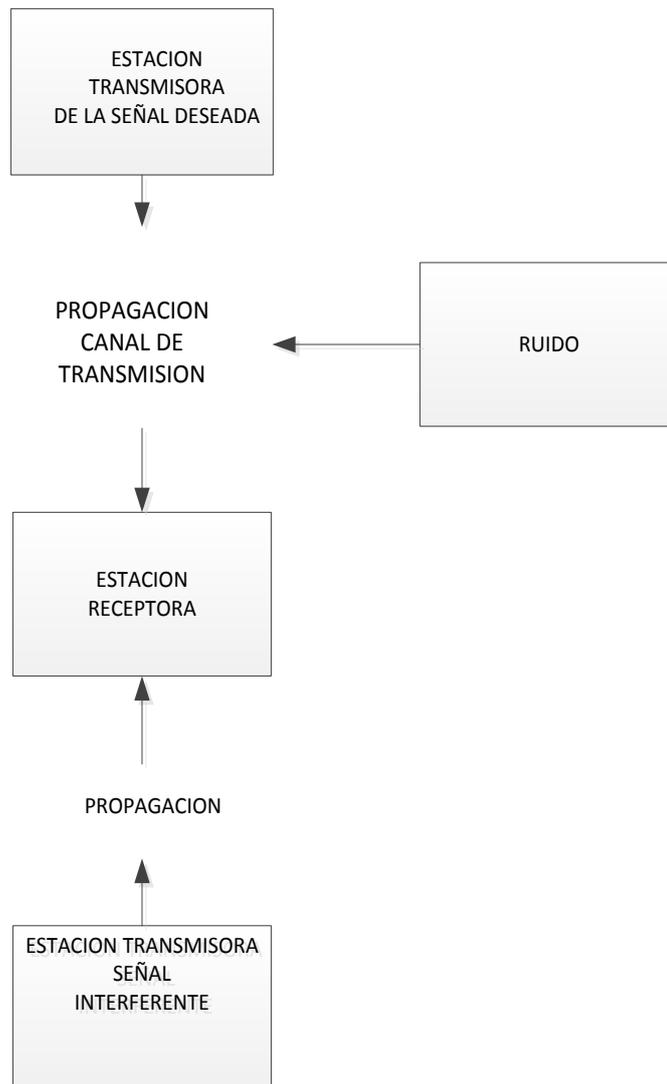


Figura 3. Elementos de un sistema de radiocomunicación

Fuente: (Elaborado por el Autor).

ESTACIÓN TRANSMISORA

El transmisor se encarga del proceso de modulación de la información, al cambiar la amplitud o frecuencia de la portadora de acuerdo a la amplitud o frecuencia de una señal modulante (información).

El diagrama de la Figura 4, muestra cómo está conformado un transmisor, en donde un modulador, es un mezclador de señales, una portadora y otra modulante (señal de información), de tal manera que la información se modifica de su forma inicial a una forma más apropiada para la transmisión.

Este modulador, cambia la amplitud (AM), fase (PM) o frecuencia (FM), de una portadora, conforme con la señal modulante que ingresa. La señal modulada, es luego multiplicada en frecuencia, para desplazar espectralmente la señal a la frecuencia de transmisión y amplificarla al nivel de potencia deseada. Luego la señal radio frecuencia es enviada utilizando una antena.

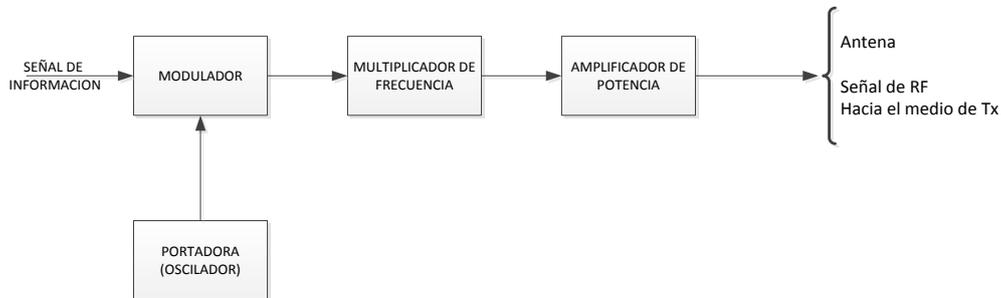


Figura 4. Diagrama de bloques de un transmisor

Fuente: (Elaborado por el Autor)

La topología del transmisor, depende del tipo de modulación usada y el nivel de potencia deseado. Existen transmisores de banda estrecha, empleados en modulación AM, FM o PM. Los transmisores de banda ancha utilizan modulación de banda lateral única y son usados para aplicaciones militares, marítimas, aéreas y de aficionados.

ESTACIÓN RECEPTORA

La función del receptor es extraer del canal la señal deseada y restablecerla partiendo de la señal recibida. Para ello necesita de un demodulador, que es una placa electrónica, que permite devolver la señal de RF (radiofrecuencia) presente en la entrada, en una señal lo más parecida a la forma original que envió el transmisor. (FCEIA)

Diferentes señales son transmitidas a la vez, por lo que en la entrada del receptor, también existen múltiples señales, debiendo ser capaz de seleccionar una señal en exclusiva. Esta selección es efectuada sobre la base de la frecuencia de la señal incidente, a esta característica de discriminar una frecuencia de tantas otras, se la denomina *selectividad*. (FCEIA)

La otra función del receptor consiste en demodular (detectar) la información contenida en la señal, reconstruirla y amplificarla para obtener una onda lo más

similar al original, que sufrió cambios debido al ruido incorporado en el sistema. Los receptores varían acorde la función, sean para telefonía, radio, televisión, radar, navegación o comunicaciones satelitales. Todos los receptores tienen problemas de selectividad, rechazo de ruido a la entrada y detección de la señal deseada, que son mejoradas de acuerdo al receptor utilizado, en la figura 5 se puede diferenciar los progresos que se han agregado.

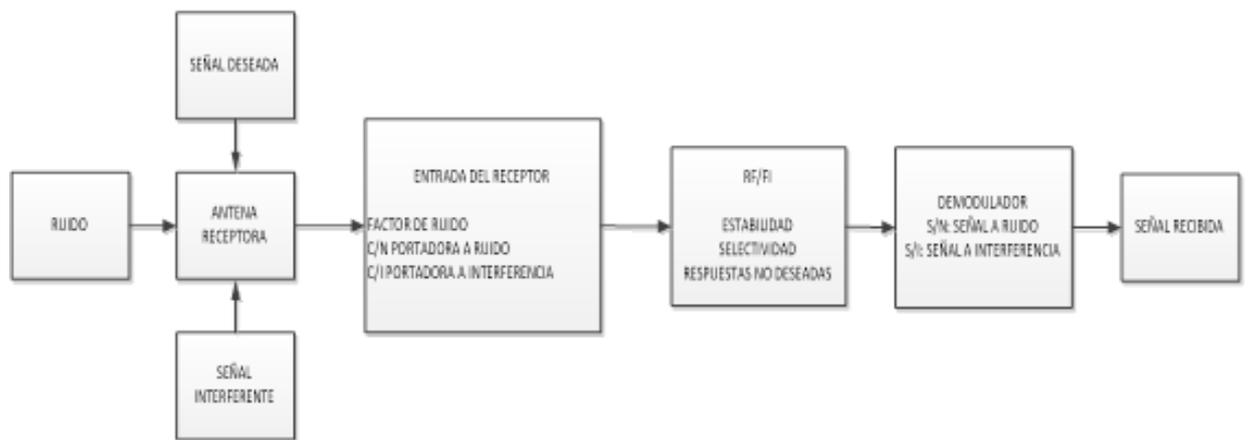


Figura 5. Diagrama de bloques de una estación Receptora

Fuente: (Elaborado por el Autor)

1.1.5. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN DE LA EMPRESA WELLBUSINESS

Wellbusiness, es una empresa dedicado a proveer servicios y productos de radiocomunicación, para los mercados públicos y privados del país. Para ello tiene varias frecuencias asignadas para explotación comunal, en el rango de VHF (Very High Frequency; Muy Alta Frecuencia) y UHF (Ultra High Frequency; Ultra Alta Frecuencia), utilizadas para la comunicación en varias provincias del país.

Inicialmente, se solicitó a la ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones), la concesión de frecuencias de explotación previa la presentación de un proyecto técnico y económico que además incluía la documentación legal requerida. Una vez, obtenido el título habilitante se procedió a instalar los elementos que integran el sistema de comunicación. (ARCOTEL, 2017).

Una estación de repetidora incorpora un grupo de elementos electromecánicos que cumplen la función de retransmitir la información que llega a su entrada. Está integrada por: un repetidor que es equipo de comunicación, cuya función es obtener una señal en una frecuencia de recepción (Rx) y enviarla por una segunda

frecuencia de transmisión (Tx), para ello utiliza una antena como elemento transductor, encargada de emitir y recibir señales de RF, la conexión entre estos dos elementos se lo realiza mediante un duplexor, que consiste de cavidades resonantes, que por medio de un puente LC (Inductor - Capacitor), se puede ajustar a la frecuencia de trabajo, básicamente es un filtro, encargado de filtrar las frecuencias de transmisión y recepción, de tal forma que se utilice una sola antena en la estación de repetidora, además de una fuente de alimentación como la red pública, un banco de baterías o paneles solares que en ciertos casos los dos últimos son el dispositivos de respaldo.

La estación de repetidora instalada consta de: una antena de 8 dipolos, que posee una ganancia de 3db, un duplexor utilizando, dos cables coaxial, y de baterías de respaldo. El repetidor se conecta a las respectivas cavidades del duplexor, esto es transmisión (pasa bajos, frecuencia baja) y recepción (pasa altos, frecuencia alta), utilizando dos cables coaxiales cortadas a la frecuencia respectiva para su correcto acoplamiento. En la figura 6, se puede observar el sistema de comunicación instalada.



Figura 6. Sistema de Radiocomunicación, Repetidor, Duplexor y Antena

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Para la instalación de la estación base o central de radio, se utilizó un radio Motorola DGM-8500 por la capacidad de visualización de la identificación de los radios que transmiten, 1 antena de 8 dipolos, 1 fuente de polarización de 20 Amp. a 13.8V y un Kit de cable coaxial RG-8.

Para la operación del sistema, se programó la radio base y portátiles de la siguiente forma:

- Frecuencia de recepción = frecuencia baja
- Frecuencia de transmisión = frecuencia alta

Respetando el ancho de banda (12.5 MHz), de tal forma que la estación repetidora obtenga las señales inversas, como se observa en la figura 7, permitiendo que el sistema de comunicación funcione correctamente.

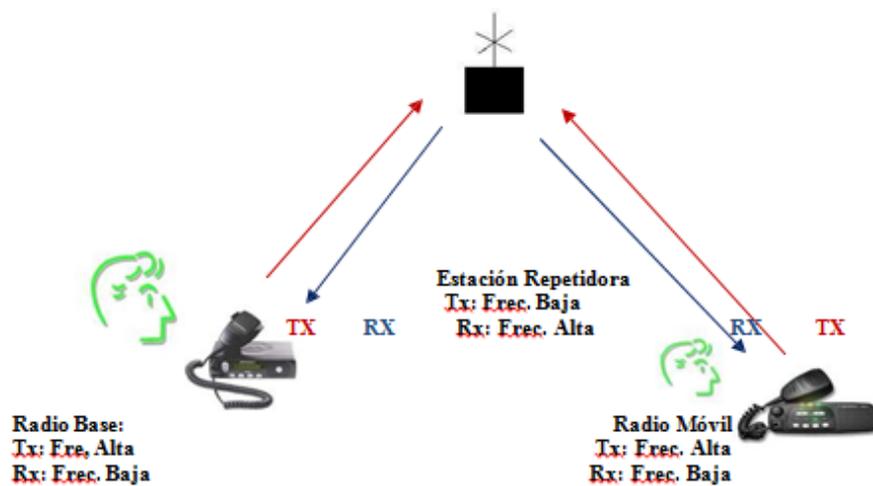


Figura 7. Funcionamiento de un sistema de Comunicación

Fuente: (MOTOROLA M., 2017)

1.1.6. COMUNICACIÓN DE RADIO DE DOS VÍAS

Las radiocomunicaciones dos vías, se usan extensamente para sistemas de comunicación fijo-móvil de *seguridad pública*, departamentos de policía, bomberos, así como en redes privadas. Se utilizan tres bandas de frecuencias para las radiocomunicaciones, estas son: 132-174 MHz; para las radiocomunicaciones de VHF, 440-510 MHz para radiocomunicaciones en UHF, y los sistemas troncalizados que trabajan en el rango de 806 a 946 MHz. (Tomasi, 2017)

Según la FCC (Federal Communications Commission; Comisión Federal de Comunicaciones), se establece que la máxima desviación de frecuencia para los transmisores de dos vías es 5 KHz, y la máxima frecuencia de señal modulante es 3

KHz. Estos valores dan una relación de 1.67 con un ancho de banda de 25 KHz. Sin embargo, actualmente en el Ecuador, debido a la saturación del espectro radioeléctrico y por normativa interna, se están asignado pares de frecuencia con un ancho de banda de 12.5 MHz, por lo cual los valores de desviación y máxima frecuencia son tomados a la mitad, para poder adaptarla al ancho de banda. (Tomasi, 2017, págs. 229-230)

La radio de dos vías es de modo semi-duplex, es decir, las comunicaciones se realizan transmitiendo un lado a la vez. Estas transmisiones, inician cerrando un interruptor de oprima para hablar PTT (Push To Talk, Presione para Hablar); el cuál enciende el transmisor y apaga el receptor. Durante condiciones de espera el transmisor permanece apagado, mientras el receptor se halla encendido, monitoreando el canal de comunicación.

TRANSMISOR DE RADIO DE DOS VÍAS

El diagrama de la Figura 8, muestra una unidad de cuatro canales que opera en las frecuencias de 150-174 MHz. Consta de un interruptor selector de canales, el cual aplica potencia a los cuatro módulos del oscilador de cristal (Xtal). Posee un modulador de fase, que utiliza un diodo varactor para modular la señal de audio, que ingresa por el micrófono y que se halla limitada por un limitador de audio, el cual asegura que el transmisor este desviado; luego se amplificada y se obtiene la portadora de frecuencia intermedia modulada. Esta señal es aumentada en 12 y amplificada, obteniendo la frecuencia de RF deseada. Finalmente pasa a un filtro de señales, para ser emitidas por la antena del equipo. (Tomasi, 2017)

Para el funcionamiento del transmisor del radio de dos vías, se utiliza la función de PTT, que aplica voltaje a los amplificadores de potencia y al módulo oscilador de transmisión. Este se usa antes del interruptor simple, para reducir el ruido estático asociado con el rebote de contacto en los interruptores mecánicos. (Tomasi, 2017)

Además, los transmisores de la gama con la que se está trabajando cuentan con sistema VOX (Transmisor Operado por Voz), que se activa automáticamente, sin importar que el PTT no esté oprimido, esta es una función que se la activa en el momento de la programación además de otras aplicaciones propias de sistemas digitales.

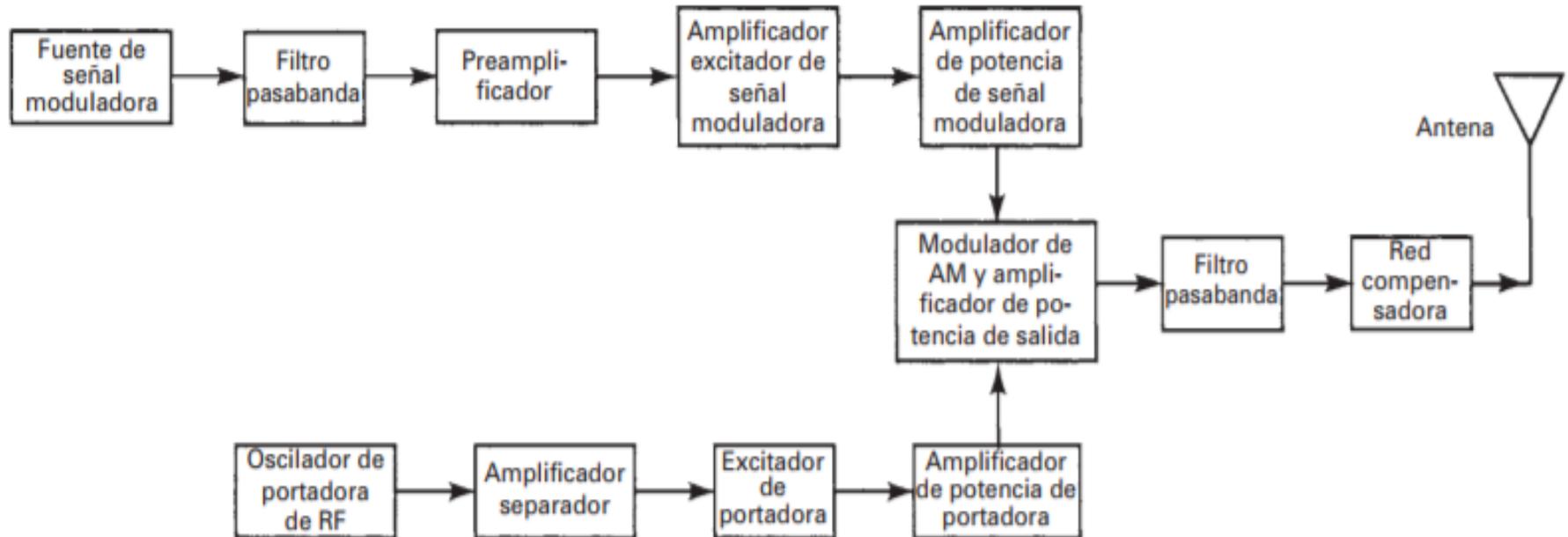


Figura 8. Diagrama de bloques de un transmisor de dos vías

Fuente: (Tomasi, 2017)

RECEPTOR DE RADIO DE DOS VIAS

En la figura 9, muestra un receptor típico de radio de dos vías. Es un receptor modular de circuito integrado, de cuatro canales, con cuatro módulos de oscilador de cristal separados, que se activan de acuerdo al canal en el que se ubique el selector de canales. (Tomasi, 2017)

Siempre que el receptor este encendido, uno de los cuatro módulos se activa. La frecuencia de trabajo del oscilador se compensa en temperatura y después se amplifica por 9. La salida del multiplicador se aplica al mezclador, en donde se heterodina con la señal RF entrante, para producir una frecuencia intermedia de 20 MHz.

La señal de frecuencia intermedia se filtra, amplifica, limita y después se aplica al discriminador de frecuencia para la demodulación. La tensión de salida del demodulador se amplifica y se suministra a la bocina.

El propósito del circuito de squelch (silenciador), es silenciar un receptor, en la ausencia de la señal recibida. Sin señal de Radio frecuencia de recepción, el circuito de AGC (Control Automático de Ganancia; Automatic Control Ganancy) ocasiona que la ganancia de los amplificadores de frecuencia intermedia incremente al máximo. Siempre que esté presente el ruido excesivo, el amplificador de audio se apaga y el receptor se silencia. (Tomasi, 2017)

1.1.7. RADIO MÓVIL DE DOS VÍAS MOTOROLA

El radio móvil **MOTOROLA** de la serie DGM-8500, figura 10, es una unidad de radiocomunicación, que permite establecer comunicación de voz en modo half-dúplex digital. El modelo y serie están impresos en un rótulo que está ubicado en la parte de atrás del radio, que permiten determinar la potencia de salida, banda de frecuencia y empaque físico del radio. (MOTOROLA, 2017)

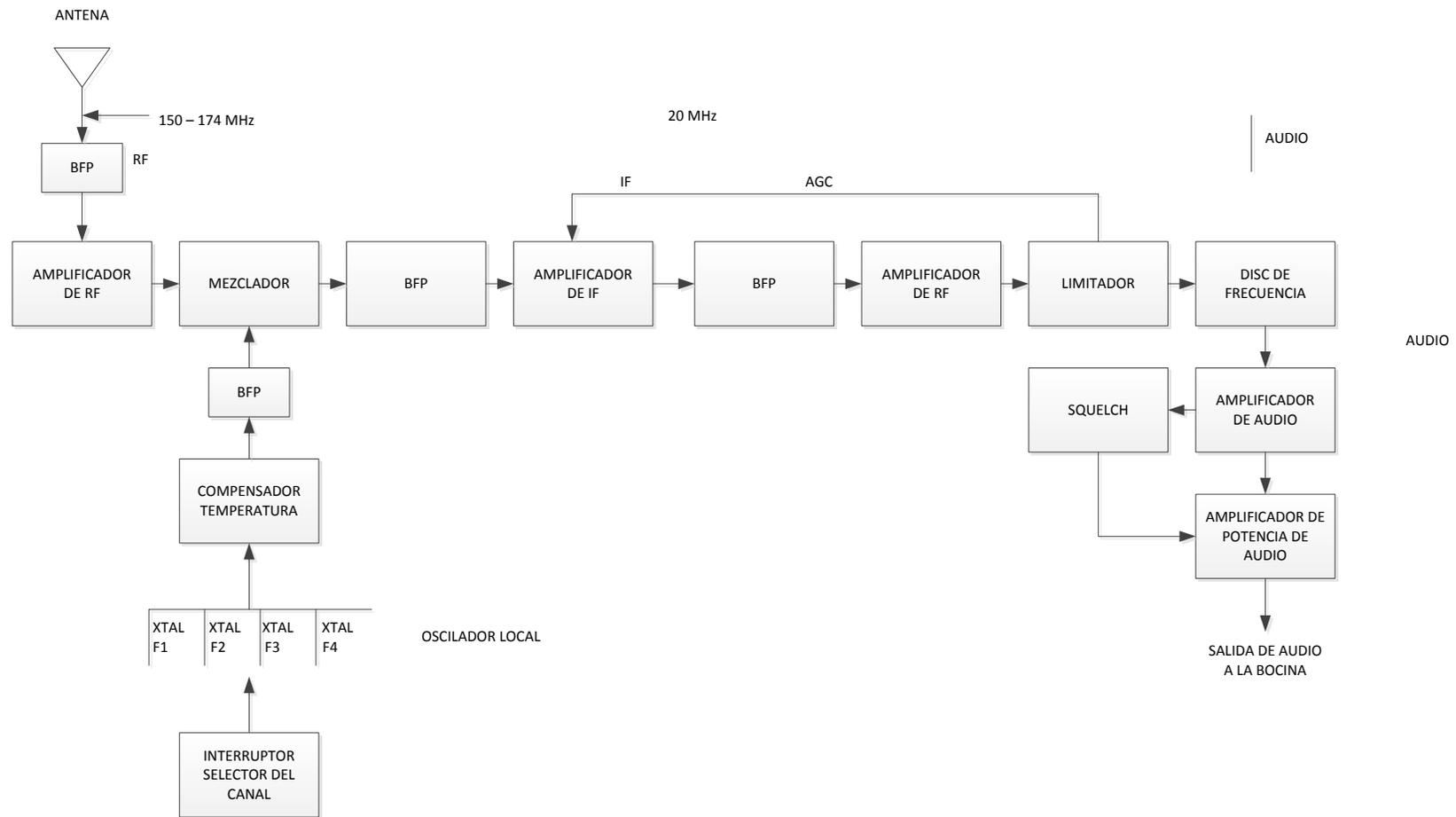


Figura 9. Diagrama de bloques de un receptor de dos vías.

Fuente: (Tomasi, 2017)



Figura 10. Radio MOTOROLA DGM-8500

Fuente: (Elaborado por el Autor)

PARTES CONSTITUTIVAS

El radio es un diseño de una sola tarjeta, como se muestra en la figura 11, que consta de: unidad de control, transmisión, potencia, recepción, señalización, alimentación y circuitos controladores. (MOTOROLA, 2017)

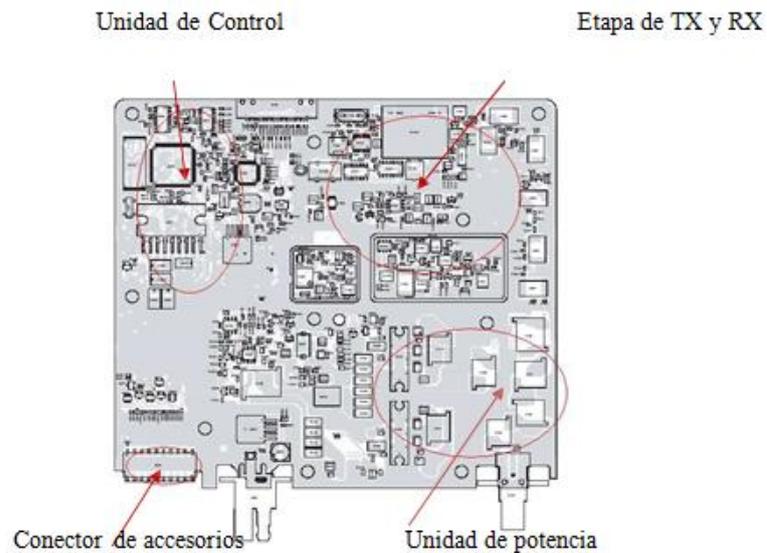


Figura 11. Tarjeta Electrónica del Radio Motorola

Fuente: (RADIO, 2017)

Además del circuito principal, acepta tarjetas de para funciones opcionales como acelerómetro, inclinación, que pueden proporcionar funciones de voz/datos, seguridad, almacenamiento de voz o un decodificador de señalización DTMF (Dual Tone Multi Frequency; Multifrecuencia de Doble Tono). Para la comunicación con el usuario posee un panel frontal con varios botones para su operación, que varían acorde al modelo del

equipo. Y por último, es posible conectar un cable de accesorios situado en el extremo posterior del radio. Este permite acoplar accesorios al radio, como por ejemplo: un parlante externo, un conmutador de emergencia, un detector de ignición, etc.

DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO SECCIÓN DEL CONTROLADOR

La sección del controlador de los radios Motorola de alta gama digital, es la encargada de realizar las funciones de: control digital y procesamiento de audio, como se observa en la figura 12.

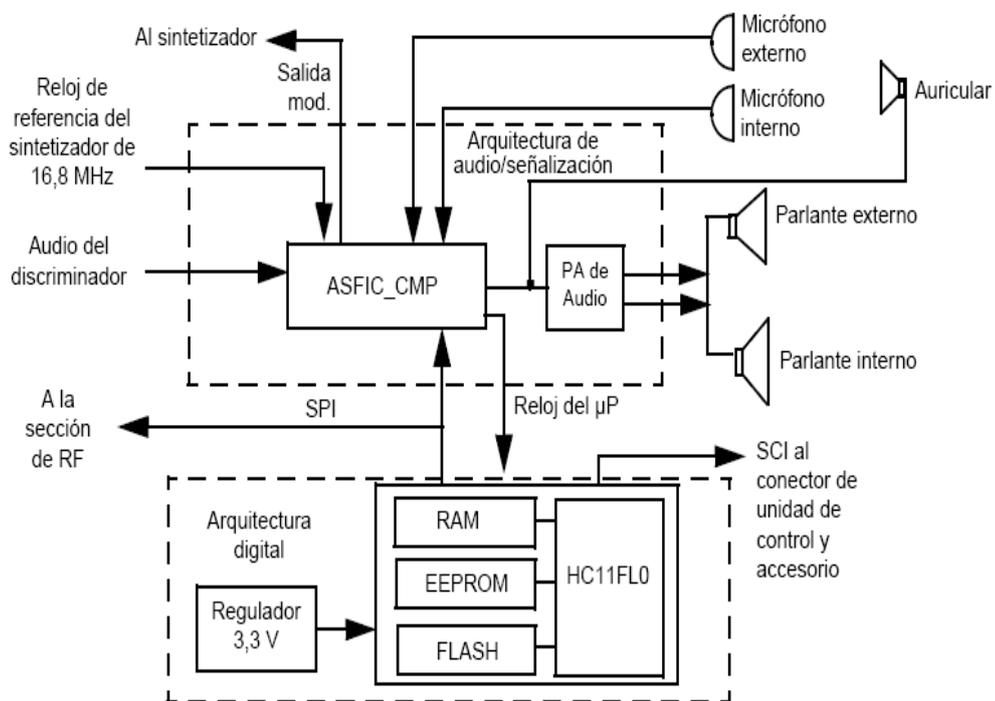


Figura 12. Diagrama de bloques del controlador

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

El control digital consta de un microprocesador, memoria de respaldo, lógica de respaldo, circuitos integrados multiplexadores de señales, circuitos de encendido/apagado, entrada/salida generales. El procesador de audio, toma el audio del micrófono y la preparar para su transmisión o tomar la señal de antena y recuperar el audio.

DISTRIBUCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DEL RADIO

El radio Motorola se alimenta con un voltaje de 13.2 V de CC (Corriente Continua), que pueden provenir de una batería u otra fuente de 13.2 V /10 Amp. El voltaje de CC de la figura 13, aplicado al conector de entrada (J0601), proporciona alimentación directa a los siguientes elementos:

- Control de encendido/apagado electrónico
- Amplificador de RF
- Regulador de 12V
- Regulador de 9.3V
- PA de audio (Amplificador)
- Circuito de estabilización de 5.6V

Por lo tanto, la tarjeta electrónica entregará 4 voltajes diferentes y un voltaje adicional producido por la combinación de una resistencia y un diodo. (MOTOROLA, 2017)

Estos niveles de voltaje son:

- 9.3V generados para alimentar algunos accesorios de audio, circuitos de alimentación de radiofrecuencia y control de potencia.
- 5V son requeridos para la alimentación de los circuitos digitales, proveniente del voltaje de 9.3V.
- 5V voltaje utilizado para la alimentación de la sección de radiofrecuencia.

Además, al encender el equipo, se genera una salida de voltaje conmutado en el interfaz de accesorios, que opera como un conmutador con límite de corriente y de voltaje.

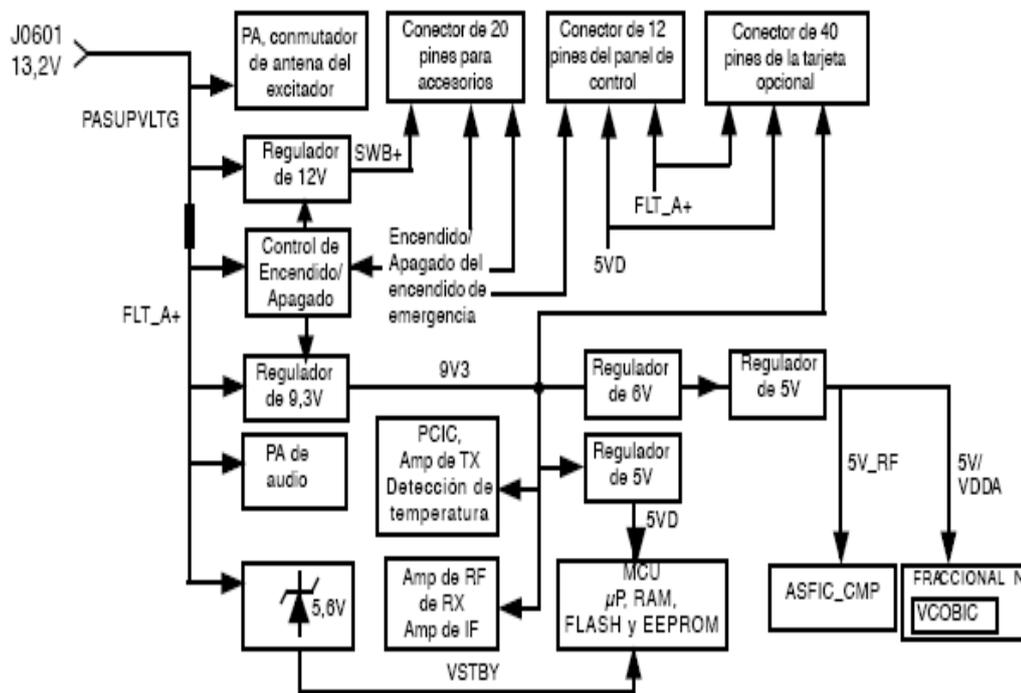


Figura 13. Diagrama de bloques de la distribución de alimentación de CC

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

1.1.8. FUNCIONES DEL INTERFAZ DE ACCESORIOS (RADIO MÓVIL)

El radio móvil goza de un puerto de conexión avanzado de accesorios en el lado posterior. Ofrece las siguientes capacidades:

Capacidad USB (Universal Serial Bus): la interfaz de periféricos incorpora la capacidad estándar puerto USB, el cual admite la conectividad IP mediante puertos USB con computadoras personales y otros periféricos con un cable suministrado por Motorola. También hace posible la interfaz con aplicaciones como, mensajería de texto, seguimiento de posición, aplicaciones suministradas por otros fabricantes, pues habilita interfaces para conexiones IP (Protocolo de Internet), telemetría, mensajería y localización.

Periféricos primarios: la interfaz de accesorios y periféricos incluye también funcionalidad primaria para ingreso y salida de audio, botón de transmisión, monitoreo, desactivación del silenciador de recepción, control de canales y otras funciones de entrada/salida de uso general (GPIO). Además permite la interfaz con aplicaciones de despacho y telemetría y distintas aplicaciones tradicionales radiocomunicaciones.

El conector de accesorios proporciona 26 líneas para interconexión con el radio tal como se observa en la Figura 14, cada una proporcionan una función diferente, además 6 de estas líneas son entradas/salidas de propósito general (GPIO), que pueden programar desde el software programación para el cliente (CPS) del equipo. (MOTOROLA M. , 2017)

En la Tabla 1; se observa la función de cada pin.

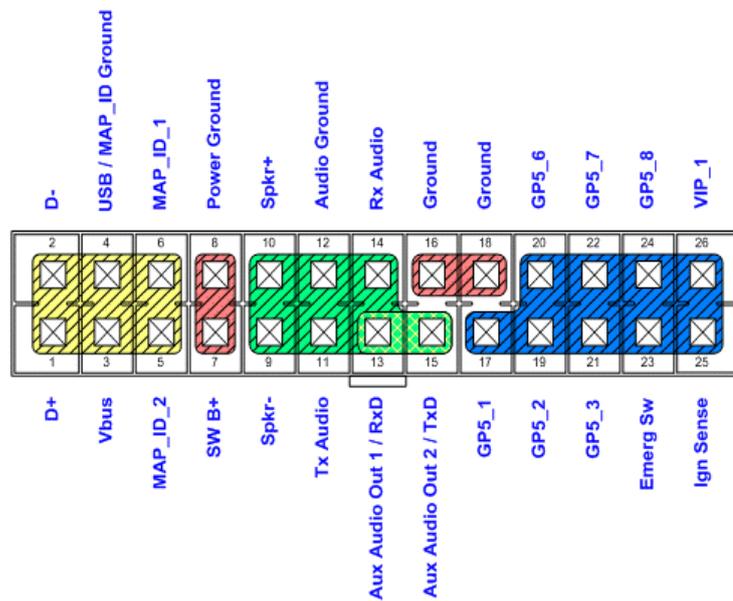


Figura 14 Configuración de los pines del conector de accesorios posterior.

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

Se puede instalar una variedad de accesorios e incluso diseñarlos y que operen según la programación.

Estos accesorios principalmente pueden ser de audio como: audífonos, micrófonos, parlantes, unión a otros radios para enlaces, radios parásitos, accesorios de telemetría.

Tabla 1: Entradas y salidas del conector de accesorios del radio DGM-8500

N.º de PIN	Nombre del pin	CPS programable	Función del pin
1	D+	No	USB + (datos)
2	D-	No	USB - (datos)
3	Vbus	No	Potencia USB (5V desde el cable/accesorio USB)
4	USB / Map_ID fijo	No	USB / MAP_ID fijo
5	MAP_ID_2	No	Identificador de accesorios
6	MAP_ID_1	No	Identificador de accesorios
7	SW B+	No	Voltaje de batería conectada
8	Conexión de potencia	No	Tierra
9	Atvz-	No	Altavoz - (3,2 ohmios de impedancia mínima)
10	Atvz+	No	Altavoz + (3,2 ohmios de impedancia mínima)
11	Audio TX	No	Entrada del micrófono externo posterior
12	Conexión de audio	No	Conexión de audio
13	Salida audio aux. 1 / RxD	No	Dirección PÚBLICA 1
14	Audio Rx	No	Recepción de audio en directo
15	Salida audio aux. 2 / TxD	No	Dirección PÚBLICA 2
16	Tierra	No	Tierra
17	GP5_1	Sí	GPIO nivel 5V, entrada PTT
18	Tierra	No	Tierra
19	GP5_2	Sí	GPIO nivel 5V, entrada monitor
20	GP5_6	Sí	GPIO nivel 5V
21	GP5_3	Sí	GPIO nivel 5V, función de actividad en canal
22	GP5_7	Sí	GPIO nivel 5V
23	Software de emergencia	No	Entrada de switch de emergencia
24	GP5_8	Sí	GPIO nivel 5V
25	Sensor de arranque	No	Sensor de encendido
26	VIP_1	Sí	Tolera 12V, alarma externa

Fuente: (RADIO, 2017)

1.1.9. PROGRAMACIÓN BÁSICA DEL RADIO MOTOROLA

Para la programación se requiere de cables de interconexión computador – radio y son diferentes dependiendo del modelo de radio móviles o portátiles.

Existen dos tipos de cables para los radios móviles, un cable de conexión posterior y uno de conexión frontal.

El cable de conexión posterior, de la Figura 15 permite la programación directa, sin que se requiera retirar el micrófono.

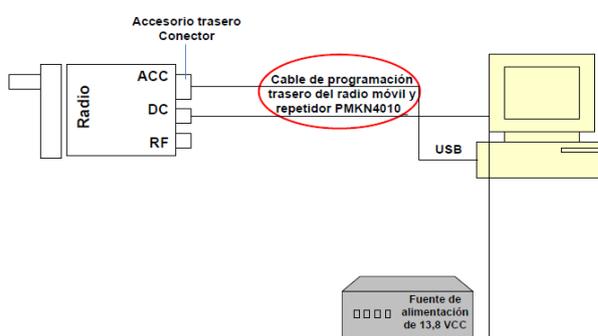


Figura 15. Esquemático de conexión PC – RADIO MOTOROLA POSTERIOR MOVIL

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

El cable de conexión frontal, de la Figura 16 tiene como ventaja que cuando el radio este instalado en un vehículo o sea difícil la conexión de cable posterior se alcanza fácilmente el puerto del micrófono para programación.

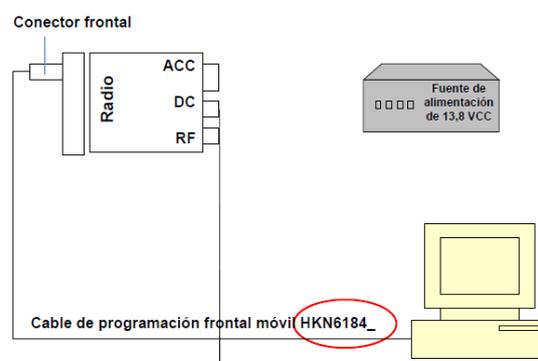


Figura 16. Esquemático de conexión PC – RADIO MOTOROLA FRONTAL MOVIL

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

Existen dos cables de programación para radio portátiles, uno que únicamente permite la programación y otro que además permite realizar pruebas de funcionamiento. En la Figura 17 se puede observar la forma de conectar el cable con el radio.

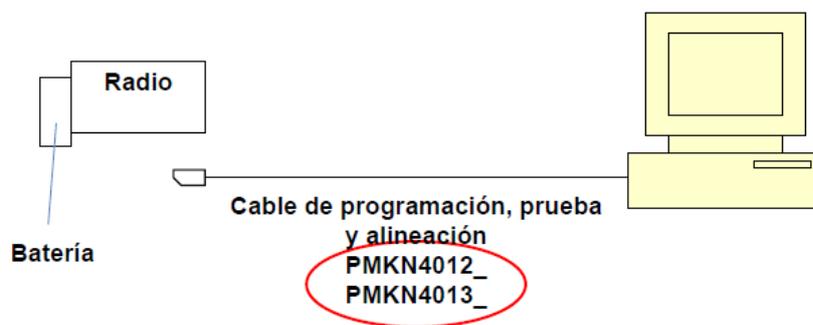


Figura 17. Esquemático de conexión PC – RADIO MOTOROLA PORTATIL

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

Además, se necesita el CPS (Customer Programming Software, *Software de Programación del Cliente*), instalado en un computador, con sistema operativo: Windows, el CPS permite realizar una programación de los radios exclusiva y personalizada de acuerdo a los requerimientos.

Los radios de alta gama de Motorola como los DGM (Digital Mobile; Móvil digital) y DGP (Digital Portable; Portátil Digital) cuentan con tecnología bluetooth lo que permite posible la programación sin cables.

Dentro del programa se encuentran viñetas que fácil identificación para la programación como son: leer, escribir, clonar, etc.

Por tratarse de radios digitales estos pueden formar parte de una red de datos, al conectar el cable a la pc se crea una red PAN (Personal Area Network, Red Área Personal) 192.168.10.0 y al realizar la programación por bluetooth la red es 192.168.11.0, estas redes vienen configuradas de fábrica.

Las funciones y operaciones que se pueden programar en los radios digitales van desde el darle un número de identificación ID al radio, el cual deberá ser único, hasta registrar una dirección IP de un servidor que contenga una aplicación de gestión de flota. Las funciones que se pueden programar son:

Canal digital: este canal operara bajo la tecnología digital, la cual permite hacer uso de funciones como telemetría, datos GPS, conexión a red, etc.

Canal analógico: El canal trabajara de forma convencional es decir únicamente comunicación de voz.

Conjunto de canales: el radio permite la programación de varios canales y estos pueden ser usados en diferentes sistemas, los mismos que pueden ser escogidos con la perilla destinada para esto.

Canal del modo mixto dinámico: este tipo de canal permite integrar usuarios con radios análogos y/o digitales, con la desventaja de que las funciones digitales ya no está disponibles.

Llamada de grupo: es un tipo de llamada en la que un usuario transmite y es escuchado por todas personas que pertenecen al grupo.

Llamada privada: este tipo de llamada es similar a una llamada telefónica, uno a uno y se puede escoger de los contactos que han sido creados el momento de la programación.

Llamada general: este tipo de llamada es un tipo de voceo, generalmente es utilizado para transmitir información de interés para todos los grupos, usuarios o para coordinación de emergencias.

Llamada telefónica (enlace telefónico digital): con el uso de sistemas adicionales como centrales Asterix SIP de telefonía IP es posible integrar radios con telefonía digital.

Acceso a canal mejorado: es un tipo de canal el cual mediante una licencia mejora el canal en el repetidor, mejorando el audio.

Rastreo: a los radios que cuentan con opción de rastreo GPS se puede activar esta función que mediante una aplicación se puede realizar el rastreo.

Configuración de red: cuando de integran varios lugares a través de enlaces de datos, red WAN, LAN o se hace uso de una aplicación se la integración de sistemas se establece mediante la configuración de la red.

Sistemas de señalización de MDC y Sistemas de señalización de Quik-Call II: este tipo de señalización es análoga y permite incrementar la privacidad y seguridad de la comunicación.

Mensajería de texto rápido: son mensajes que se crean el momento de la programación del radio y que puede acceder al presionar un botón.

Privacidad – Básica y mejorada: es un tipo de encriptación propia de los radios Motorola, cuando un radio que no cuente con esta función activada escuchara palabras entrecortadas llegando al ruido cuando la privacidad utilizada es la mejorada.

Reversión del GPS: con el objetivo de mejorar la comunicación y liberar el canal se puede enviar los datos de GPS, por un canal diferente optimizando los dos canales.

Interrupción de transmisión: esta función está pensada para ser usada en caso de emergencias únicamente para el personal encargado de la organización. Esta función interrumpe la comunicación de los demás cuando este radio transmite

Código color: es similar a los tonos DPL (Digital Private Line; Línea Privada Digital) y TPL (Transmission Private Line; Línea de Transmisión Privada) y es usado para dar privacidad a la comunicación.

Trabajador solitario: pensando en que los usuarios de radios muchas veces trabajan solos, está disponible la función de trabajador solitario la misma que emitirá un tono de alarma inicialmente al mismo usuario si por error ha ubicado el radio en posición horizontal y lo pueda poner en posición vertical pero si no es el caso y el usuario ha sufrido un accidente des pues de n alarmas al mismo usuario (programables) enviara la advertencia al radio que esté realizando las funciones monitoreo y tal forma que se pueda prestar la ayuda que requiera.

Compatibilidad con Bluetooth: los radios que cuentan con pantalla también cuenta con bluetooth y son compatibles con dispositivos bluetooth de versión igual o superior a 2.0. Por lo que pueden ser programados via bluetooth, o se puede escuchar y transmitir directamente con accesorios de audio.

Audio inteligente: esta función permite que el radio se adapte al medio, es decir si se está en un medio de mucho ruido automáticamente el volumen del radio se incrementara y si por el contrario se encuentra en ambientes de poco ruido el volumen bajara.

Anuncio de voz: los radios de digitales Motorola cuentan con un archivo que tiene varios anuncios de voz, el mismo que se lo puede cargar al radio de forma tal que este es capaz de reproducirlos de acuerdo a su programación. (Ejemplo canal 1, canal 2, etc.)

IP Site Connect: Conexión de sitio por IP, la conexión es activa siempre y cuando el equipo cuente con la licencia respectiva. (MOTOROLA, 2017)

PROGRAMACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN Y ALIAS DEL RADIO

Los radios Motorola por defecto vienen con el alias Motorola y ID 1, estos datos pueden ser cambiado de acuerdo a la necesidad del usuario, El nombre debe estar asociado a la lista de contactos que tenga registrado el radio. Similar al proceso de guardar de los datos de un teléfono celular.

En la Figura 18 se puede observar el alias o nombre que se ha asignado al radio en este caso se lo ha denominado “portátil” y el ID ha sido cambiado por 8001.

Configuración general

[Superior](#) [Micrófono](#) [Alertas](#) [Encendido](#)

Nombre de radio

Imagen de bienvenida  [Seleccionar...](#)
[Eliminar](#)

ID de radio

Figura 18. Id de radio y alias

Fuente: (CPS, 2017)

PROGRAMACIÓN DEL CANAL DIGITAL

Los principales parámetros que se deben programar son: la frecuencia, código de color, franja o slot de operación, grupo de transmisión y recepción.

Como se puede observar en la Figura 19 se trabaja en un sistema simplex, por lo que la frecuencia de transmisión y recepción son las mismas (150,1375 MHz, frecuencia de prueba), el grupo de transmisión es “GENERAL” y el de recepción “general”

SIMPLEX S

[Superior](#) [RX](#) [TX](#)

RX		TX
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Frecuencia (MHz) <input style="width: 100%;" type="text" value="150,137500"/> </div> Frecuencia de referencia Predeterminado ▾ Lista de grupo general ▾ Indicación de alarma de emergencia <input checked="" type="checkbox"/> Acuse de alarma de emergencia <input checked="" type="checkbox"/> Indicación de llamada de emergencia <input checked="" type="checkbox"/> Tono de decodificación de la llamada de emergencia <input type="checkbox"/>	Configuración (MHz) <input style="width: 100%;" type="text" value="0,000000"/> <input type="button" value="Copiar"/>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Frecuencia (MHz) <input style="width: 100%;" type="text" value="150,137500"/> </div> Frecuencia de referencia Predeterminado ▾ Nombre de contacto GENERAL ▾ Sistema de emergencia Ninguno ▾ VOX <input type="checkbox"/> Nivel de potencia Alto ▾ TOT (seg.) 60 ▾ Retraso de reactivación del transmisor después del TOT (seg.) 0 ▾ Permitir interrupción <input type="checkbox"/> Frecuencias TX interrumpibles <input type="checkbox"/> Criterios de admisión Siempre ▾ Criterios de llamada entrante Seguir criterios de admisión ▾ Umbral de RSSI (dBm) -124 ▾

Figura 19. Programación de un canal digital

Fuente: (CPS, 2017)

El código de color es el equivalente al tono que se programa en radios análogos y se lo puede escoger entre 0 y 15, en la Figura 20 se muestra que se ha utilizado el código de color 1.



Figura 20. Código de color

Fuente: (CPS, 2017)

La tecnología digital con la que trabajan los repetidores Motorola simula la operación de dos repetidores digitales virtuales, por lo que se debe indicar la franja en que operaran los radios. En la Figura 21 se muestra que se dispone de dos slots para transmisión.

The image shows a configuration window titled "SIMPLEX S" with a blue header. Below the header are three tabs: "Superior", "RX", and "TX". The "RX" tab is selected. The configuration options are as follows:

- Archivo de anuncio de voz: Ninguno (dropdown menu)
- Modo Directo capacidad doble:
- Preferencia del líder de temporización: Permitido (dropdown menu)
- Lista de scan/itinerancia: Ninguno (dropdown menu)
- Scan automático:
- Código de color: 8 (spin button)
- Franja de tiempo/repetidor: 2 (dropdown menu)
- Sistema telefónico: 1 and 2 (dropdown menu, with 2 selected)

Figura 21. Canal digital

Fuente: (CPS, 2017)

PROGRAMACIÓN DE LA LISTA DE CONTACTOS

Como se indicó anteriormente los radios digitales permiten una comunicación personalizada, por lo tanto se requiere la creación de contactos a fin de establecer una llamada de grupo o llamada privada, por lo que se puede observar en la figura 22 los contactos que se han creado.

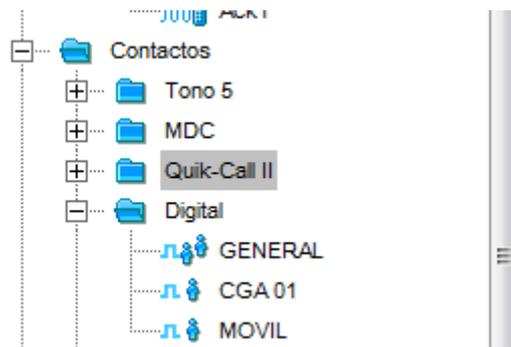


Figura 22. Listas de contactos

Fuente: (CPS, 2017)

Llamada de grupo se lo reconoce por el icono de muestra dos personas, permite que todos los que tengan este contacto dentro de su lista se comuniquen entre sí, de igual forma se debe asociar un alias y un ID, en el caso de la Figura 23 el ID de llamada es el 1000.



Figura 23. Llamada de grupo

Fuente: (CPS, 2017)

Llamada privada se lo reconoce por el icono de muestra una persona, permite que todos los que tengan este contacto dentro de su lista se comuniquen con él, además, se puede establecer la comunicación entre dos radios de forma independiente, al contacto privado se también se le asocia un alias y un ID tal como se observa en la figura 24.



Figura 24. Llamada privada

Fuente: (CPS, 2017)

PROGRAMACIÓN DE LA MENSAJERIA DE TEXTO

Los radios digitales de alta gama provistos de pantalla permiten el envío y recepción de mensajes.

Los radios digitales de alta gama que no están provistos de pantalla tiene la capacidad de enviar mensajes pre programados asociados a un botón.

Los radios que cuentan con teclado y pantalla pueden escribir, enviar y recibir mensajes además de los que se pueden programar como se muestra en la figura 25 y asociar a un botón o responder a una acción de telemetría.

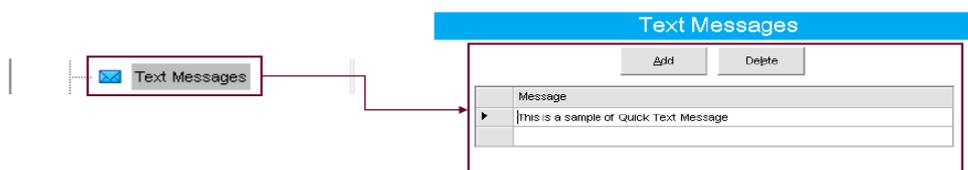


Figura 25. Mensajes de Texto

Fuente: (CPS, 2017)

PROGRAMACIÓN DE LA TELEMETRÍA

Las funciones de telemetría pueden activarse mediante la pulsación de botones programados, el uso de líneas están ubicados en el extremo posterior del radio móvil, pasan a estado activo o mediante la recepción de comandos de telemetría desde otros

radios. La columna función identifica el VIO de telemetría virtual que está asignado a

Telemetría									
Función	Descripción	Acción	Tiempo de pulso (ms)	Modo	Canal	Llamada	VIO Destino	Mensaje de texto	
Telemetría Botón 1		Ninguno	200	---	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	
Telemetría Botón 2		Ninguno	200	---	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	
Telemetría Botón 3		Ninguno	200	---	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	
Telemetría VIO 1	PUERTA ABIERTA	Enviar Estado con texto	200	---	Digital	Seleccionado	CGA 01	PUERTA ABIERTA	
Telemetría VIO 2		En comando Voltaje alto/bajo	200	---	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	
Telemetría VIO 3		Ninguno	200	---	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	
Telemetría VIO 4		Ninguno	200	---	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	
Telemetría VIO 5		Ninguno	200	---	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	

un comando de telemetría particular como se muestra en la Figura 26.

Figura 26. Telemetría

Fuente: (CPS, 2017)

Son cinco los pines habilitados para telemetría del puerto de accesorios 19, 20, 21, 22 y 26 y puede ser de entrada o salida de acuerdo a como se muestra en la Figura 27.

Pines reales GPIO				
	Función	Nivel activo	Estabilizado	Informe GPS
Pin N° 17	PTT micrófono externo	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 19	Monitor	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 20	No asignado	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 21	No asignado	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 22	Telemetría VIO 1	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 24	Telemetría VIO 2	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 26	No asignado	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 27. Telemetría - Pines reales GPIO

Fuente: (CPS, 2017)

La función de botón programable permite que el usuario configure la función que se activa al pulsar un botón accesorio de radio tal como se observa en la Figura 28.

Botones de radio		
	Pulsación breve	Pulsación prolongada
● Botón naranja	Emergencia activada	Emergencia desactivada
● Botón lateral 1	Monitor	Monitor permanente
● Botón lateral 2	Activar/desactivar Scan	Eliminación de canal no deseado
● Botón lateral 3	Potencia Alta/Baja	Repetidor/transmisión directa
● F1 Botón frontal 1	Telemetría Botón 1	No asignado
● F2 Botón frontal 2	Contactos	No asignado

Figura 28. Telemetría - Botones de radio

Fuente: (CPS, 2017)

1.1.10. MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un circuito integrado programable por lo que es bastante utilizado para muy numerosos propósitos. El microcontrolador está desarrollado por una unidad central de proceso (CPU), memorias ROM (ROM: read-only memory, memoria de sólo lectura) y RAM (RAM: Random Access Memory, memoria de acceso aleatorio) y puertos de entrada y salida (16 líneas) para conexión con periféricos.

Este circuito integrado puede usarse para desarrollar e innovar muchas aplicaciones entre las que están manejo de sensores, controladores, avisos lumínicos, cerrojos, motores, relojes, alarmas, etc.

En la memoria del micro se guardan los programas, la CPU procesa paso a paso las instrucciones del programa. Los lenguajes de programación típicos que se usan para este fin son *ensamblador*, *C*, *microcode studio*, antes de grabar las instrucciones del programa en el microcontrolador debe ser compilado a hexadecimal que es el formato con el que trabaja el microcontrolador (Reyes, 2006).

Los microcontroladores que se usarán para el diseño del circuito de monitorización es el 16F628A el cual cuenta con dos puertos para ingreso y salida de señales con 8 pines cada puerto, además los pines de alimentación. Como se puede observar en el Figura 29 los pines de los dos puertos también tienen otras funciones dependiendo de la configuración, elementos externos usados o programación.

PIC16F628A

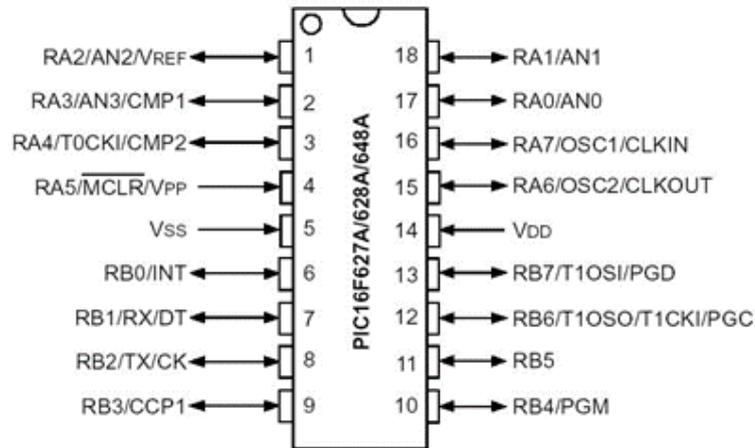


Figura 29. Distribución de pines del PIC 16F628A

En la Tabla 2 se presenta algunas opciones de uso para los pines del PIC 16F628A.

Fuente: (Reyes, 2006, p. 22)

Tabla 2. Distribución de pines PIC 16F628A

Nombre	Pines	Descripción
Alimentación	VDD	Alimentación Positiva, debe ser de 5v.
	VSS	Masa o alimentación negativa, debe ser de 0v.
Reset	(MCLR/VPP)	Reset asincrónico activado por estado bajo (0v).
Oscilador	OSC1	Entrada de señal de reloj.
	OSC2	Salida de señal de reloj.
Puertos	A0:A5; B0:B7; C0:C7; D0:D7; E0:E2	Puertos de entrada y salida.

Fuente: (Elaborado por el Autor)

RELOJ PRINCIPAL

Los microcontroladores cuentan con un circuito oscilador interno que crea una señal cuadrada de alta frecuencia, proporcionando de esta forma una frecuencia de reloj sincronizar las tareas del sistema.

También puede ser utilizado por elementos externos con el finalidad de acoplar señales de reloj diferentes al reloj interno. Estos elementos pueden ser: cristal de cuarzo y elementos pasivos, un resonador cerámico o una red R-C.

Los osciladores con los que pueden trabajar los microcontroladores son: RC (Resistencia - Capacitor), alta velocidad (HS), externo (XT) y baja potencia (LP).

Oscilador RC: Oscilador económico, formado por una resistencia y un condensador, cuyos valores determinan la frecuencia de oscilación.

Oscilador HS: Es un cristal de cuarzo que alcanza una velocidad entre 4 - 10 MHz.

Oscilador XT: Oscilador de cristal para frecuencias entre 100 Khz - 4 MHz. Este cristal es extensamente utilizado, por ser de bajo costo y de gran estabilidad.

Oscilador LP: Este oscilador es de bajo consumo, utilizado en frecuencias entre 35 y 200Khz. (Reyes, 2006)

1.1.11. TELEMETRÍA

La telemetría es una método de telecomunicaciones el cual permite recibir y transmitir información, mediciones, controlar remotamente la operatividad de equipos, procesos o sistemas en lugares distantes con la administración de ondas electromagnéticas (radiocomunicaciones, redes celulares, satelitales, etc.).

APLICACIONES DE LA TELEMETRÍA

En la actualidad las aplicaciones de telemetría son numerosas, entre las principales aplicaciones están la monitoreo de sistemas de redes de suministro de energía, temperatura, equipos industriales, humedad de suelos, planta solares y eólicas, drones, etc.

Al ser un monitoreo permanente y a distancia se optimizan recursos económicos y humanos permitiendo a la persona encargada del monitoreo tomar decisiones en base a información real.

El uso de esta tecnología en el presente el trabajo se realiza mediante radios de dos vías, ondas electromagnéticas en el rango de UHF o VHF, dependiendo del rango en el operen los radios.

Como se puede observar en la figura 30, las aplicaciones o configuraciones de telemetría para radios de dos vías no son limitadas, por el contrario, dependiendo del desarrollo del que se realice se pueden ejecutar acciones como el control del estado de una puerta, encendido o apagado de luces, alarmas, etc.

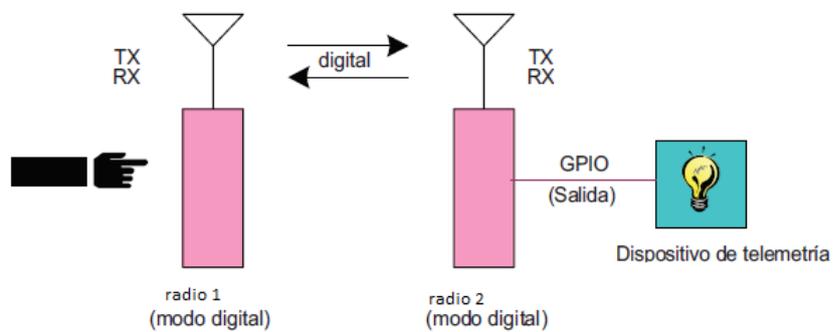


Figura 30. Esquema de Direccionamiento de Telemetría

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

CAPITULO II PROPUESTA

2.1.DISEÑO

Para el desarrollo de este proyecto se requirió la integración de dos sistemas:

- Sistema de radiocomunicación.
- Sistema de monitoreo.

El sistema de radiocomunicación actualmente se encuentra instalado y operativo, además es un sistema digital que ofrece las ventajas de equipos digitales como la telemetría y transferencia de datos.

Este sistema está formado por una estación de repetición (repetidor, fuente de alimentación, antena y duplexer), estación fija, control o despacho, radios móviles y portátiles y permite la comunicación dentro ciudad.

El sistema de monitoreo diseñado está formado por periféricos, además una unidad de control o procesamiento de datos.

Este sistema se integra con el sistema de radiocomunicación actualmente activo, cumpliendo de esta forma unos de los requerimientos solicitados por la empresa Wellbusiness que era no incrementar equipos o sistemas adicionales para monitorear.

Como se puede observar en la Figura 31 para el procesamiento de las señales en el equipo de monitoreo se consideró periféricos unidireccionales de entrada como: sensor magnético, teclado y señales de telemetría del radio que proporcionan información al PIC, las cuales deberán ser analizadas y procesadas, proporcionando una acción de salida en los periféricos correspondientes como son: display, luces, radio, sirena.

Inicialmente se partió de la premisa de diseñar un sistema de monitoreo remoto que indicará a un sistema de radios de dos vías cuando una puerta había sido abierta sin autorización, encendido una sirena y encendido de luces en caso de requerirlo.

Durante el proceso de diseño se evidencio la necesidad de un periférico que indique el estado del sistema en el sitio, por lo que se agregó un display LCD 2x16.

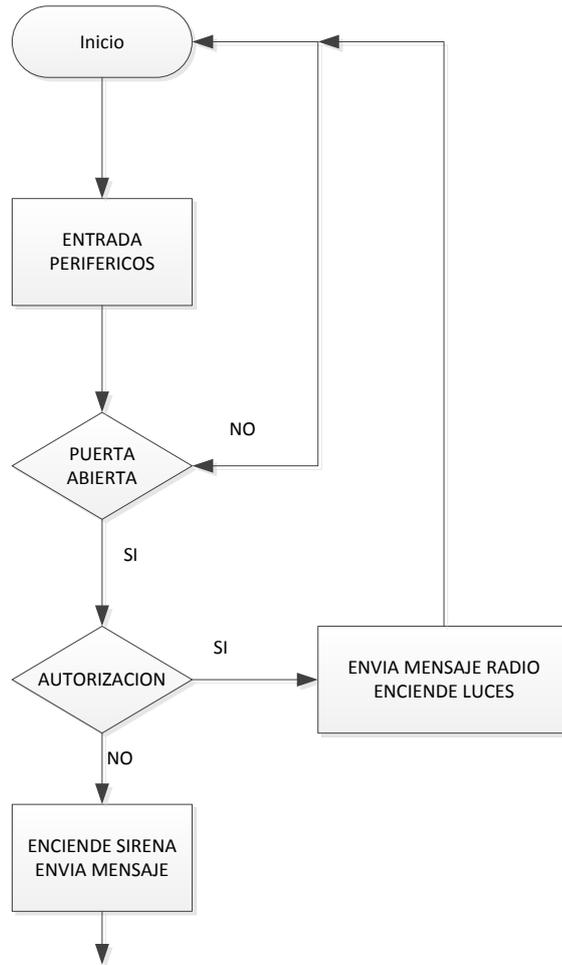


Figura 31. Diagrama de bloques del equipo de monitoreo y control

Fuente: (Elaborado por el Autor)

En la Figura 32 se muestra el mensaje de bienvenida al iniciar el dispositivo de monitoreo en el display (“BIENVENIDO”), el cual cambiará únicamente cuando se ejecute alguna acción.



Figura 32: Mensaje de Bienvenida

Fuente: (Elaborado por el Autor)

El sistema de monitoreo opera bajo el estado cuatro dispositivos:

- Radio de Señalización (1)
- Radio de Control (2)
- Llave electrónica (3)
- Teclado.

Radio de Señalización (1): El radio de señalización será operado por una persona que cuente con la autoridad para permitir el acceso al área de interés, por lo su radio contara con la programación requerida para aprobar la apertura de la puerta siempre y cuando este dentro del área de cobertura del repetidor.

Radio de Control (2): El radio de control es el interfaz de comunicación entre el sistema de radios y el sistema de monitoreo. Este radio recibe y transmite la señalización tanto del radio de control como de los sensores que se empleen.

Este radio siempre enviará al Radio (1) el mensaje de “PUERTA ABIERTA”, el cual permitirá mantener informado al radio operador de sobre el estado de la puerta.

Llave electrónica (3): Se consideró el uso de una llave electrónica pensando en que se debe garantizar que a las habitaciones a ser monitoreadas únicamente tengan acceso el personal autorizado, por lo que es una condición complementaria para acceder a las áreas de interés,

Teclado: Pensado en que se utilizará dos condiciones para permitir el acceso al área monitoreada, siempre existe la posibilidad de que uno de los elementos falle, se extravié o deje de funcionar por lo que se creyó conveniente la implementación de un forma alternativa para ingresar al área monitoreada.

Únicamente personas que cuente con la autoridad necesaria podrán hacer uso de esta herramienta, la cual consiste en permitir el ingreso mediante el ingreso de una clave por teclado, el regreso a condiciones iniciales con el uso del mismo teclado.

A su vez la combinación de estos dispositivos ofrece varias formas de funcionamiento del sistema.

OPCION 1: El funcionamiento normal del sistema está pensado en el uso de un Radio de Señalización (1), un Radio de Control (2) y una Llave electrónica (3), es cual se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3. Condiciones de disparo y apertura

		LLAVE ELECTRÓNICA	
		0L	1L
RADIO (1)	0L	Ninguna acción	Ninguna acción
	1L	Ninguna acción	Ejecuta acción

Fuente: (Elaborado por el Autor)

CONDICIÓN 1

Radio 1: envía una señal de para de activación o desactivación de un elemento conectado (sirena, luces, etc.) al Radio 2. P1 para activar y P2 para desactivar. La asignación de los botones se observa en la Figura33.



Figura 33. Botones P1 y P2 de Radio 1

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Radio 2: recibe el pulso de para de activación o desactivación y lo traslada al puerto de accesorios.

CONDICIÓN 2:

El pin 24 del conector de accesorios del Radio (2) está conectado en la entrada del PIC como una de las condiciones para desactivar la sirena y encender las luces.

El pin 22 está conectado al sensor magnético, el instante en el que se abre de la puerta con o sin autorización enviara una señalización al Radio 1 indicando la acción con la envío de un mensaje pregrabado de texto “PUERTA ABIERTA”.

Los mensajes relacionados con la telemetría son programados en el radio para su posterior utilización de forma automática.

CONDICIÓN 3:

Llave electrónica debe estar en posición abierta (1L)

Solo al cumplir las dos condiciones Radio 1 y llave en 1L las luces se encenderán y la sirena estará apagada; en el display se podrá observar el mensaje: “ACCESO CONCEDIDO POR RADIO” tal como se observa en la Figura 34.



Figura 34. Acceso concedido por radio

Fuente: (Elaborado por el Autor)

OPCIÓN 2: Este es un funcionamiento de respaldo del sistema está pensado en el uso de teclado según Tabla 4.

Tabla 4. Condiciones de teclado

TECLADO	0L	Ninguna acción
	1L	Ejecuta acción

Fuente: Elaborado por el Autor

Mediante el ingreso de una clave, se permitirá el acceso al área restringida en casos especiales como pueden ser la pérdida de la llave o del Radio 1.

Se puede realizar hasta tres intentos de ingreso de la clave después sistema de ingreso se bloqueará por 2 minutos y se mostrara en el display el mensaje “BLOQUEADO ESPERE 2 MINUTOS” tal como se observa en la Figura 35.



Figura 35. Sistema bloqueado

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Una vez transcurrido este tiempo se podrá ingresar nuevamente la clave, una vez ingresada correctamente 1L las luces se encenderán y la sirena estará apagada; en el display se mostrará el mensaje: “ACCESO CONCEDIDO POR CLAVE” como el de la Figura 36.



Figura 36. Acceso concedido por clave

Fuente: (Elaborado por el Autor)

ESTADO DEL SENSOR MAGNETICO: El sensor magnético se encargara de verificar el estado de la puerta de acuerdo a Tabla 5. El momento en el que la puerta se abra sin la autorización correspondiente se encenderá la sirena, enviará un mensaje de texto al Radio 1 y en el display mostrará el mensaje: “ACCESO NO AUTORIZADO” como se observa en la Figura 38.

Tabla 5. Estados del sensor magnético

SENSOR MAGNETICO	0L	Ejecuta acción
	1L	Ninguna acción

Fuente: (Elaborado por el Autor)

En el Radio (1) se visualizará el mensaje de “PUERTA ABIERTA

Como se puede observar en la Figura 37 los mensajes son recibidos en el radio portátil y muestran el mensaje “PUERTA ABIERTA”



Figura 37. Mensaje de Telemetría en radio

Fuente: (Elaborado por el Autor)



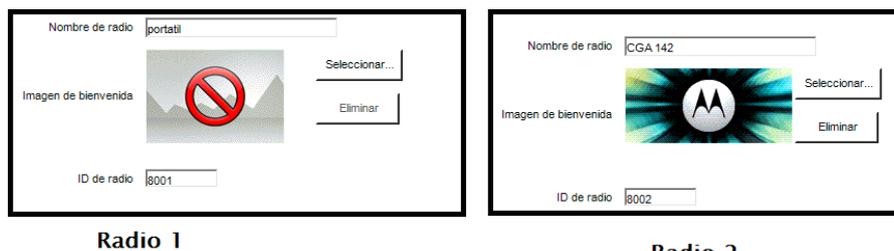
Figura 38. Acceso no autorizado

Fuente: (Elaborado por el Autor)

2.2.PROGRAMACION RADIOS

Consideraciones generales para la programación de radios digitales

- Asignación del ID y Alias de los Radios 1 y 2.



Radio 1

Radio 2

Figura 39. Id y Alias de Radios

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

En la figura 39 se puede observar los ID Y Alias que se han asignado a los radios portátil y móvil del sistema de monitoreo.

- **Llamada de grupo:** los radios 1 y 2 pertenecen al mismo grupo de llamada "GENERAL: 1000".

	Nombre de contacto	ID de llamada
	GENERAL	1000
	CGA 01	8001
	MOVIL	8002

Figura 40. Llamada de Grupo

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

- Programación de canal:** Los principales parámetros que se deben programar en canal son frecuencia, slot y código de color como se observa en la Figura 41.

SIMPLEX S

[Superior](#) [RX](#) [TX](#)

Modo Directo capacidad doble

Lista de scan/finerancia Ninguno

Scan automático

Código de color 8

Franja de tiempo/repetidor 2

Activar transmisión directa

Sólo RX

Configuración (MHz)

0,000000

RX

Frecuencia (MHz) 150,137500

Lista de grupo GENERAL

TX

Frecuencia (MHz) 150,137500

Nombre de contacto GENERAL

Sistema de emergencia Ninguno

Figura 41. Programación de canal

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

La asignación de teclas para la activación de acciones de telemetría del radio 1 se puede observar en la Figura 42.

Pulsación breve	
	Botón naranja <input type="text" value="Emergencia activada"/>
	Botón lateral 1 <input type="text" value="Monitor"/>
	Botón lateral 2 <input type="text" value="Activar/desactivar Scan"/>
	Botón lateral 3 <input type="text" value="Potencia Alta/Baja"/>
	Botón frontal 1 <input type="text" value="Telemetría Botón 1"/>
	Botón frontal 2 <input type="text" value="Telemetría Botón 2"/>

Figura 42 Programación de botones radio 1

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

- Telemetría Radio 1: para poner en funcionamiento la telemetría en el radio 1 se debe seleccionar la acción a realizar, en este caso se enviarán dos acciones: enviar comando de voltaje alto y bajo, el canal sobre el cual se trabajará, el destino que en este caso se enviará al radio móvil (radio 2) que se recibirán en pin de telemetría VIO 2 como se observa en la Figura 43.

Telemetría

	Descripción	Acción	Tiempo de pulso (ms)		Modo	Canal	Llamada	VIO Destino
Botón 1	ABRIR	Enviar comando Voltaje alto	200	▾	Digital	SIMPLEX S	MOVIL	Telemetría VIO 2
Botón 2	CERRAR	Enviar comando Voltaje bajo	200	▾	Digital	SIMPLEX S	MOVIL	Telemetría VIO 2
Botón 3		Ninguno	200	▾	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno
VIO 1		Ninguno	200	▾	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno
VIO 2		Ninguno	200	▾	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno
VIO 3		Ninguno	200	▾	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno

Figura 43. Programación de telemetría de radio 1

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

- **Telemetría Radio 2:** Acción de telemetría a realizar en el radio 2 y mensaje de estado a radio 1.

Telemetría									
Función	Descripción	Acción	Tiempo de pulso (ms)		Modo	Canal	Llamada	VIO Destino	Mensaje de texto
Telemetría Botón 1		Ninguno	200	▲▼	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Telemetría Botón 2		Ninguno	200	▲▼	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Telemetría Botón 3		Ninguno	200	▲▼	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Telemetría VIO 1		Enviar Estado con texto	200	▲▼	Digital	Seleccionado	PORTATIL	Ninguno	PUERTA ABIERTA
Telemetría VIO 2	PUERTA ABIERTA	En comando Voltaje alto/bajo	200	▲▼	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Telemetría VIO 3		Ninguno	200	▲▼	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Telemetría VIO 4		Ninguno	200	▲▼	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Telemetría VIO 5		Ninguno	200	▲▼	Ninguno	Seleccionado	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Figura 44. Programación de telemetría de radio 2

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

Asignación de voltaje en pines de radio 2 para telemetría se la realiza de acuerdo a como se puede observar en la Figura 45.

Pins reales GPIO				
	Función	Nivel activo	Estabilizado	Informe GPS
Pin N° 17	PTT micrófono externo	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 19	Monitor	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 20	No asignado	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 21	No asignado	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 22	Telemetría VIO 1	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 24	Telemetría VIO 2	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pin N° 26	No asignado	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 45. Programación de pines de radio 2

Fuente: (MOTOROLA, 2017)

En la figura 46 se puede observar de forma breve los elementos que formarán parte el sistema de monitoreo.

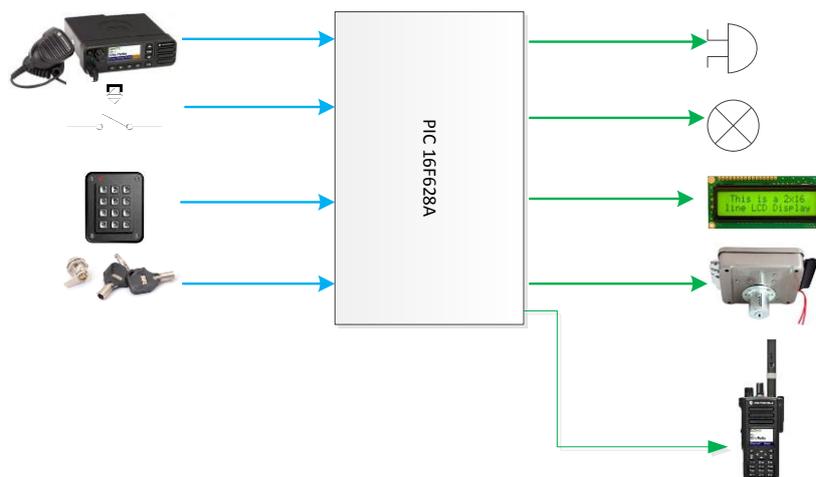


Figura 46. Diagrama de las conexiones físicas del sistema de monitoreo

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Para cumplir con los requerimientos del cliente se diseñó un circuito basado en el diagrama de flujo de la figura 31 que tiene tres etapas: unidad de control, periféricos de entrada y salida, donde los elementos se conectan de acuerdo al diagrama que muestra la figura 47, el cuál fue simulado en la aplicación Proteus 8 Profesional, al igual que el esquemático para el diseño del circuito impreso.

2.3.COMPONENTES

Los componentes que se utilizaron para la construcción del circuito electrónico de acuerdo a propuesta inicial fueron PIC's 16F628A, buzzer o sirena, teclado numérico, display LDC, sensor magnético. Los elementos como resistencias, capacitores, reguladores, etc., posteriormente se fueron incrementando conforme iba evolucionando el circuito hasta finalmente completar la lista que se muestra en la Tabla 6.

De acuerdo a la figura 35 los elementos utilizados en la construcción de la tarjeta en encuentran disponibles en el mercado local.

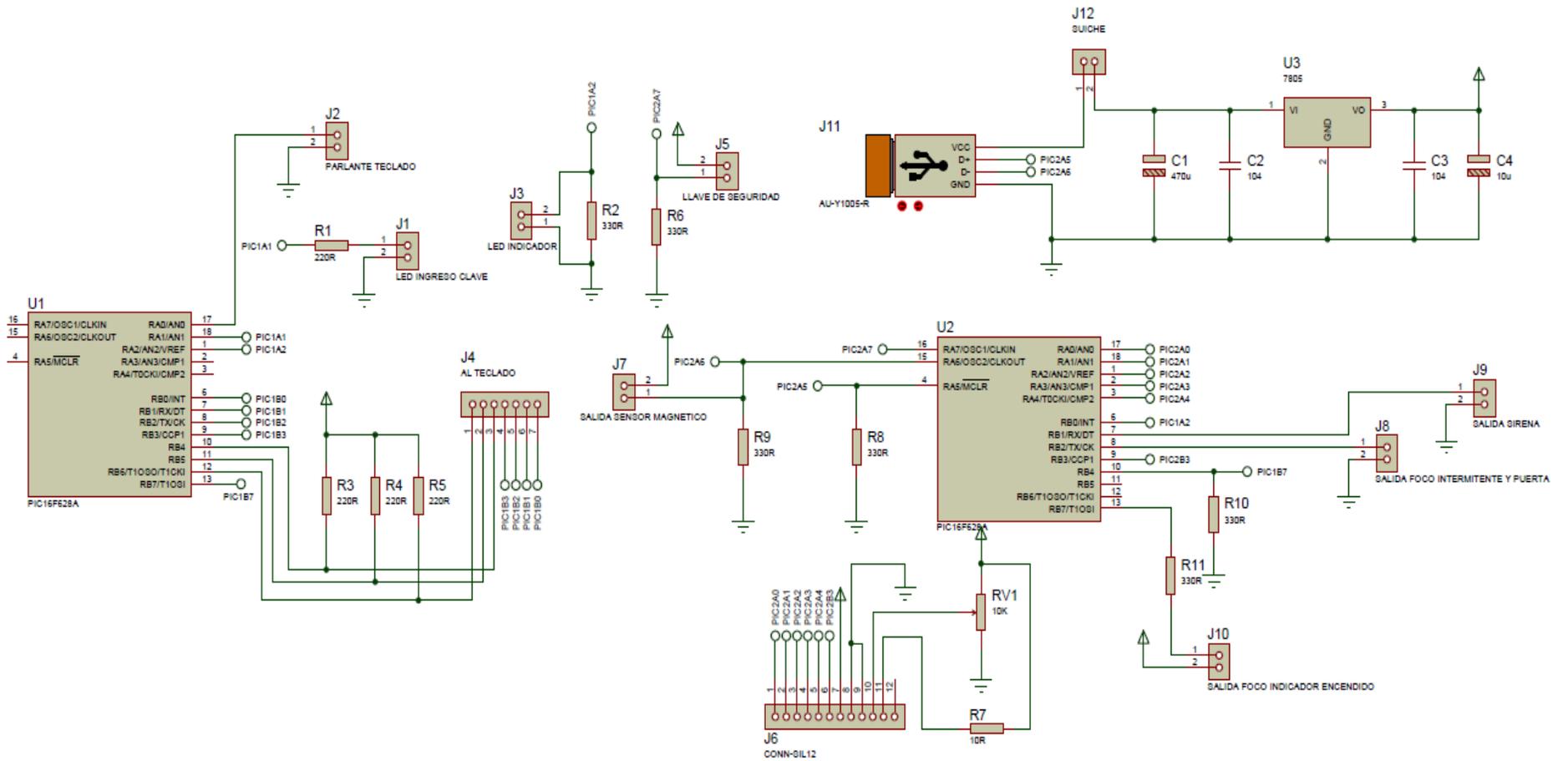


Figura 47. Circuito Modelado en Proteus 8 Profesional

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Tabla 6. Componentes del diseño

ELEMENTO	CANTIDAD
CI 16F628A	2
Interfaz 4 relés	1
Resistencia 300 Ω	6
Resistencia 220 Ω	4
Buzzer	2
Llave de seguridad	1
Sensor tipo magnético	1
Teclado numérico	1
Display LCD	1
Potenciómetro 5 K Ω	1
Resistencia 10 Ω	1
Condensador 470 μ F	1
Condensador 10 μ F	1
Condensador cerámicos	2
Parlante	1
Interruptor	1
Leds	4
Regulador LM7805	1
Placa de PBC	1
Borneras	5

Fuente: Elaborado por el Autor

CAPITULO III IMPLEMENTACIÓN

3.1.IMPLEMENTACIÓN

En las imágenes de la figura 48 se puede observar el circuito impreso que se diseñó como unidad de procesamiento del sistema de monitorización.

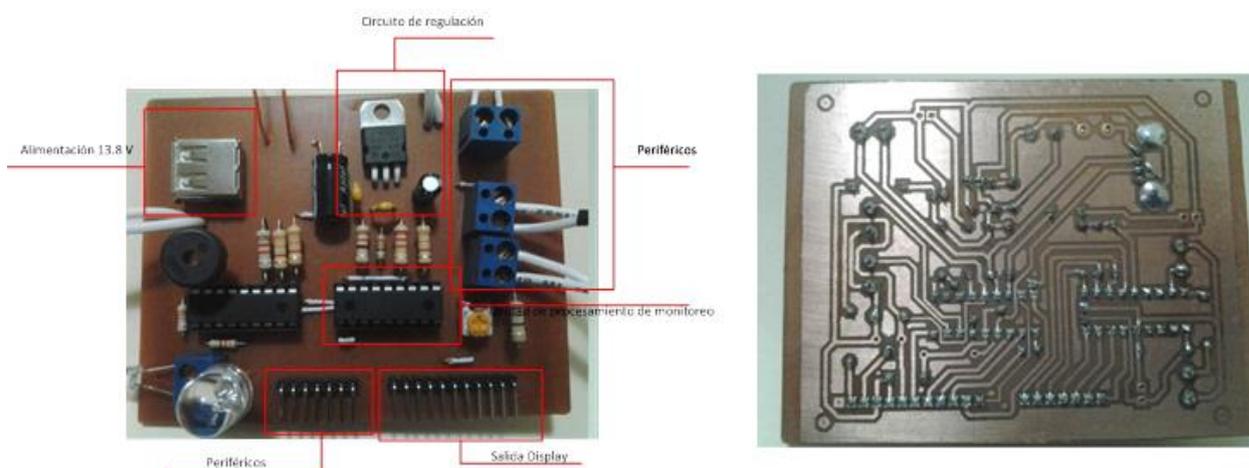


Figura 48 Unidad de procesamiento del sistema de monitorización.

Fuente: (Elaborado por el Autor)

La implementación se realizó en la empresa ARMILED CIA. LTDA., ubicada en la ciudad de Quito, Calle Pedregal N35-115 y Hernández de Girón, en un área destinada como un rastrillo (lugar destinado para el almacenamiento de armas y municiones).

Para implementar el sistema de monitoreo se requiere identificar el punto de acceso, iluminación que se administrará, ubicación para la sirena, radio, fuente de alimentación y módulo de monitoreo, además se debe considerar que los periféricos no deben estar a una distancia mayor de 10 metros. La recomendación de la distancia se la realiza en base a las pruebas de funcionamiento efectuadas, en las que se observó un óptimo funcionamiento en distancia iguales o menores a 10 metros, para distancias superiores se observó un funcionamiento aleatorio tanto en los periféricos de entrada como en los de salida.

Una vez determinados los puntos de ubicación de los equipos, se procedió a con la instalación y una breve inducción sobre el funcionamiento y modo de operación del sistema a los operadores del sistema de radiocomunicación.

En la Figura 49 se puede observar cómo se encuentra instalado el dispositivo de monitoreo.

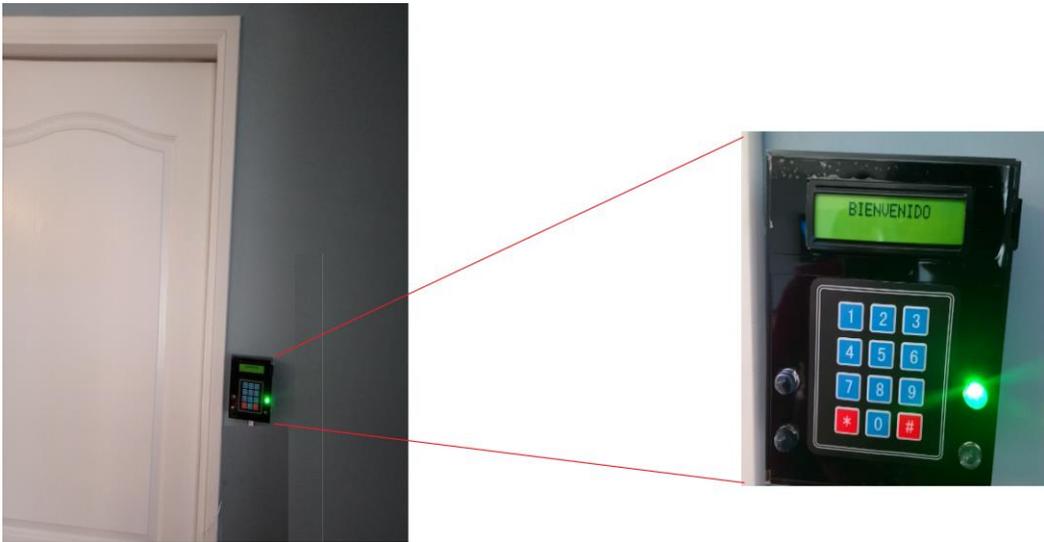


Figura 49 Módulo de monitoreo entrada Rastrillo.

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Por tratarse de un sistema de seguridad, se colocó en la parte posterior del dispositivo de monitoreo un switch como se muestra en Figura 50, el cual activara la sirena y enviara un mensaje de texto al radio de control en caso de que el dispositivo se retirado.



Figura 50 Switch de protección de monitoreo del dispositivo

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Instalación del sensor magnético en la puerta, el cual está conectado al radio de control, tal como se muestra en la Figura 51.



Figura 51 Sensor magnético

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Previa energización del sistema se revisó que la alimentación de los periféricos, radio y el módulo de monitoreo y antena de radio este conectados correctamente, así como también se comprobó que los cables del dispositivo de monitoreo no estén a la vista o sean fáciles de alcanzar o manipular, además se debe observar que el radio móvil este operativo como se observa en la Figura 52.

Por último se realizaron pruebas de verificación de funcionamiento de periféricos, radiocomunicación y operatividad de las distintas condiciones de monitoreo y autorización.



Figura 52 Radio operativo

Fuente: (Elaborado por el Autor)

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Al iniciar el sistema de monitoreo se el dispositivo muestra un mensaje bienvenida y enciende un led el mismo que indica que el sistema está activo tal como se observa en la Figura 53.



Figura 53 Sistema operativo.

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Una vez instalado y encendido el sistema se realizaron las pruebas de funcionamiento de cada una de las acciones a realizar.

Se inició con la prueba de ingreso al rastrillo por ingreso de clave y se observó que el mensaje de bienvenida cambio por el tipo de acceso que se concedió “ACCESO CONCEDIDO POR CLAVE” como se observa en la Figura 54.



Figura 54 Acceso por clave.

Fuente: (Elaborado por el Autor)

En el caso de que la clave ingresada sea errónea en tres intentos el sistema se bloqueara y mostrará el mensaje de la figura 55.



Figura 55 Sistema bloqueado

Fuente: (Elaborado por el Autor)

Cuando el acceso es por radio, se requiere cumplir dos condiciones la autorización del radio por telemetría y el uso de una llave electrónica. Tal como se muestra en la figura 56 y en el display se muestra el mensaje “ACCESO CONCEDIDO POR RADIO”.



Figura 56 Acceso por radio

Fuente: (Elaborado por el Autor)

También existe el caso en el que no se ha concedido ningún tipo de autorización y la puerta ha sido abierta por la fuerza, y en el display se visualiza el mensaje “ACCESO NO AUTORIZADO” como se observa en la Figura 57, además de que se enciende la sirena.



Figura 57 Acceso no autorizado

Fuente: (Elaborado por el Autor)

En todos los casos siempre se envía un mensaje de texto en el que se indica que la puerta ha sido abierta tal como se observa en la Figura 58, esto con el objeto de mantener informado al personal que se encarga de monitorizar.



Figura 58 Visualización de mensajes en radio

Fuente: (Elaborado por el Autor)

3.2.PROGRAMACION DE LOS PIC's

El programa de los PIC`s se adjunta en el Anexo 01

3.3.PRESUPUESTO

Una vez realizado el análisis de costos por diseño, elementos e implementación del sistema de monitoreo (no radios) versus el costo mensual por personal (considerando únicamente un sueldo básico: \$ 375 dólares.) se determinó que es una actividad mucho menos costosa. Además, al ser un equipo de monitoreo constante se tiene una vigilancia de 24/7. En la Tabla 7 se muestra un resumen de los costos por el diseño y construcción del dispositivo de monitoreo. En el Anexo 4 se adjunta factura de costos.

Tabla 7. Costo de elementos

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO EN \$
CI 16F628A	2	7,00
Interfaz 4 relés	1	4,50
Resistencia 300 Ω	6	1,38
Resistencia 220 Ω	4	0,72
Buzzer	2	4,10
Llave de seguridad	1	5,25
Sensor tipo magnético	1	1,25
Teclado numérico	1	8,86
Display LCD	1	7,00
Potenciómetro 5 K Ω	1	0,41
Resistencia 10 Ω	1	0,18
Condensador 470 μ F	1	0,14
Condensador 10 μ F	1	0,10
Condensador cerámicos	2	0,22
Parlante	1	1,75
Interruptor	1	1,50
Leds	4	0,32
Regulador LM7805	1	1,80
Placa de PBC	1	15,00
Borneras	5	1,80
Caja para circuito	1	35,00
Diseño de circuito impreso	1	20,00
	TOTAL	118,28

Fuente: (Electrónica PROYECTOS ELECTROKIT, 2017)

CONCLUSIONES

- Se analizó los elementos y periféricos disponibles en el mercado local que optimizaban el diseño en cuanto a funcionamiento y costos.
- Se diseñó un módulo que permite monitorear y controlar accesos lo cual permite mejorar los recursos existentes y se incrementó un servicio a ofrecer por parte de la empresa Wellbusiness hacia sus clientes.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento conjuntamente con el cliente a fin de validar la operatividad e integración con los sistemas de radiocomunicación.
- Se creó un producto que permite la integración de sistemas y mejorar los servicios que la empresa puede ofrecer, mediante la comunicación constante con el cliente se logró cumplir completamente con lo solicitado.
- Se implementó satisfactoriamente el sistema de monitoreo de acuerdo a las sugerencias y pruebas realizadas con el cliente.

RECOMENDACIONES

- Tomando en cuenta que éste proyecto está dirigido como complemento de un sistema de seguridad hay que cuidar que el momento de la instalación el cableado no sea visto y pueda ser cortado, y por ello deje de funcionar.
- Se debe inspeccionar el área donde se instalarán los equipos de comunicación y monitoreo ya que por ser equipos de electrónicos son sensibles al agua y humedad.
- El dispositivo de control debe ser instalado en un lugar accesible para el usuario, no así la radio base la cual tiene que ser instalada en un lugar que no sea accesible para ninguna persona.
- Los periféricos ya sea teclados, llaves de seguridad, pantallas deben ser instalados a una distancia no mayor a 10 metros de la radio base; con el fin de garantizar su correcto funcionamiento
- El control de acceso al estar sometido a ambientes demasiados húmedos o calientes, se deberá crear un plan de mantenimiento periódico para garantizar el perfecto funcionamiento.

REFERENCIAS

- ARCOTEL. (Agosto de 2017). *ARCOTEL*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/requisitos-comunal/>
- Bault, R. (1998). Las Antenas. En R. Bault, *Las Antenas*. Paraninfo.
- CPS, M. (2017). CPS Software de programación de cliente. Latinoamérica.
- FCEIA. (s.f.). *Escuela de Ingeniería Electrónica*. Obtenido de www.Eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Antenas%20y%20Propagación/Propagación.pdf
- Hernando Rabáños, J. M. (1993). *Transmisión por radio*. Madrid: Centro de Estudios Ramon Areces.
- Jimenez, M. (2012). Folleto de Comunicaciones Digitales. En M. Jimenez, *Folleto de Comunicaciones Digitales*.
- MOTOROLA. (2017). Manual de Servicio Detallado para radios profesionales.
- MOTOROLA. (2017). System_Planner_1_5_Spanish_6880309U16-E. Latinoamérica.
- MOTOROLA, M. (2017). Manual de Instalación.
- RADIO, M. (2017). Manual de Servicio del Radio EM200 / Em400.
- Reyes, C. (2006). *Microcontroladores PIC* (Tercera ed.). Quito.
- Stallings, W. (2002). *Comunicaciones y Redes de Computadores*. España: Prentice Hall.
- Tomasi, W. (2017). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*.

ANEXOS

ANEXO 01 PROGRAMA EN LOS PIC'S

```
cmcon = 7
x VAR BYTE
LED var PORTB.7

LLAVE VAR PORTA.7
RADIO VAR PORTA.5
SENSOR VAR PORTA.6
TECLADO VAR PORTB.0
TECLADO2 VAR PORTB.4

SIRENA VAR PORTB.1
LUCES VAR PORTB.2
PAUSE 200
high LED

lcdout $FE,1, " BIENVENIDO"
PAUSE 1000
PAUSE 1000
PAUSE 1000
PRUEBA:

IF TECLADO = 1 THEN
    lcdout $FE,1, "ACCESO CONCEDIDO"
    lcdout $FE,$C0, "POR CLAVE"
    high luces
    low sirena
    pause 1000
    lcdout $FE,1, " BIENVENIDO"
    GOTO PRUEBA
ENDIF
```

```
IF (RADIO=1) and (llave=1) THEN
    lcdout $FE,1, "ACCESO CONCEDIDO"
    lcdout $FE,$C0, "POR RADIO"
    high luces
    low sirena
    pause 1000
    lcdout $FE,1, " BIENVENIDO"
    goto prueba
else
    low luces
endif
```

```
IF sensor=0 then;
    lcdout $FE,1, "ACCESO NO "
    lcdout $FE,$C0, "AUTORIZADO"
    high sirena
    for x=1 to 5
        pause 1000
        pause 1000
        pause 1000
    next x
    low sirena
    GOTO PRUEBA
endif
```

```
IF TECLADO2 = 1 THEN
    lcdout $FE,1, "BLOQUEADO"
    lcdout $FE,$C0, "ESPERE 2 MINUTOS"
    PAUSE 1000
    PAUSE 1000
```

LOW LUCES

 lcdout \$FE,1, " BIENVENIDO"

ENDIF

goto prueba

end

PROGRAMA PIC TECLADO.

CMCON=7

NUMERO VAR BYTE

R VAR BYTE

S VAR BYTE

y var byte

BIPP VAR PORTA.0

LED VAR PORTA.1

PUERTA VAR PORTA.2

A VAR PORTB.0

B VAR PORTB.1

C VAR PORTB.2

D VAR PORTB.3

UN_O VAR PORTB.4

DO_S VAR PORTB.5

TRE_S VAR PORTB.6

ERROR VAR PORTB.7

INICIO:

 HIGH LED

 PAUSE 500

 LoW LED

```

s=1
GOTO TECLA_UNO

BARRID:
  LOW A
  IF UN_O=0 THEN NUMERO=1 : RETURN
  IF DO_S=0 THEN NUMERO=2 : RETURN
  IF TRE_S=0 THEN NUMERO=3 : RETURN
  HIGH A
  LOW B
  IF UN_O=0 THEN NUMERO=4 : RETURN
  IF DO_S=0 THEN NUMERO=5 : RETURN
  IF TRE_S=0 THEN NUMERO=6 : RETURN
  HIGH B
  LOW C
  IF UN_O=0 THEN NUMERO=7 : RETURN
  IF DO_S=0 THEN NUMERO=8 : RETURN
  IF TRE_S=0 THEN NUMERO=9 : RETURN
  HIGH C
  LOW D
  IF UN_O=0 THEN NUMERO=10 : RETURN
  IF DO_S=0 THEN NUMERO=0 : RETURN
  HIGH D
  PAUSE 10
GOTO BARRID

P_TECLA:
  HIGH LED : HIGH BIPP
  PAUSE 100
  LOW LED : LOW BIPP

```

ESPACIO:

IF UN_O=0 THEN ESPACIO

IF DO_S=0 THEN ESPACIO

IF TRE_S=0 THEN ESPACIO

PAUSE 25

RETURN

TECLA_UNO:

low ERROR; nueva linea

GOSUB BARRID: GOSUB P_TECLA

IF numero=10 THEN

low PUERTA

GOTO TECLA_UNO

ENDIF

IF NUMERO=1 THEN TECLA_DOS

GOTO FALSO

TECLA_DOS:

GOSUB BARRID:GOSUB P_TECLA

IF NUMERO=2 THEN TECLA_TRES

GOTO FALSO1

TECLA_TRES:

GOSUB BARRID:GOSUB P_TECLA

IF NUMERO=3 THEN TECLA_CUATRO

GOTO FALSO2

TECLA_CUATRO:

GOSUB BARRID:GOSUB P_TECLA

IF NUMERO=4 THEN OPENGE

GOTO FALSO3

OPENGE:

FOR r=1 TO 2

PAUSE 100

HIGH LED : HIGH BIPP

pause 100

low led: LOW BIPP

NEXt

HIGH PUERTA

GOTO TECLA_UNO

FALSO:

GOSUB BARRID: GOSUB P_TECLA

FALSO1:

GOSUB BARRID: GOSUB P_TECLA

FALSO2:

GOSUB BARRID: GOSUB P_TECLA

FALSO3:

FOR R=1 TO 3

PAUSE 100

HIGH LED : HIGH BIPP

PAUSE 100

low led : LOW BIPP

next

if S=3 THEN

high ERROR ; MENSAJE ERROR EN LCD

for y=1 to 20

pause 1000

```
        pause 1000
        pause 1000
        pause 1000
        pause 1000
        pause 1000
    next y

    S=1
else
    S=S+1

ENDIF
goto tecla_uno
end
```

ANEXO 02 MANUAL DE USUARIO

Sistema de control de accesos para la seguridad de áreas restringidas mediante comunicación por radios de dos vías.



Quito, 02 de octubre de 2017

	<p>No manipular la tarjeta electrónica.</p>
	<p>No utilizar cables rotos o arruinados, conectores diferentes. No conectar o desconectar el dispositivo encendido.</p>
	<p>No maltratar el dispositivo o placa electrónica.</p>
	<p>No exponer el dispositivo electrónico al agua.</p>

Introducción

Es dispositivo tiene como objetivo principal integrar equipos de radiocomunicación y periféricos con el fin del proteger y monitorear sitios que requieren seguridad, monitoreo y/o autorización de ingreso.

Requerimientos Técnicos e Instalación.

Configuración:

La contraseña de inicial es 1234 y debe ser cambiada previa.

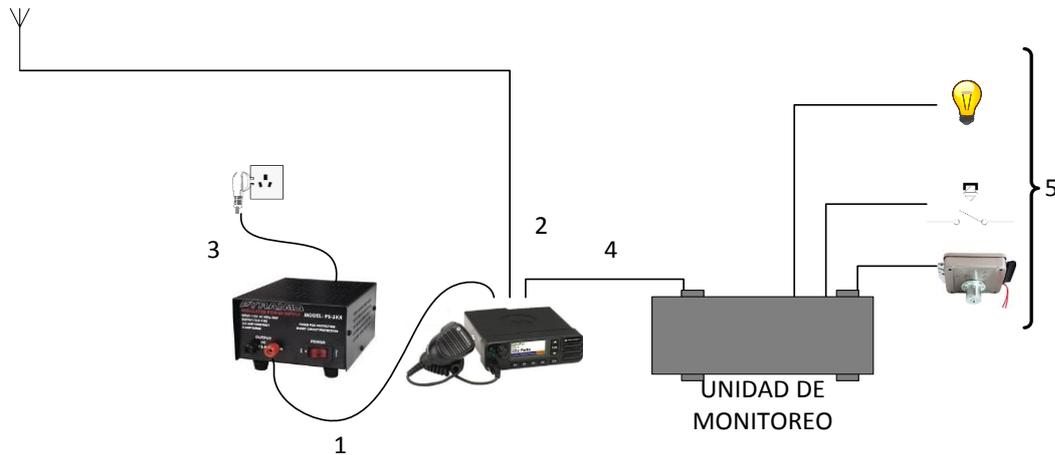
Detalle de los LED's

Nombre	Estatus	Descripción
Energía	Encendido (Verde)	Equipo de monitoreo encendido
	Apagado	Equipo de monitoreo apagado
Led 1	Titilando	Luces de habitación encendidas
	Apagado	Luces de habitación apagadas
Led 2	Titilando	Ingreso de digito de clave
	Apagado	Sin uso

Instalación:

La puesta en marcha del módulo de monitoreo se efectuara en una área que posea las facilidades solicitadas.

Debe contar la alimentación de energía al radio como la red pública.



- Conectar la fuente al radio.
- Colocar la antena al radio.
- Conectar la fuente a la red de energía.
- Conectar el radio al equipo de monitoreo con el cable de accesorios.
- Conectar los periféricos a monitorear.

FUNCIONAMIENTO.

Posteriormente a la instalación del dispositivo de monitoreo y periféricos se debe comprobar correcto funcionamiento

- Visualización de mensajes. Listado de mensajes (display):
 - ✓ Bienvenido
 - ✓ Acceso concedido por radio
 - ✓ Acceso concedido por clave
 - ✓ Acceso no autorizado
- Activación del buzzer el instante en el que el sensor alterna el estado (puerta abierta).
- Encendido de luces y apertura de la puerta previa autorización (por teclado o radio-llave electrónica).
- Envío de mensaje pregrabado de texto al radio de control cuando el sensor cambia de estado (puerta abierta).

ANEXO 03 MANUAL TECNICO

Sistema de control/monitoreo de accesos de áreas restringidas mediante comunicación por radios de dos vías.



Quito, 02 de octubre de 2017

	<p>No manipular la tarjeta electrónica.</p>
	<p>No utilizar cables rotos o arruinados, conectores diferentes. No conectar o desconectar el dispositivo encendido.</p>
	<p>No maltratar el dispositivo o placa electrónica.</p>
	<p>No exponer el dispositivo electrónico al agua.</p>

Introducción

La intención principal integrar equipos de radiocomunicación y periféricos es proteger y monitorear sitios que requieren seguridad, monitoreo y/o autorización de ingreso.

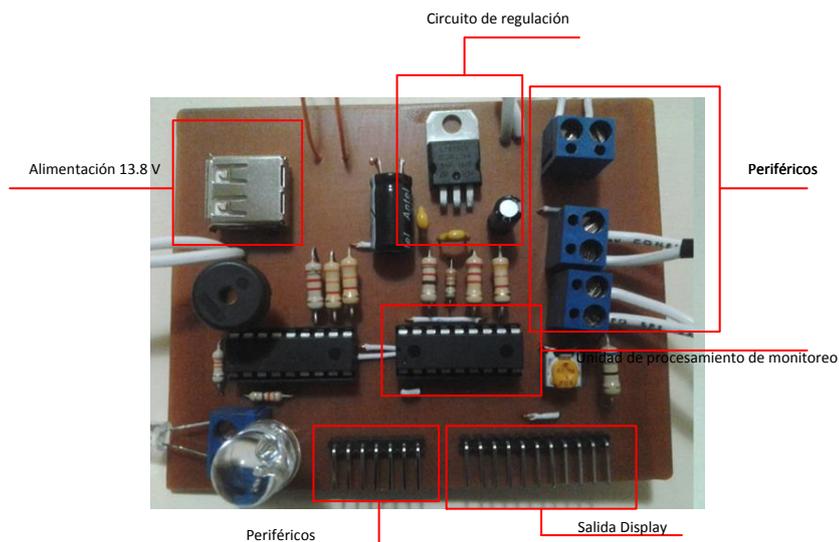
Características

- Información del estado (monitoreo) de puertas a monitorear.
- Compatible con los radios de gama alta DGM Motorola, previa programación.
- Alimentación 13,8 V extraída del radio por los pines siete y ocho del puerto de accesorios del radio.
- Cuenta con una pantalla LDC que muestra el estado del dispositivo.

Especificaciones:

Parámetros	Mínimo	Máximo	Prototipo
Voltaje de entrada	3,3 V	13.8 V	
Entradas			4 entradas de 5V
Salidas			4 salidas de 5V
Pantalla LCD			Pantalla LCD 16x2

Circuito electrónico.



Requerimientos Técnicos del Sistema.

Configuración:

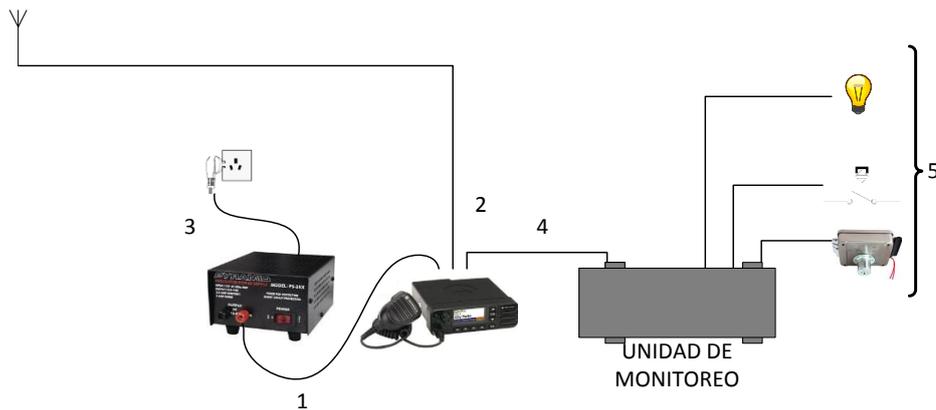
La contraseña de inicial es 1234 y debe ser cambiada previa.

Detalle de los LED's

Nombre	Estatus	Descripción
Energía	Encendido (Verde)	Equipo de monitoreo encendido
	Apagado	Equipo de monitoreo apagado
Led 1	Titilando	Luces de habitación encendidas
	Apagado	Luces de habitación apagadas
Led 2	Titilando	Ingreso de dígito de clave
	Apagado	Sin uso

La puesta en marcha del módulo de monitoreo se efectuara en un área que posea las facilidades solicitadas.

Se requiere de una fuente de alimentación para el radio como la red pública.



1. Conectar la fuente al radio.
2. Conectar la antena al radio.
3. Conectar la fuente a la toma de energía.
4. Conectar el radio al dispositivo de monitoreo mediante el cable de accesorios.
5. Conectar los periféricos a monitorear.

FUNCIONAMIENTO.

Una vez conectado el dispositivo de monitoreo y periféricos se debe comprobar correcto funcionamiento

- Visualización de Mensajes en el display conforme la acción realizada. Listado de mensajes:
 - ✓ Bienvenido
 - ✓ Acceso concedido por radio
 - ✓ Acceso concedido por clave
 - ✓ Acceso no concedido.
- Activación del buzzer el instante en el que el sensor alterna el estado (puerta abierta).
- Encendido de luces y apertura de la puerta previa autorización (por teclado o radio-llave electrónica).
- Envío de mensaje pregrabado de texto al radio de control cuando el sensor cambia de estado (puerta abierta).

ANEXO 04 FACTURA DE COSTO DE ELEMENTOS



PROYECTOS ELECTROKIT
INGENIERIA Y DISEÑO ELECTRÓNICO
VENTA DE ARDUINOS Y RASPBERRY PI

HERRERA ACOSTA EDUARDO XAVIER

PROYECTOS ELECTROKIT

Dirección INGLATERRA 512 Y VANCOUVER
 Matriz:

Dirección
 Sucursal:

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

NO

R.U.C.: 1716792591001

FACTURA

No. 001-001-000000087

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

1409201701171679259100120010010000000871234567818

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN

AMBIENTE: PRODUCCION

EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



171679259100120010010000000871234567818

Razón Social / Nombres y Apellidos: ROMEL SANCHEZ

Identificación: 1713249348

Fecha Emisión: 14/09/2017

Guía Remisión:

Dirección HERNANDEZ DE GIRON y PASAJE A

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant	Descripción	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Precio Unitario	Subsidio	Precio Sin Subsidio	Descuento	Precio Total
fabricacion1		1	FABRICACION DE PLACA				32,14	0.00	0.00	0	32.14
Bornera 2 pines		5	BORNERA 2 PINES				0,32	0.00	0.00	0	1.60
mayteriales pequeños		1	MATERIALES PEQUEÑOS				2,74	0.00	0.00	0	2.74
004		1	CABLE DUPPONT				4,07	0.00	0.00	0	4.07
conector 40 pines liquida		1	CONECTOR 40 PINES LIQUID.				1,02	0.00	0.00	0	1.02
conectorpol 2pines nliqui		1	CONECTOR POLARIZADO 2				0,45	0.00	0.00	0	0.45
pot5kajuste montaje		1	POT. 5K MONTAJE				0,41	0.00	0.00	0	0.41
cond. 47025v		1	CONDENSADOR 470 25V LIQUI.				0,14	0.00	0.00	0	0.14
cond. 104 liqui.		2	COND. N104 LIQUI.				0,11	0.00	0.00	0	0.22
suichellave		1	SUICHE CON LLAVE LIQUI.				5,25	0.00	0.00	0	5.25
teclado liquid.		1	TECLADO LIQUIDACION				8,86	0.00	0.00	0	8.86
led rojo liqui		1	LED ROJO LIQUIDACION				0,08	0.00	0.00	0	0.08

Información Adicional	
Dirección	HERNANDEZ DE GIRON y PASAJE A
Teléfono	2645119
Email	rovlst_2078@hotmail.com

SUBTOTAL 12%	56,98
SUBTOTAL IVA 0%	0,00
SUBTOTAL NO OBJETO IVA	0,00
SUBTOTAL EXENTO IVA	0,00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	56,98
DESCUENTO	0,00
ICE	0,00
IVA 12%	6,84
IRBPNR	0,00
PROPINA	0,00
VALOR TOTAL	63,82

Forma de Pago	Valor
SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	63,82

VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO	0.00
AHORRO POR SUBSIDIO: (Incluye IVA cuando corresponda)	0.00