

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO
BASADO EN LA TECNOLOGÍA RFID PARA LA
IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS DE USO COMÚN
DIRIGIDO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL**

RAUL GUILLERMO SAMANIEGO WAGNER

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado con título “Diseño e implementación de un prototipo basado en la tecnología RFID para la identificación de objetos de uso común dirigido a personas con discapacidad visual”, fue desarrollado en su totalidad por el señor Raúl Guillermo Samaniego Wagner con C.I. 171249366-5 bajo nuestra dirección como requerimiento para la obtención del título en INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

Sr. Ing. Jaime Andrango

DIRECTOR

Sr. Ing. Julio Larco

CODIRECTOR

RESUMEN

En este proyecto se ha desarrollado un dispositivo para mejorar el bienestar de la población no vidente. El objetivo de este proyecto es de proporcionar una herramienta tecnológica que les ayude a vivir de una manera más independiente y cómoda en sus diferentes actividades.

El dispositivo permite diferenciar o identificar objetos mediante mensajes de voz. Para esto, el dispositivo permite grabar y asociar un mensaje de voz a una etiqueta RFID que será asignada a un determinado objeto. Posteriormente al acercarse el dispositivo a la etiqueta previamente registrada, reproduce el mensaje de voz asociado a la misma. Este dispositivo tiene capacidad para registrar hasta 100 mensajes relacionados a objetos y cada mensaje de voz tiene 6 segundos de duración.

El dispositivo fue diseñado en base a un lector de tecnología RFID (identificación por radio frecuencia), un chip grabador-reproductor de voz y un microcontrolador. Este último se usó para el control de todo el sistema. En el diseño se tuvieron en cuenta consideraciones de portabilidad y bajo consumo de energía.

En este proyecto se realizaron encuestas y pruebas a personas no videntes con el objetivo de determinar la característica de funcionamiento y desempeño del dispositivo.

DEDICATORIA

Al único fiel y verdadero Dios.

Al que con amor eterno me ha amado. *Jeremías 31:3.*

Te confieso mi amor y la gran necesidad que tengo de Ti. Por Ti vivo y sin Ti muero.

A ti Papá Dios, por sustentarme con las palabras de Tu boca. Por darme seguridad y confianza, por proveerme con alegría de lo que necesito.

A ti Jesucristo, por incomodarte un instante de Tu eternidad para venir por mí, por humillarte hasta lo sumo y entregar Tu vida en silencio, obediencia y amor por mí.

A Ti Espíritu Santo, por tu amor e infinita paciencia para conmigo. Por fortalecerme y ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida. Por acercarme a la fuente de Vida Eterna, Jesucristo.

A mi papi Raúl, mami Aurora, y ñaños Beto, Alex y Grace.

A mi familia en la fe.

A ti Jerusalén, la paz de Dios sea en Ti.

A ti muy amada, hermosa pastora, perfecta mía y sierva de Jesucristo.

A mis preciosos olivos de paz.

S halom - שלום

raulgs@yaho.com

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a mi Dios:

Por amarme como nadie antes y nadie jamás podrá amarme.

Porque de tal manera amó Dios al mundo, que ha dado a su Hijo unigénito, para que todo aquel que en él cree, no se pierda, mas tenga vida eterna. (Juan 3:16)

Por llenar el vacío que había en mi vida y darle sentido a mi existencia.

(Jesús dijo:) “Yo he venido para que tengan vida, y para que la tengan en abundancia” (Juan 10:10b)

Por darme vida a través Cristo Jesús cuando estaba muerto por mis pecados.

Por cuanto todos pecaron y están destituidos de la Gloria de Dios (Romanos 3:23)

Porque la paga del pecado es muerte, mas la dádiva de Dios es vida eterna en Cristo Jesús Señor nuestro. (Romanos 6:23)

Por Jesucristo, mi único camino hacia Él.

“Jesús le dijo: Yo soy el camino, y la verdad, y la vida; nadie viene al Padre, sino por mí” (Juan 14:6)

Por querer entrar en mi vida y hacerme su hijo.

“He aquí, yo estoy a la puerta y llamo; si alguno oye mi voz y abre la puerta, entraré a él, cenaré con él, y él conmigo.” (Apocalipsis 3:20)

“Mas a todos los que le recibieron, a los que creen en su nombre, les dio potestad de ser hechos hijos de Dios;” (Juan 1:12)

Porque a través de una oración hecha con sinceridad y todo mi corazón Cristo Jesús entró en mi vida...

Señor Jesucristo: Yo te necesito, reconozco que tú moriste por mis pecados. Te pido que entres en mi vida como Señor y Salvador, y hagas de mi la persona que tu quieres que sea. Amén

Por ayudarme y enseñarme a vivir por agenda y así darle a cada cosa su tiempo.

Porque por Él estoy graduado.

Por la vida de mi familia en la fe y en la sangre.

Por el apoyo económico que mi papá Raúl me brindo en el desarrollo de este proyecto y de todos mis estudios.

Por la vida de mis profesores, Director y Codirector de tesis.

Por tu vida, deseando que puedas conocer y experimentar la vida preciosa, con sentido y felicidad que Dios tiene preparada desde la eternidad para ti.

Por bendecirte a través de estos sitios web:

www.centi.org

www.somoslarevolucion.com

PROLOGO

El desarrollo del presente proyecto “Diseño e implementación de un prototipo basado en la tecnología RFID para la identificación de objetos de uso común dirigido a personas con discapacidad visual”, pretende ser una herramienta útil para la población no vidente de nuestro país, ayudándoles en la identificación de objetos de uso común, de manera que les permita realizar las actividades de la vida diaria con mayor comodidad e independencia.

Este proyecto pretende hacer uso de los avances de la tecnología para el bienestar de personas en las cuales poco se ha pensado. Se escogió la tecnología RFID (identificación por radio frecuencia) ya que solo se necesita conocer la ubicación de la etiqueta a ser leída y no necesita una línea de vista entre el lector y la etiqueta, permitiendo una operación menos exigente que si se trabajara con etiquetas de código de barra.

El dispositivo graba y asocia un mensaje de voz a una etiqueta RFID. Cuando el dispositivo reconoce una etiqueta previamente registrada, reproduce el mensaje de voz asociado a la misma.

El presente proyecto consta de los siguientes capítulos:

En el capítulo 1, se podrá tener un idea de manera general sobre instituciones que atienden a la población no vidente, resultados de entrevistas a personas no videntes a cerca de cómo el presente proyecto y la tecnología podría aportar para el beneficio y comodidad de esta población.

En el capítulo 2, se describirán los elementos que componen la tecnología RFID, su funcionamiento, regulaciones, aplicaciones, ventajas y desventajas.

En el capítulo 3, se incluye la explicación general del funcionamiento, elementos y diseño del prototipo implementado en este proyecto.

En el capítulo 4, se comentan a cerca de las pruebas realizadas al prototipo, como también sus resultados.

En el capítulo 5, se enlistan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a través del desarrollo de los capítulos anteriores.

INDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION.....	1
1.1 NO VIDENTES EN EL ECUADOR.....	2
1.1.1 Estadística de población no vidente en el Ecuador.....	2
1.1.2 Organizaciones para no videntes	2
1.2 CONSULTA ACERCA DE LAS NECESIDADES DE RECONOCIMIENTO DE OBJETOS POR PARTE DE LA POBLACIÓN NO VIDENTE DE LA CIUDAD DE QUITO.....	5
1.2.0 Enseñanza a niños no videntes	5
1.2.1 Expectativas y actitudes respecto del proyecto	5
1.2.2 Experiencias en la identificación de objetos.....	6
1.2.3 Aplicaciones y ventajas del presente proyecto.....	6
1.2.4 Sugerencias de las personas entrevistadas con respecto al prototipo propuesto	8
1.3 VARIOS PROYECTOS SUGERIDOS PARA EL BIENESTAR DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.....	9
1.3.1 Personal	9
1.3.2 Laboral.....	10
1.3.3 Transportación y ciudad	10
1.3.4 Servicios	10
2 TECNOLOGÍA RFID	11
2.1 HISTORIA	11
2.2 FUNCIONAMIENTO	13
2.2.1 Frecuencia de operación	14
2.2.2 Modo de comunicación	16

2.2.3 Acoplamiento	17
2.2.3. Acople por dispersión electromagnética (Backscatter coupling):	18
2.2.3. Acoplamiento inductivo (inductive coupling):	20
2.2.3. Acoplamiento magnético (magnetic coupling):	22
2.3 LOS TAGS DE RFID	22
2.3.1 Características básicas	25
2.3.2 Encapsulados de las etiquetas	26
2.3.3 Origen de la alimentación o fuente de energía	27
2.3.4 Clases de tags	28
2.4 NORMAS DE REGULACION Y ESTANDARIZACION	29
2.4.1 Consideraciones de frecuencia	29
2.4.2 Estándares	30
2.4.3 Otros estándares	32
2.5 APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA RFID	34
2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	34
2.6.1 Ventajas	35
2.6.2 Desventajas	36
2.6.3 Limitaciones de RFID	36
3 DISEÑO DEL PROTOTIPO	38
3.1 CONFIGURACIÓN GLOBAL DEL SISTEMA	38
3.1.1 Diagrama General de Bloques del Sistema	38
3.1.2 Funcionamiento general	39
3.2 ETAPA DE AUDIO	40
3.2.1 Chip grabador-reproductor de voz (ISD5116P)	40
3.2.2 Amplificador	47
3.2.3 Diagrama de conexión de la etapa de audio	48
3.3 ETAPA RFID	48
3.3.1 Características del módulo SkyeModule M1	49
3.3.2 Pines del módulo SkyeModule M1	49

3.3.3 Protocolo de comunicación	50
3.3.4 Etiqueta o tag RFID	51
3.4 Microcontrolador PIC 16F628A	52
3.5 ENERGÍA DEL SISTEMA	54
3.6 DISEÑO DEL SOFTWARE.....	56
3.6.1 Descripción general del sistema	56
3.6.2 Explicación del software	58
3.6.3 Diagrama de flujo de grabación de mensajes de ayuda.....	64
3.7 LIMITANTES DEL DISPOSITIVO	65
4 PRUEBAS	66
4.1 PRUEBAS NIVEL DE SATISFACCION	66
4.2 PRUEBAS TÉCNICAS.....	68
4.2.1 Pruebas de energía.....	69
4.2.2 Prueba de alcance	69
4.3 ESPECIFICACIONES.....	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
MANUAL DE USUARIO.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

INDICE DE TABLAS

Tabla. 2. 1. Frecuencias de operación de RFID _____	15
Tabla. 2. 2. Resumen de los efectos de materiales sobre la comunicación RFID _____	24
Tabla. 2. 3. Clases de tags _____	29
Tabla. 2. 4. Frecuencias y potencias permitidas para sistemas RFID _____	30
Tabla. 2. 5. Aplicaciones de acuerdo a la frecuencia de operación _____	34
Tabla. 2. 6. Comparación de diferentes sistemas mostrando sus ventajas y desventajas __	35
Tabla. 2. 7. Tabla comparativa RFID versus Código de barras _____	35
Tabla. 2. 8. Desventajas de los sistemas RFID _____	36
Tabla. 3. 1. Códigos de operación _____	44
Tabla. 3. 2. Características del módulo SkyeMolule M1 _____	49
Tabla. 3. 3. Principales características del chip Philips ICODE SLI SL2 _____	51
Tabla. 3. 4 Tabla de corrientes en el dispositivo _____	55
Tabla. 3. 5 Consumo de corriente durante la reproducción de mensajes _____	55
Tabla. 3. 6 Características de operación con batería de 150 mAh _____	56
Tabla. 4. 1 Respuesta a la encuesta realizada _____	68
Tabla. 4. 2 Distancias máximas de lectura de etiquetas RFID _____	69
Tabla. 4. 3 Características de operación _____	70

INDICE DE FIGURAS

Figura. 2. 1 Comunicación entre tag, lector y host (computadora central) _____	14
Figura. 2. 2. Modos de comunicación _____	17
Figura. 2. 3. Distancias aproximadas según el tipo de acoplamiento _____	18
Figura. 2. 4. Ilustración de acoplamiento por dispersión electromagnética _____	19
Figura. 2. 5. Funcionamiento de sistemas RFID por dispersión electromagnética _____	20
Figura. 2. 6. Funcionamiento de sistemas RFID por acople inductivo _____	21
Figura. 2. 7. Funcionamiento de sistemas RFID por acople magnético _____	22
Figura. 2. 8. Circuito inteligente de una etiqueta _____	23
Figura. 2. 9. Diferentes diseños de antenas _____	24
Figura. 2. 10. Varios encapsulados de los tags RFID _____	27
Figura. 3. 1. Diagrama de bloques del sistema _____	39
Figura. 3. 3. Configuración de pines del chip ISD5116P _____	43
Figura. 3. 4. Descripción del registro CFG0 _____	45
Figura. 3. 5. Descripción del registro CFG1 _____	46
Figura. 3. 6. Diagrama de pines del LM386 _____	47
Figura. 3. 7. Circuito típico de ganancia 200 _____	48
Figura. 3. 8 Circuito de la etapa de audio _____	48
Figura. 3. 9 Diagrama de pines y conexión del módulo SkyeModule M1 _____	50
Figura. 3. 10 Petición para adquirir el TID de un tag (superior) y respuesta (inferior) _____	50
Figura. 3. 11 Petición para escritura de dato en la memoria del tag y respuesta _____	51
Figura. 3. 12 Petición para lectura de dato en la memoria del tag y respuesta _____	51
Figura. 3. 13 Tags usados de izquierda a derecha, circulo transparente adhesivo 30mm, lámina rectangular 38 x 22.5 y lámina circular 24mm _____	52
Figura. 3. 14 Pines del microcontrolador PIC 16F648A _____	53
Figura. 3. 15 Diagrama general del microcontrolador _____	54
Figura. 3. 16 Diagrama para la adaptación de voltaje _____	54
Figura. 3. 17 Diagrama de flujo del software _____	57
Figura. 3. 18 Diagrama de flujo (inicio) _____	59

Figura. 3. 19 Diagrama de tiempo (inicio)	59
Figura. 3. 20 Diagrama de flujo (Identificación de objeto)	61
Figura. 3. 21 Diagrama de tiempo (Identificación de objeto)	61
Figura. 3. 22 Diagrama de flujo (grabación de mensaje)	62
Figura. 3. 23 Diagrama de tiempo (grabación de mensaje)	62
Figura. 3. 24 Diagrama de flujo (borrado de etiqueta)	64
Figura. 3. 24 Diagrama de tiempo (borrado de mensajes)	64
Figura. 4. 1 Encuesta realizada a cerca del nivel de satisfacción del dispositivo	67

INDICE DE HOJAS TÉCNICAS

DATASHEET SKYEMODULE M1.....	77
DATASHEET LM386.....	80

GLOSARIO

En esta sección encontrará palabras usadas en la presente tesis y sus respectivos significados.

Baliza: Una baliza es un objeto señalizador, utilizado para indicar un lugar geográfico o una situación de peligro potencial.

Biometría: La biometría es la ciencia que se dedica a la identificación de individuos a partir de una característica anatómica o un rasgo de su comportamiento, como pueden ser la identificación por huellas dactilares, el iris de los ojos, los rasgos faciales, el patrón de la voz, el reconocimiento por ADN entre otros. [34]

Braille: El braille es un sistema de lectura y escritura táctil pensado para personas ciegas.

Etiqueta activa: Clase de etiqueta RFID que tiene una fuente de energía, por ejemplo una batería, que suministra energía al sistema de circuitos del microchip. Las etiquetas activas transmiten al lector una señal que puede ser leída desde una distancia de 100 pies (35 metros) o más. [33]

Etiqueta EPC: Etiqueta RFID que cumple con el estándar EPC Global y contiene un Código Electrónico de Producto™ (EPC). [33]

Etiqueta inteligente: Rótulo que contiene una etiqueta RFID que puede almacenar información como ser un número seriado singular y comunicarse con un lector.

Etiquetas HF: Etiquetas RFID que operan a 13,56MHz. [33]

Etiquetas lectura-escritura: Etiquetas RFID con la capacidad de registrar y actualizar datos en múltiples ocasiones. [33]

Etiqueta pasiva: Etiqueta RFID que no contiene una fuente de energía. La etiqueta genera un campo magnético cuando las ondas radioeléctricas de un lector llegan a la antena. Este campo magnético energiza la etiqueta y le permite enviar la información almacenada en el chip. [33]

Etiqueta RFID: Microchip adherido a una antena que envía datos a un lector RFID. La etiqueta RFID contiene un número seriado único, y también puede contener datos adicionales. Las etiquetas RFID pueden ser activas, pasivas, o semi pasivas. [33]

Etiquetas solo-lectura: Etiquetas RFID que contienen datos que no pueden ser modificados salvo que se re programe electrónicamente el chip. [33]

Etiquetas UHF: Etiquetas RFID que operan entre 866MHz y 930MHz. Estas etiquetas tienen la capacidad para enviar y recibir datos a mayor velocidad y distancia que otras etiquetas. Las etiquetas de frecuencia ultra alta son generalmente más caras que otras etiquetas porque utilizan más energía. Además, estas etiquetas presentan la limitación que las ondas radioeléctricas a estas frecuencias no se transmiten a través de artículos con alto contenido de agua tales como la fruta. [33]

Identificación por radio frecuencia: Tecnología portadora de datos que transmite información mediante señales en la porción de radio frecuencia del espectro electromagnético. Un sistema de Identificación por Radio Frecuencia consiste de una antena y un transmisor-receptor, que lee la radio frecuencia y transmite la información a un dispositivo de procesamiento, y un transportador, o etiqueta, que es un circuito integrado que contiene los circuitos de radio frecuencia y la información que será transmitida. [33]

Identificación y captura de datos automática: Tecnología asociada con la creación y adquisición de datos legibles por una máquina. Las tecnologías primarias son códigos de barras y la Identificación por Radio Frecuencia (RFID). [33]

Interfaz aérea: Conexión de radio frecuencia entre un lector y etiquetas RFID. [33]

Lector RFID: Un lector RFID se comunica mediante ondas radioeléctricas con las etiquetas RFID y entrega información en formato digital a un sistema informático. También se lo conoce como Interrogador o lector. [33]

Lectura: Proceso de traducción de ondas radioeléctricas de una etiqueta RFID en bits de información que pueden ser utilizados por una computadora. [33]

Longitud de onda: Medida de la distancia entre el comienzo y el final, dos puntos correspondientes, o el ciclo completo de una onda. Para verificadores o escáneres, esta es la unidad, medida en nanómetros, de la energía lumínica emitida por el dispositivo. Esta es una de las dos condiciones que afectan los cálculos de los parámetros necesarios para crear un grado de símbolo ISO 15416 formal. [33]

Nivel de energía: Cantidad de energía de radio frecuencia irradiada de un lector RFID o una etiqueta activa. Cuanto mayor es el nivel de energía, más amplio es el rango de lectura. La mayoría de los gobiernos regula los niveles de energía para evitar interferencias con otros dispositivos. [33]

OCR: (Optical Character Recognition) es la tecnología que se utiliza para escanear y reconocer los caracteres impresos en cualquier tipo de documentos en segundos.

Programación: Acto de escritura o integración de datos en una etiqueta RFID. [33]

Radio frecuencia: Cualquier frecuencia dentro del espectro electromagnético asociada con la propagación de ondas radioeléctricas. Cuando se proporciona una corriente de radio frecuencia a una antena, se genera un campo electromagnético que entonces tiene capacidad para propagarse a través del espacio. Muchas tecnologías inalámbricas se basan en propagación del campo de radio frecuencia. [33]

Rango de escritura: Distancia entre un lector y una etiqueta RFID a la cual las operaciones de escritura de datos pueden realizarse en forma confiable. [33]

Rango de lectura: Distancia máxima a la cual un lector puede enviar o recibir datos de una etiqueta RFID. Las etiquetas activas ofrecen un rango mayor que las etiquetas pasivas como resultado de la batería que utilizan para transmitir señales al lector. El rango de lectura de una etiqueta pasiva puede ser afectado por la frecuencia, diseño de la antena, método de energización, y otros factores. [33]

Tag: Transmisor-receptor de radio que es activado por una señal predeterminada. A veces se hace referencia a las etiquetas RFID como transpondedores. [33]

Tiflogía: parte de la medicina que se ocupa del estudio de la ceguera y de los medios para curarla.

Transponedor: Canal de recepción y transmisión amplificada de señales electromagnéticas en un satélite.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El desarrollo del presente proyecto pretende ser una herramienta útil para la población no vidente de nuestro país, ayudándoles en la identificación de objetos de uso común, de manera que les permita realizar las actividades de la vida diaria con mayor comodidad e independencia.

Se piensa desarrollar un dispositivo electrónico parlante que le diga al no vidente las características de objetos particulares. A cada objeto que se desee identificar se le debe adherir una etiqueta con un código único. El dispositivo funciona como una grabadora de voz, en el cual se graban las características del objeto a ser identificado, y a esta se le asociada un código. Este código corresponde con el que se encuentra en la etiqueta adherida al objeto.

Los componentes principales del dispositivo son: un microcontrolador PIC 16F648A, una tarjeta de lectura RFID Skyetek M1 y un chip grabador/reproductor de voz ISD5116. Tanto el lector RFID como el chip de voz son controlados por el PIC. El dispositivo deberá estar a una distancia no mayor a 1 cm., para poder leer el código de la etiqueta del objeto. Al presionar el botón de encendido el PIC da instrucciones al lector RFID para que capture el código interno de la etiqueta. Seguidamente, el PIC compara el código capturado por el lector RFID, con una base de datos interna de etiquetas almacenadas. Si la etiqueta se encuentra en la base de datos, el PIC da instrucciones al chip de voz para que reproduzca el mensaje de voz correspondiente al código capturado. En caso de no encontrarse el código en la base de datos el dispositivo a través de un menú hablado guiará al usuario para que pueda grabar las características del objeto que tiene la etiqueta nueva.

En este capítulo se examina de manera breve la realidad de las personas no videntes, con el objetivo de conocer las necesidades de esta población y poder orientar de la mejor manera posible el diseño, implementación y evaluación de este proyecto.

1.1 NO VIDENTES EN EL ECUADOR

1.1.1 Estadística de población no vidente en el Ecuador

Según las estadísticas proporcionadas por el CONADIS (Consejo Nacional de Discapacidades) del total de la población del Ecuador, el 13,2 % son personas con algún tipo de discapacidad (1`600.000 personas), y podemos señalar que en el país existen aproximadamente: [1]

592.000 personas con discapacidad por deficiencias físicas

432.000 personas con discapacidad por deficiencias mentales y psicológicas

363.000 personas con discapacidad por deficiencias visuales; y,

213.000 personas con discapacidad por deficiencias auditivas y del lenguaje.

De acuerdo al CONADIS solo el 10,1 % de personas discapacitadas usan ayudas técnicas, el 89,9% no la usan. [2]

De lo anterior se puede concluir que las personas con discapacidades por deficiencia visual constituyen el 2,9 % (363.000 personas) de la población del Ecuador (aproximadamente 12 millones de habitantes) y necesitan ayudas técnicas para mejorar su calidad de vida.

1.1.2 Organizaciones para no videntes

FENCE

El principal organismo que brinda ayuda a las personas con discapacidad visual es FENCE (Federación Nacional de Ciegos del Ecuador) el cual es una organización para ciegos que tiene su sede en la ciudad de Cuenca. Su finalidad es impulsar a los ciegos al progreso y desarrollo de acuerdo con las corrientes modernas de la *tiflología* (parte de la

medicina que se ocupa del estudio de la ceguera y de los medios para curarla); velar por el mejoramiento cultural, económico y social de sus instituciones y de sus afiliados; ampliar proyectos de formación, capacitación profesional y empleo; brindar atención a la población indígena con discapacidad visual o baja visión. [3]

Biblioteca Nacional para Ciegos ESPE

La ESPE también cuenta con un centro de apoyo para personas con discapacidad visual en el cual se convierte información escrita en formato digital para ser escuchada.

La Biblioteca Nacional para Ciegos ESPE, ha venido realizando varias actividades a favor de los discapacitados visuales en todo el país. Entre las actividades cumplidas encontramos las siguientes:

- Adquisición y distribución de máquinas lectoras de libros hablados en casetes con formato de cuatro pistas a bibliotecas regionales del país.
- Concurso nacional del libro oído, con el objetivo de evaluar sus bibliotecas.
- Adquisición de libros hablados por medio de convenios con organizaciones nacionales e internacionales.
- Suscripción anual de personas con discapacidad visual del Ecuador, a las revistas en braille, audio casetes y audio discos compactos españolas.
- Creación de base de datos audio digital MP-3 Rosita, permitiendo el acceso del libro hablado mediante el uso de equipos de uso popular como DVD, Walkman MP-3, estéreo MP-3 y computadoras.
- Recolección de libros hablados de diferentes formatos, para su redistribución.
- Donaciones de libros hablados digitales en México, Guatemala, Honduras, El Salvador y Cuba.
- Campaña nacional de sensibilización hacia las PCD (personas con discapacidad visual)

- Proyecto capacitación nacional en informática y lectura para no videntes, en el que se adquirió y distribuyó máquinas lectoras de libros hablados MP-3 y computadoras.
- Asesoramiento tiflológico permanente en la biblioteca para ciegos, asesorando de manera personal, vía telefónica, e-mail o cualquier otro medio de comunicación, sobre todo tipo de asistencia tiflo-técnica disponible en el país o el exterior.
- Asesoramiento legal sobre los derechos que asisten a las PCD y distribución en formato hablado de las leyes especiales que les amparan.

CEFOCLAC

El Centro de Formación y Capacitación Laboral para Ciegos “CEFOCLAC”, ofrece servicio de rehabilitación integral de calidad a las personas con discapacidad visual hasta lograr una autonomía funcional que les permite reinsertarse en la vida familiar, laboral y comunitaria en las mejores condiciones posibles.

ASOCIP

La Asociación de Ciegos del Pichincha “ASOCIP”, tiene como objetivo aglutinar a todos lo ciegos de Pichincha, ayudarlos en la adquisición laboral y motivar a sus integrantes a capacitarse.

Asociación de invidentes Milton Vedado

Crear espacios donde las personas ciegas tengan la oportunidad de expresarse, de capacitarse, integrarse (en un grupo y compartir las mismas necesidades, ventajas y desventajas) e incluirse (tener la oportunidad de dirigir a los grupos, de ocupar cargos públicos y tomar dediciones importantes en una institución).

1.2 CONSULTA ACERCA DE LAS NECESIDADES DE RECONOCIMIENTO DE OBJETOS POR PARTE DE LA POBLACIÓN NO VIDENTE DE LA CIUDAD DE QUITO

La encuesta acerca de las necesidades de reconocimiento de objetos por parte de la población no vidente, se realizó a través de entrevistas a miembros y directivos de algunas asociaciones e instituciones de no videntes en la ciudad de Quito, así también a personas particulares con discapacidad visual.

Se consultó a cerca del desenvolvimiento en el diario vivir de los no videntes, con respecto a la identificación de objetos. También se les explicó la idea principal del proyecto, animándoles a que dieran comentarios, impresiones y sugerencias.

La información obtenida a través de las entrevistas se ha ordenado a manera de tópicos.

1.2.0 Enseñanza a niños no videntes

Los niños necesitan material tridimensional para poder palpar y reconocer por las texturas y materiales. Los niños de baja visión necesitan objetos grandes. La audición constituye el principal medio de obtención de información. Actualmente existen herramientas como: lector de pantalla para las computadoras (también en teléfonos celulares), libros hablados, entre otros. En la escuela se usa cintas escritas en lenguaje braille para etiquetar los diferentes objetos en el aula de clases.

1.2.1 Expectativas y actitudes respecto del proyecto

La propuesta del presente proyecto encontró total aceptación, apoyo y entusiasmo por parte de los entrevistados no videntes, ya que demuestra interés en su bienestar. Algunos de los entrevistados piensan que este proyecto es el comienzo de cosas grandes, y que les ayudará a retener la memoria del mundo que se vio alguna vez, aportando al desarrollo de su imaginación y creatividad. Les permitirá experimentar bienestar, satisfacción e independencia así como sentirse más insertados en la sociedad.

Aunque la mayoría de personas entrevistadas piensan que el proyecto tendrá un impacto positivo para sus vidas, algunas personas con bastante tiempo de ceguera parcial

no han necesitado usar etiquetas de ninguna clase; por lo que orientan el uso del dispositivo a personas que recién se han quedado ciegas por la escasa destreza desarrollada en el desenvolvimiento de la vida diaria.

1.2.2 Experiencias en la identificación de objetos

La organización y buena memoria es fundamental para que las personas no videntes puedan encontrar los diferentes objetos en sus casas y oficinas. Es muy difícil encontrar un objeto cuando este no está en su lugar. La identificación de medicinas la suelen hacer guardándolas en un lugar específico.

Varios objetos como por ejemplo camisas, mesas, sillas, entre otros son fácilmente identificados a través del tacto por su forma y textura. Para identificar objetos nuevos o iguales en su forma y textura, las personas no videntes suelen usar etiquetas en braille o con figuras geométricas. Entre los objetos etiquetados están los siguientes: casetes, frascos iguales de diferente contenido, libros, entre otros. Este sistema de identificación se desgasta con el uso o el agua.

Existen otros métodos para identificar objetos, por ejemplo, en la cocina se usan frascos de diferentes formas para diferenciar condimentos.

Cuando se deba manipular documentos escritos en tinta, las personas no videntes necesitan la ayuda de una persona vidente que les informe a cerca del contenido de las hojas, causándoles dependencia, molestia e incomodidad.

1.2.3 Aplicaciones y ventajas del presente proyecto

En la identificación de objetos por parte de la población no vidente se destaca la necesidad de poder diferenciar objetos de características muy parecidas entre sí como son: prendas de vestir, recipientes con insumos en la cocina, medias, cromos, naipes, casetes, CDS, libros en las bibliotecas, hojas escritas en tinta, carpetas.

A través del uso del dispositivo a desarrollar, las personas no videntes podrán enterarse de los colores de los distintos objetos que le rodean, les facilitará el uso de medicinas a

aquellas personas que viven solas y les será de utilidad cuando objetos parecidos no tienen la organización acostumbrada.

Se piensa que este proyecto contribuirá en mejorar la independencia, habilitación y rehabilitación de la persona con discapacidad visual; de manera especial a aquellas personas que por su poco tiempo de ceguera no han alcanzado un grado de organización tal que les permita desenvolverse con facilidad en su vida diaria. Las personas con baja visión y analfabetas también se beneficiarían de las bondades del presente proyecto

En una plaza de trabajo, como por ejemplo oficina, biblioteca o almacén, más de una persona debe tener acceso a un mismo objeto. En esta situación, no es conveniente hacer marcas de manera personal los objetos, como algunas personas no videntes suelen hacer. Por lo tanto, se necesita identificar cada objeto de manera única, general y comprensible.

En el trabajo de oficina cuando una persona no vidente recibe un documento a tinta, podría solicitar ayuda de la persona que le entrega el documento para registrar las características del documento en el dispositivo. Por lo tanto, no se necesitará que alguna persona le ayude a leer el contenido de estas hojas para poder clasificar y archivar los documentos. En un almacén un empleado no vidente podría identificar y organizar los productos, sin requerir la ayuda de otra persona.

También el presente proyecto será beneficioso cuando los objetos a identificar sean muchos o cuando la información para identificarlos es extensa. Permitiendo una identificación en menor tiempo, esfuerzo y espacio del objeto en el caso de usar braille.

Debido al reducido tamaño de las etiquetas RFID se podrá etiquetar e identificar objetos pequeños con mayor facilidad que si se lo hiciera con otros sistemas, por ejemplo, el sistema braille.

Con la familiarización del dispositivo, es posible, que el dispositivo se lo use en tiempos de recreación y distracción, pudiendo lograr ser usados en juegos de mesa, como naipes, monopolio y otros.

1.2.4 Sugerencias de las personas entrevistadas con respecto al prototipo propuesto

En esta sección se encontrará adiciones al esquema original del prototipo propuesto, sugeridas por las personas entrevistadas.

El dispositivo debe ser de fácil uso. El usuario deberá poder programar el dispositivo, a través de la navegación de un menú hablado por medio de un número reducido de botones. El tamaño del dispositivo debe ser la más pequeño posible que permita una fácil transportación.

Las etiquetas pueden desprenderse, por lo que, la elección de las etiquetas, debe tomar en cuenta la forma y superficie del objeto, así como, el ambiente de uso al que el objeto estará sujeto.

El dispositivo podrá ser más útil si el usuario puede expandir la memoria, también, si funcionase como una agenda de voz, donde se pueda grabar información como por ejemplo, teléfonos, notas, recordatorios, etc.

Para permitir la reutilización de las etiquetas, el sistema deberá poder borrar la información grabada en la memoria de las mismas. Dependiendo de la aplicación, será necesario restringir tanto la escritura como la lectura de las etiquetas.

Debe presentarse la opción en donde se pueda grabar una identificación a objetos de manera que cualquier otro usuario pueda leer la información que los identifica, sin necesidad de tener el mismo dispositivo que se uso en la grabación de la identificación.

La información escrita en estas etiquetas debe poder ser borrada y permitir la reutilización de esta en otro objeto. Dependiendo del grado de privacidad y seguridad que la aplicación requiera, será necesario restringir tanto la lectura como la escritura. En este último caso para evitar que la información escrita en un inicio sea adulterada.

Finalmente, se sugiere dar al sistema la característica de interoperabilidad. Es decir, dar al dispositivo la posibilidad de ser fácilmente acoplado para usarse en futuros proyectos de identificación de objetos, como por ejemplo, identificación de productos en supermercados.

Las personas no videntes se desenvuelven bien en su diario vivir, cuando llevan un estilo de vida organizado.

Se piensa que el dispositivo a diseñar e implementar permitirá a las personas no videntes ahorrar tiempo en la tarea de identificar muchas cosas semejantes, tales como casetes, CDS, libros, ropa, medicinas, fotos, entre otras. Y les permitirá independizarse de otras personas para organizar documentación escrita en tinta.

Este capítulo permitirá respaldar el desarrollo de los siguientes capítulos del proyecto, tomando de las sugerencias manifestadas para el diseño e implementación del proyecto y las posibles aplicaciones dadas para la realización y evaluación de pruebas del proyecto.

1.3 VARIOS PROYECTOS SUGERIDOS PARA EL BIENESTAR DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Durante las entrevistas realizadas, las personas sugirieron varios proyectos para beneficio de la comunidad no vidente, los cuales se presentan a continuación:

1.3.1 Personal

- Biblia hablada.
- Ayuda hablada y en braille en hornos microondas, ascensores, cajeros automáticos.
- Relojes de pulsera pequeños que proporcionen la hora, fecha y hacer cálculos matemáticos usando la voz.
- Dispositivo indicador del nivel del líquido agregado a un recipiente, de manera que no sea difícil poner en la jeringuilla una cantidad específica de la medicamento.
- Vincular la ciencia con lo espiritual, ayudando al desarrollo de la comunidad para la inclusión.

- Guía telefónica audible
- Software que permita escuchar los mensajes y opciones en un celular
- Bastón láser, que indique por sonido los obstáculos cercanos tanto en la parte superior como inferior.

1.3.2 Laboral

- Dispositivo parlante identificador del valor y autenticidad de dinero en su forma de billetes.
- Sistema parlante que informe la ubicación de un objeto en el hogar u oficina.
- Dispositivo parlante que lea hojas escritas con tinta, porque, hay personas que por su edad no pueden aprender braille, y hay poca información en braille y no actualizada.

1.3.3 Transportación y ciudad

- Sistema metropolitano capaz de dar servicio policial y transporte (por ejemplo: taxi) a una persona que lo solicite a través de un dispositivo transmisor de posición y tipo de servicio.
- Sistema de alerta automático de voz indicando el nombre de paradas en el sistema trolebús.
- Adicionar la cualidad hablada a pancartas electrónicas e informativos de los parques, trolebús, ecovía o parques e instituciones públicas.
- Dispositivo GPS indicador de lugares especiales, paradas de buses cercanos en forma hablada.
- Informativo parlante acerca de la ubicación en la ciudad en los postes y paradas.
- Sonido en el cambio de luz en los semáforos, a nivel de toda la ciudad.

1.3.4 Servicios

- Los supermercados faciliten características de sus productos como precio, marca otras características en forma hablada o en braille.
- Los bancos posean papeletas de depósito en braille.
- En los centros comerciales, poner un sistema que de la descripción hablada del local, para poder enterarse de los diferentes locales

CAPITULO 2

TECNOLOGÍA RFID

RFID (Radio Frequency Identification, en español Identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio sin necesidad de contacto, ni siquiera visual. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (Automatic Identification, o Identificación Automática).

Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, que consiste en un microchip que va adjunto a una antena de radio y que sirve para identificar unívocamente al elemento portador de la etiqueta.

Los microchips en las etiquetas RFID pueden ser o bien de lectura o bien regrabables, teniendo éstos más posibilidades ya que puede variarse su información o aumentarse la misma, lo cual es muy útil para realizar seguimiento de los objetos que portan la etiqueta como estudios biométricos en animales, movimientos en las cadenas de fabricación y montaje, etc. [5]

2.1 HISTORIA

El origen de RFID está relacionado con la guerra, concretamente con la II Guerra Mundial, en la que el uso del radar permitía la detección de aviones a kilómetros de distancia, pero no su identificación. El ejército alemán descubrió que si los pilotos balanceaban sus aviones al volver a la base, cambiaría la señal de radio reflejada de vuelta. Este método hacía así distinguir a los aviones alemanes de los aliados y se convirtió en el primer dispositivo de RFID pasivo.

Otro trabajo temprano que trata el RFID es el artículo de 1948 de Harry Stockman, titulado "Comunicación por medio de la energía reflejada" (Actas del IRE, pp. 1196-1204, octubre de 1948).

Los sistemas de radar y de comunicaciones por radiofrecuencia avanzaron en las décadas de los 50 y los 60. Las compañías pronto comenzaron a trabajar con sistemas antirrobo que usando ondas de radio y determinaban si un objeto había sido pagado o no a la salida de las tiendas. Se utilizaba una etiqueta en la que 1 único bit decidía si se había pagado o no por el objeto en cuestión. La etiqueta pasaba a través de sensores colocados a la salida y se sonaba una alarma si el objeto no se había pagado.

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

El gobierno americano también trabajaba sobre esta tecnología en los años 70 y montó sistemas parecidos para el manejo de puertas en las centrales nucleares, cuyas puertas se abrían al paso de los camiones que portaban materiales para las mismas que iban equipados con un transponedor. También se desarrolló un sistema para el control del ganado que había sido vacunado insertando bajo la piel de los animales una etiqueta RFID pasiva con la que se identificaba los animales que habían sido vacunados y los que no. Después se han producido mejoras en la capacidad de emisión y recepción, así como en la distancia, lo cual ha llevado a extender su uso en ámbitos tanto domésticos como de seguridad nacional, como sucede con el pasaporte expedido en la actualidad en los EEUU que lleva asociadas etiquetas RFID. [5]

2.2 FUNCIONAMIENTO

Un sistema típico de RFID está constituido por cuatro componentes principales: tags, lectores, antenas y un host (computadora central), ver figura 2.1. Un tag RFID está compuesto por un microchip y una antena flexible instalada sobre una superficie plástica. El lector es utilizado para leer y escribir información en el tag, (actualmente, el formato más común para tags es una etiqueta adhesiva de identificación).

A continuación se detalla en forma general el funcionamiento de un sistema típico de RFID.

- El interrogador o lector genera un campo de radiofrecuencia, normalmente conmutando una bobina a alta frecuencia. Las frecuencias usuales van desde 125 Khz hasta la banda ISM de 2.4 Ghz, incluso más.
- El campo de radiofrecuencia genera una corriente eléctrica sobre la bobina de recepción del tag. Esta señal es rectificada y de esta manera se alimenta el circuito.
- Cuando la alimentación llega a ser suficiente el circuito transmite sus datos.
- El interrogador detecta los datos transmitidos por el tag como una perturbación del propio nivel de la señal.
- Los datos recibidos por el lector son enviados a un ordenador para su respectivo procesamiento.
- El ordenador instruye al lector.
- El lector puede transmitir datos al tag.

La distancia dentro de la cual un lector puede comunicarse con una etiqueta se llama *rango de lectura*. Las comunicaciones entre lectores y etiquetas están gobernadas por protocolos y estándares emergentes, ver subtema 2.4.2. [6] [7]

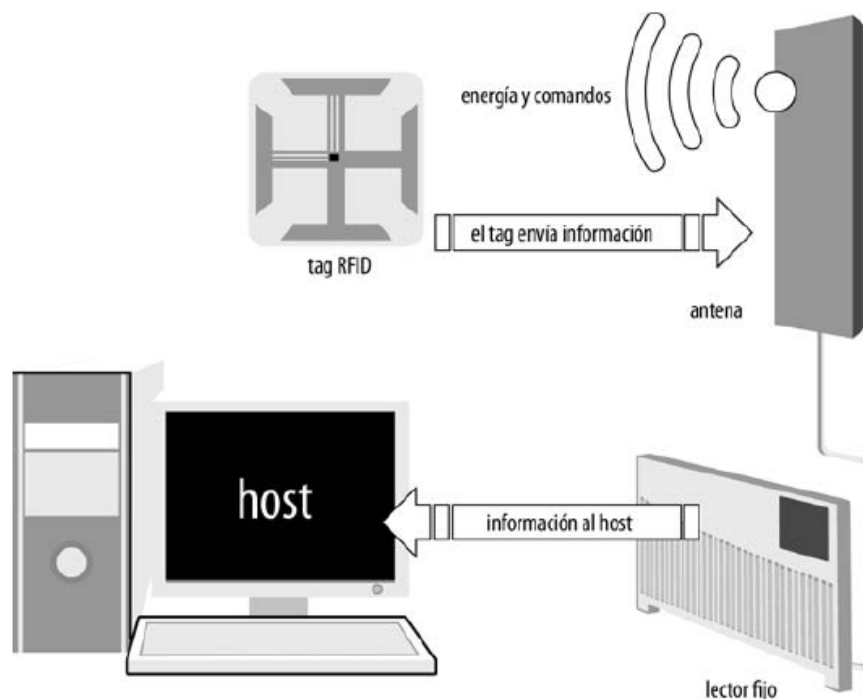


Figura. 2. 1 Comunicación entre tag, lector y host (computadora central)

Podemos encontrar además dos tipos de interrogadores diferentes:

- Sistemas con bobina simple, la misma bobina sirve para transmitir la energía y los datos. Son más simples y más baratos, pero tienen menos alcance.
- Sistemas interrogadores con dos bobinas, una para transmitir energía y otra para transmitir datos. Son más caros, pero consiguen unas prestaciones mayores. [8]

2.2.1 Frecuencia de operación

Es la frecuencia electromagnética que utiliza el tag y el lector para comunicarse y obtener energía. El espectro electromagnético para RFID opera normalmente en baja frecuencia (LF – Low Frequency), alta frecuencia (HF – High Frequency), ultra alta frecuencia (UHF – Ultra High Frequency) o microondas, ver tabla 2.1. Los dispositivos RFID están regulados como un dispositivo radio porque emite ondas electromagnéticas (Broadcast).

Tabla. 2. 1. Frecuencias de operación de RFID

Nombre (Rango de frecuencias)	Frecuencias ISM
LF (30-300 kHz)	< 135 kHz
HF (30-300 MHz)	6,78 MHz, 13,56 MHz, 27,125 MHz, 40,68 MHz
UHF (300 MHz – 3 GHz)	433,920 MHz, 869 MHz, 915 MHz
Microondas (> 3 GHz)	2,45 GHz, 5,8 GHz, 24,125 GHz

Actualmente, en la práctica, las frecuencias disponibles para dispositivos RFID están limitadas a bandas ISM (Industrial Scientific Medical) ver subtema 2.4.1. Las frecuencias menores a 135 kHz no forman parte de esta banda libre pero se puede utilizar en sistemas RFID porque utilizan el campo magnético para operar en cortos rangos de lectura, que no interfiere a ningún otro dispositivo.

Los organismos reguladores de las distintas partes del mundo han escogido diferentes rangos UHF. En Europa, Sud América y algunos sitios de Asia, se opera en la frecuencia 868 MHz (865'6 – 867'6 MHz). En Norte América en 915 MHz (902-928 MHz), en cambio en la India han adoptado recientemente la banda comprendida entre 865-867 MHz. China aún no ha especificado la banda frecuencia que regulará para el uso de RFID pero soportará los estándares globales. [9]

Existen actualmente diversos sistemas de RFID operando en distintas frecuencias, y cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas en relación a los otros, por lo que resulta necesario analizar la aplicación, para determinar cuál de ellos se adapta mejor a las condiciones y exigencias que se planteen, algunas de estas ventajas se presentan a continuación:

Frecuencia Baja (9 - 135 kHz), su principal ventaja es su aceptación en todo el mundo al estar ampliamente difundida. Es el sistema menos susceptible a los líquidos y metales, su velocidad de comunicación es baja, lo que lo hace deficiente para operar en entornos donde haya más de un tag presente en el campo de la antena. Su rango máximo de lectura no supera los 150cms y su utilización más frecuente está asociada a controles de accesos e identificación de animales, barriles de cerveza, auto key and lock o bibliotecas, etc.

Frecuencia Alta (13,56 MHz), esta frecuencia también está muy difundida, pero a diferencia de la frecuencia baja, la alta no funciona cerca de los metales. Su respuesta en presencia de líquidos es buena, la velocidad de comunicación es aceptable para sistemas estáticos o de baja velocidad, su rango máximo de lectura es alrededor de un metro, sus principales aplicaciones se encuentran en librerías, identificación de contenedores, tarjetas inteligentes, trazabilidad de los productos, movimientos de equipajes de avión o acceso a edificios.

Frecuencia Ultra-alta (433 MHz y 860-960 MHz), sus principales inconvenientes se encuentran en la interferencia provocada por metales y líquidos. Otro punto negativo es la imposibilidad de estandarizar la frecuencia, dado que cada país legisla esta banda con distintas limitaciones. Entre sus puntos positivos está el rango de lectura (que alcanza hasta 9 metros), su velocidad de lectura (1200 Tags/seg.) y el bajo costo de los tags (se espera llegar a los 5 centavos por unidad). Sus principales aplicaciones se encuentran en la cadena de abastecimientos, tele-peajes e identificación de bultos pallets y equipajes.

Frecuencia de microondas en la banda UHF (2,45 GHz y 5,8 GHz), estas frecuencias son las más habituales para los tags activos, y no tienen el problema de la falta de regulaciones globales. Si bien su velocidad de transmisión es buena, su rango de lectura no es mayor a 2 metros. Este tipo de sistemas no se encuentran muy difundidos y su aplicación principal se encuentra en sistemas de tele-peaje. Los tags activos que operan en el rango de las microondas son muy usados para seguimiento y trazabilidad de personas u objetos. [10] [11]

2.2.2 Modo de comunicación

Entre las varias maneras de clasificar a los tags es por el tipo de comunicación, entre el tag y le. Al igual que las comunicaciones por cables, las inalámbricas pueden ser *Full-duplex* (FDX), en que el lector y el tag pueden hablar simultáneamente o *Half-Duplex* (HDX) en que es necesario turnos. En la mayoría de ocasiones, para los tags pasivos, es necesario que el lector proporcione la energía para que el tag inicie la comunicación, pero hay una variación en la comunicación HDX, gracias a capacitadores o propiedades físicas que permiten al tag almacenar energía y responder mientras el lector no emite señal, ver figura 2.2. [12]

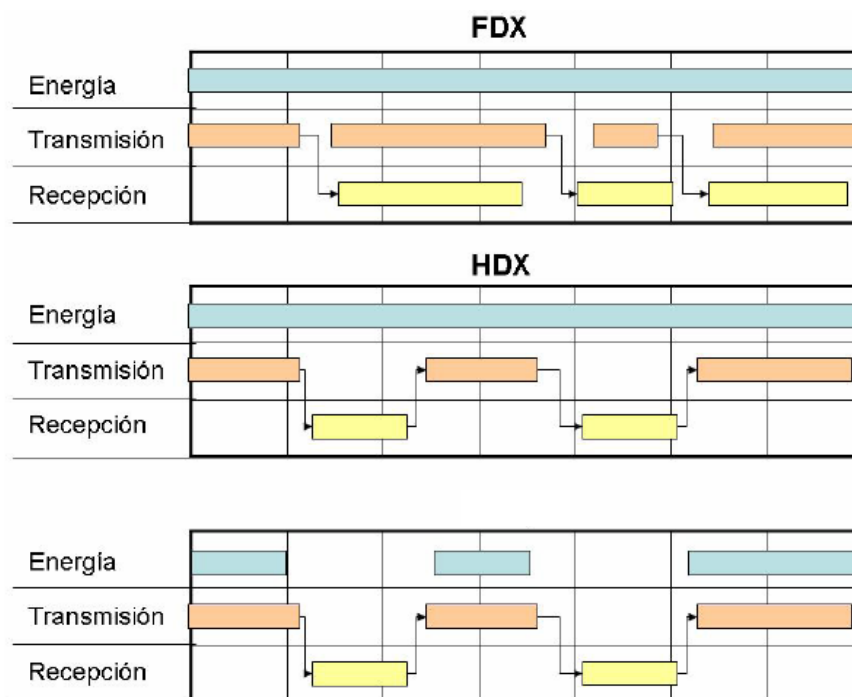


Figura. 2. 2. Modos de comunicación

2.2.3 Acoplamiento

El mecanismo de acoplamiento del tag determina como los circuitos del tag y el lector se influyen y reciben la información o energía. El tipo de acoplamiento que el tag utiliza afecta directamente al rango de lectura entre los dos dispositivos (tag y lector). Podemos agrupar los diferentes rangos de lectura en diferentes sistemas: el rango de lectura es cerrado en distancias menores a un centímetro, remotas entre 1 cm. y 1 m. o de largo alcance (rango de distancia) para más de 1 metro. El acoplamiento remoto es más conocido como “*vicinity coupling*”. En el acoplamiento capacitivo (no muy utilizado) o magnético son ejemplos de acoplamiento cerrado, para el acoplamiento remoto se utiliza acoplamiento inductivo, y el acoplamiento “*backscatter*” es de largo alcance, ver figura 2.3.

A lo largo de estos rangos, las diferentes opciones de acoplamiento se ven afectadas fuertemente por la frecuencia que el tag utiliza en su comunicación. El acoplamiento inductivo trabaja en las mejores condiciones en el rango de frecuencias de 100 kHz y 30 MHz, que comprenden las bandas LF y HF para RFID.

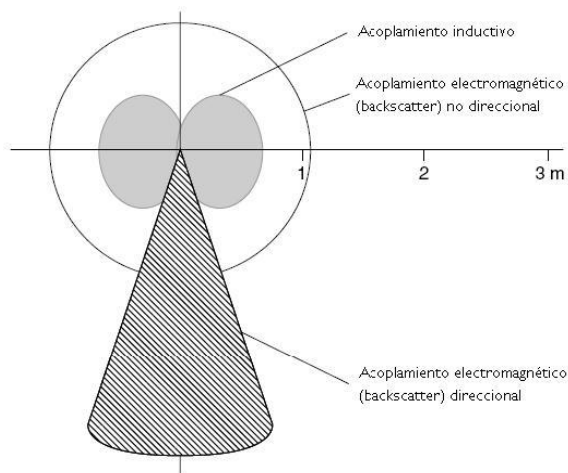


Figura. 2. 3. Distancias aproximadas según el tipo de acoplamiento

2.2.3. Acople por dispersión electromagnética (Backscatter coupling): Los sistemas RFID con una distancia mayor a un metro entre el lector y el tag se denominan *long-range systems* (sistemas de largo alcance). Este tipo de acoplamiento es el utilizado en los sistemas RFID en UHF. Su nombre, *backscatter* (Scatter significa dispersar) describe el camino de las ondas de radiofrecuencia transmitidas por el lector y que son devueltas por el tag mediante dispersión. El término *backscatter* es usado actualmente para describir que los tags reflejan la señal con la misma frecuencia emitida por el lector pero cambiando la información contenida en ella. El acoplamiento consiste en reflejar la señal para enviarla al origen.

La figura 2.4 ayudará a tener una mejor idea de este tipo de acoplamiento, se supondrá que el lector es una linterna y las ondas es el haz de luz de la linterna y que la etiqueta es un espejo con una cubierta.

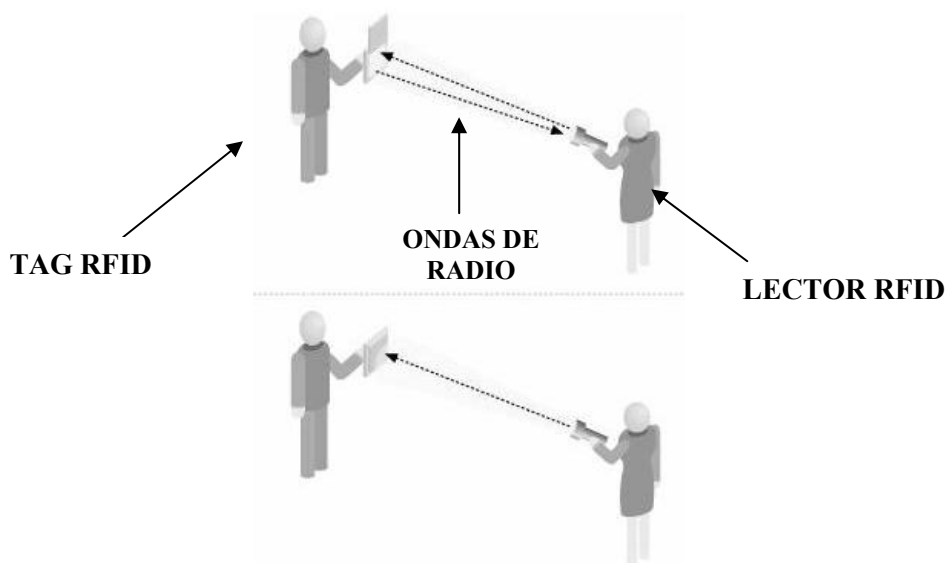


Figura. 2. 4. Ilustración de acoplamiento por dispersión electromagnética

La persona que tiene la linterna envía señales de luz apretando el botón on y off. Gracias al haz de luz que le proporciona la linterna, la persona que sujeta el espejo puede contestar reflejando o cancelando (espejo con la cubierta puesta) al lector. Esta comunicación podría ser similar a la utilizada por los tags.

Como el lector y el tag usan la misma frecuencia para comunicarse, utilizan turnos para hablar. Así el tipo de comunicación, tal y como se ha descrito anteriormente, es *Half-Duplex* (HDX). Pero el lector continúa proporcionando energía al tag mientras espera recibir la respuesta del tag.

A continuación se analiza el funcionamiento de este tipo de acople en términos técnicos, primero, la potencia P_1 es emitida por la antena del lector, una pequeña proporción P_1' (teniendo en cuenta la atenuación espacial) alcanza la antena del tag. La potencia P_1' es suministrada a la antena como un voltaje de alta frecuencia y después de la rectificación por los diodos D_1 y D_2 este voltaje puede ser usado para alimentar el circuito, ver figura 2.5.

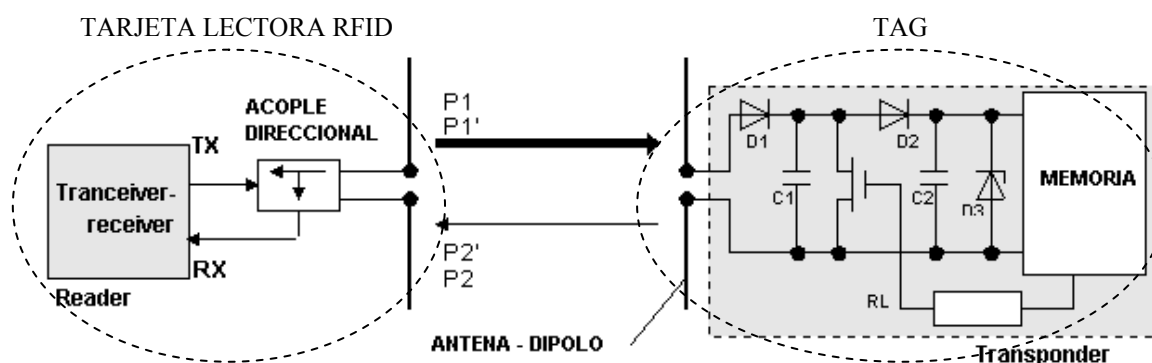


Figura. 2. 5. Funcionamiento de sistemas RFID por dispersión electromagnética

Una proporción de la potencia entrante $P1'$ es reflejada por la antena y devuelta como potencia $P2$, teniendo en cuenta, que las características de reflexión de la antena pueden estar influenciadas por el cambio de la carga conectada a ella. Para transmitir datos del tag al lector, una resistencia de carga RL se conecta en paralelo con la antena y es conmutada de acuerdo con la corriente de datos para ser transmitida, la amplitud de la potencia $P2$ reflejada del tag es así modulada.

La potencia $P2$ reflejada del tag es irradiada, una pequeña proporción de esta $P2'$ (debido a la atenuación espacial) es recibida por la antena del lector, la señal reflejada viaja hacia la antena del lector en “contrafase” y puede ser desacoplada utilizando un acoplador direccional y transferida a la entrada de receptor del lector.

2.2.3. Acoplamiento inductivo (inductive coupling): Es el más común para tipos de acoplamiento remoto. Un ejemplo serían los tags que soportan o se rigen por el estándar ISO 15693 (*vicinity-coupled*). El lector proporciona energía por acoplamiento inductivo a los tags mediante antenas en forma de bobina para generar campo magnético.

Los tag inductivamente acoplados casi siempre son manejados pasivamente. Esto quiere decir que toda la energía necesaria para la operación del microchip tiene que ser proporcionada externamente por el lector. Por esta razón, el embobinado de antena del lector genera un campo electromagnético fuerte, de alta frecuencia, que penetra el área de corte transversal del embobinado y el área alrededor de éste. Como la longitud de onda de la frecuencia usada (<135 kHz: 2400 m, 13,56 MHz: 22,1 m) es varias veces mayor que la

distancia entre la antena del lector y el tag, el campo electromagnético puede ser tratado como un campo magnético AC teniendo en cuenta la distancia entre el tag y la antena. Esto es válido cuando la distancia entre los embobinados no excede $0,16\lambda$, λ es longitud de onda, de modo que el tag sea localizado en el campo cercano de la antena de transmisor.

Por inducción, se genera un voltaje V_i en el embobinado de la antena del tag. Este voltaje es rectificado y sirve como la fuente de energía para los datos que llevan el dispositivo (microchip). Un condensador C_1 es conectado en paralelo con el embobinado de antena del lector, la capacitancia es seleccionada de tal forma que, con la inductancia de embobinado de antena, forme un circuito paralelo resonante, con una frecuencia de resonancia que corresponde con la frecuencia de transmisión del lector, ver figura 2.6.

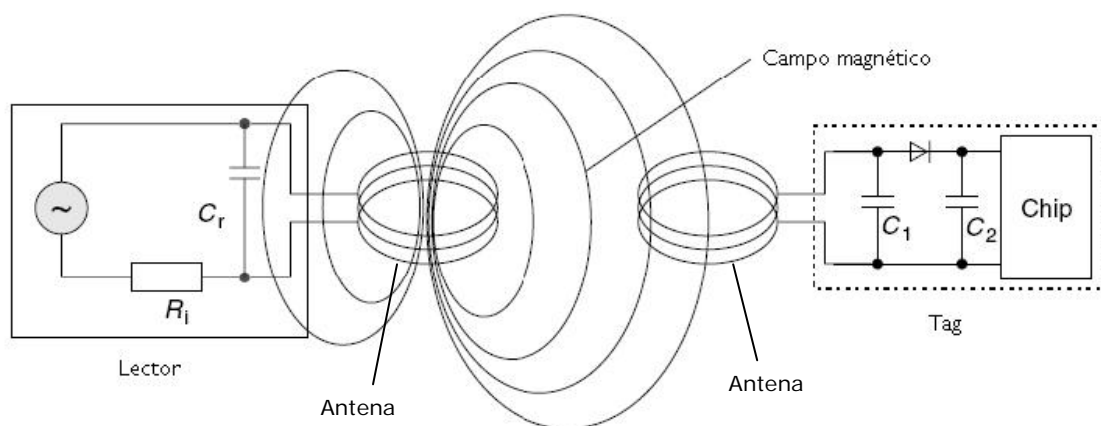


Figura. 2. 6. Funcionamiento de sistemas RFID por acople inductivo

La conmutación de una resistencia de carga en la antena del tag efectuará cambios de voltaje en la antena del lector y así tiene el efecto de una modulación en amplitud del voltaje de antena por el tag remoto. Si la conmutación de la resistencia de carga es controlada por los datos, entonces estos datos pueden ser transferidos del tag al lector. Este proceso se denomina modulación de carga.

Para adquirir los datos en el lector, el voltaje medido en la antena del lector es rectificado, esto representa la demodulación en amplitud de la señal.

2.2.3. Acoplamiento magnético (magnetic coupling): El acoplamiento electromagnético es similar al acoplamiento inductivo cuando nos referimos que el tag y el lector forman un par de transformadores mediante bobinas. La mayor diferencia se encuentra en la antena del lector que consiste en una bobina enrollada en una pieza de ferrita con los dos extremos al aire. El sistema está diseñado para unos rangos de lectura entre 0,1 cm. y 1 cm. como máximo, ver figura 2.7. [13] [14]

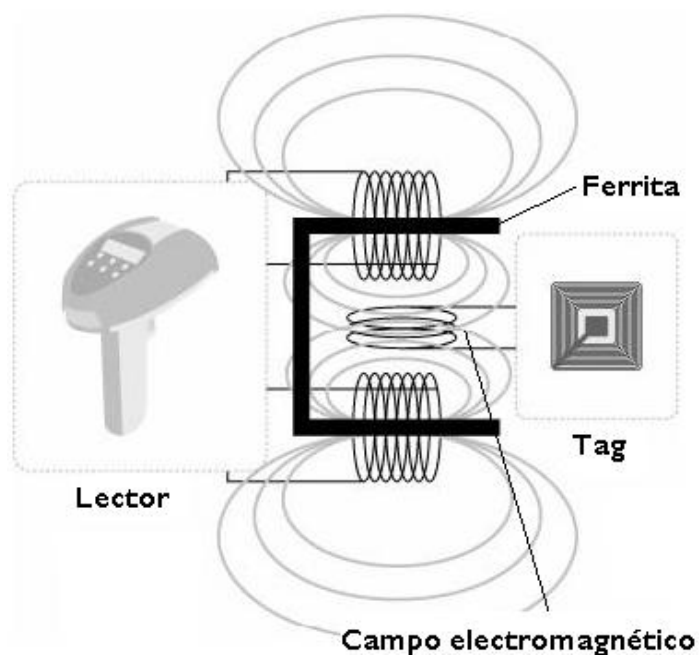


Figura. 2. 7. Funcionamiento de sistemas RFID por acople magnético

2.3 LOS TAGS DE RFID

Un tag RFID es un elemento que puede almacenar y transmitir información hacia un elemento lector utilizando ondas radio. El propósito de un tag RFID o etiqueta inteligente es poder adherir a un objeto información de este (ítem). Los tags pueden ser clasificados de diferentes formas según sus características, las cuales se tratan mas adelante en este capítulo. Un aspecto muy importante a tener en cuenta es que no todos los tags tienen microchip o fuente de alimentación interna, pero si es cierto que todos ellos contienen una bobina o antena, estas últimas pueden tener múltiples formas. [15]

A pesar de que los chips que poseen los tags son pequeños, las antenas no lo son. Ellas necesitan ser lo suficientemente grandes para captar la señal emitida por el lector. El tamaño de la antena tiende a determinar el tamaño de una etiqueta RFID.

La figura 2.8 ilustra un diseño típico de un tag. El chip de baja potencia maneja la conversión de energía, el control lógico, el almacenamiento y recuperación de datos y la modulación requerida para devolver los datos al lector.

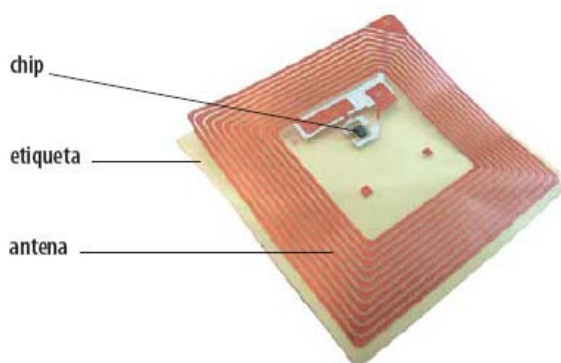


Figura. 2. 8. Circuito inteligente de una etiqueta

La figura 2.9 muestra ejemplos de los diferentes diseños de antenas optimizadas para varias aplicaciones. Las antenas pueden ser fabricadas de aluminio, cobre u otros materiales, y son creadas por técnicas de disposición de materiales similares a la inyección de tinta sobre una hoja.

Las etiquetas están disponibles actualmente en cantidades industriales con varios formatos: como inlays puros, inlays con adhesivo de respaldo, insertados en etiquetas sin impresión, o como productos convertidos, donde la etiqueta está encapsulada dentro de plástico, caucho u otro material diseñado a medida, ya sea moldeado o laminado.

Las antenas de las etiquetas están diseñadas para soportar un amplio rango de condiciones. Las antenas de dos dipolos son menos sensibles a la orientación física de la fuente que las de un solo dipolo. Otras etiquetas están diseñadas para un rango de condiciones específicas, como la legibilidad cercana a metales. Las antenas de las etiquetas

pueden ser también optimizadas para ser leídas por un tipo específico de lector, o con una antena ubicada en una posición particular. [16]

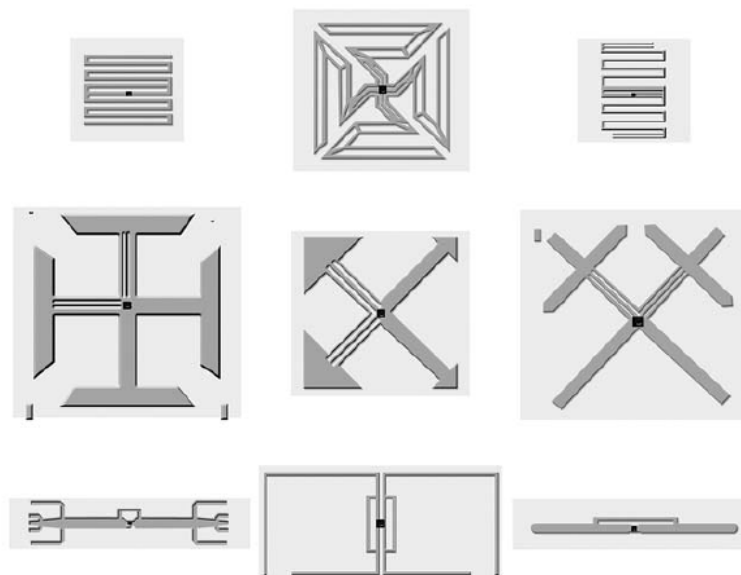


Figura. 2. 9. Diferentes diseños de antenas

Es necesario tomar en consideración los materiales en los que se ha de ubicar los tags, o los materiales cercanos en el momento de lectura y escritura en los tags, ya que las ondas de radio frecuencia tienen diferentes comportamientos dependiendo de los materiales con que interactúan. La tabla 2.2 muestra efectos en las ondas de radio frecuencia en algunos materiales.

Tabla. 2. 2. Resumen de los efectos de materiales sobre la comunicación RFID en general [19]

Composición del material	Efectos en la onda RF
Cartón ondulado	Absorción (humedad)
Líquidos conductores	Absorción
Vidrio	Atenuación
Latas	Efectos de propagación múltiple + Reflexión
Cuerpo humano / animales	Absorción + Desintonización + Reflexión
Metales	Reflexión
Plásticos	Desintonización (efecto dieléctrico)

2.3.1 Características básicas

Los tags tienen características o capacidades muy diferentes, por lo que podemos realizar múltiples clasificaciones que nos ayuden a entender como afectan a su comportamiento o modo de trabajo. Podríamos clasificar tags según su tipología (activo, pasivo y semiactivo), por su tipo de memoria, capacidad de almacenamiento, origen de alimentación, frecuencias de trabajo, características físicas, protocolo de interfaz aérea (cómo se comunica con el equipo lector) y así sucesivamente con casi todas las características. Clasificar los tags según todas estas características, nos permite obtener una guía para encontrar el mejor tipo de tag para cada una de las aplicaciones o proyectos. [15]

Hay muchas características básicas que pueden modificar el comportamiento de un tag RFID, algunas comunes a todos los tags (requerimientos mínimos que todos deben cumplir) y otras que sólo se encuentran según modelo o tag.

Adherir el tag: cualquier tipo de tag debe tener un mecanismo adhesivo o mecánico para adjuntarlo al objeto.

Lectura del tag: cualquier tag debe poder comunicar la información mediante radiofrecuencia.

Kill/Disable: algunos tags permiten al lector enviar un comando (orden) para que deje de funcionar permanentemente, siempre y cuando reciba el correcto “Kill code”. Esto provoca que no responda nunca más.

Write Once: Muchos tags se les introduce el identificado en la propia fabricación, pero los que contienen la característica write-once (una sola escritura) permiten al usuario configurar o escribir su valor una sola vez, después de modificar la inicial, es imposible cambiarlo.

Write many: algunos tags tienen la capacidad de poder escribir y reescribir tantas veces como se desee en el campo de datos del identificador (normalmente hay un límite de ciclos muy elevado, como por ejemplo 100.000 escrituras).

Anticolisión: Cuando hay muchos tags próximos a un lector, este puede tener la dificultad de hablar o comunicarse con ellos a la vez. La característica anticolisión permite a los tags conocer cuando debe transmitir para no entorpecer o molestar otras lecturas. Esta característica se realiza mediante protocolos que permiten controlar las comunicaciones entre tag y lector.

Seguridad y encriptación: algunos tags permiten encriptar la información en la comunicación, además hay la posibilidad en varios tipos de estos tags que permiten responder solo a lectores que les proporciona un password secreto.

Estándares soportados (conformidad): los tags pueden cumplir con uno o más estándares, permitiendo comunicarse con varios lectores. [17]

2.3.2 Encapsulados de las etiquetas

Los tags RFID toman multitud de formas y tamaños según los diferentes entornos donde deben utilizarse, esta característica de adaptación proporciona un elevado surtido de tags. Además estos tags pueden estar encapsulados en diferentes tipos de material. Hay tags que se encapsulan en plástico (normalmente PVC), o botones para obtener mayor durabilidad, sobretodo en aplicaciones de ciclo cerrado donde se tiene que reutilizar o en ambientes hostiles. También pueden estar insertadas en tarjetas de plástico como las de crédito, este tipo se denominan “contactless smart cards”, o láminas de papel (similar a los códigos de barra), que reciben el nombre de “smart labels”, ver figura 2.10. Como último destacamos los encapsulados de cerámica especialmente idóneos en entornos corrosivos, líquidos o para incrementar la protección del tag, por ejemplo, su utilización en la trazabilidad animal. En resumen, el embalaje o encapsulado del tag puede ser una de las características más visuales para clasificarlos, además es una característica que afecta directamente a cómo se adhiere el tag al objeto a identificar. [18]

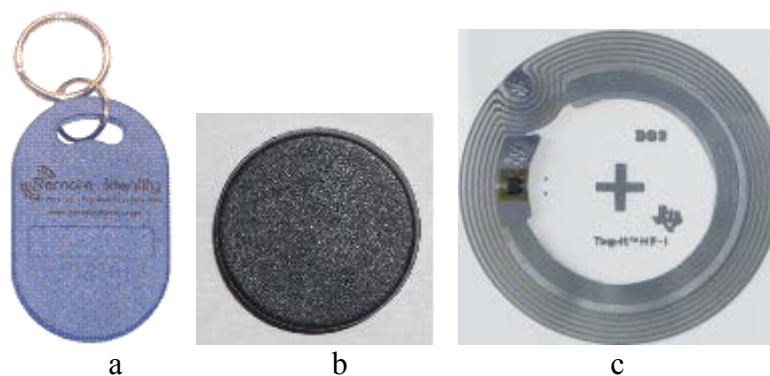


Figura. 2. 10. Varios encapsulados de los tags RFID de izquierda a derecha: a) llavero, b) botón para ropa y c) tag para CD's[45]

2.3.3 Origen de la alimentación o fuente de energía

Una de las clasificaciones más comunes es por el origen de la energía, batería o fuente de alimentación. Esta característica es uno de los principales factores que determina el coste y vida del tag. Pueden ser pasivas si no tienen fuente de alimentación propia, semi-pasivas si utilizan una pequeña batería asociada y activas si tienen su propia fuente de alimentación. [5]

Tags pasivos

Las etiquetas RFID pasivas no requieren batería ya que toda la energía que el circuito integrado necesita para poder transmitir una respuesta la recoge del campo electromagnético creado por el lector. Las etiquetas pasivas, en la práctica tienen distancias de lectura que varían entre unos 10 milímetros hasta 6 metros dependiendo del tamaño de la antena de la etiqueta, de la potencia y frecuencia en la que opera el lector. Estas etiquetas tienen la ventaja de poder ser mucho más pequeñas que las etiquetas activas. La forma de la etiqueta dependerá del uso que se vaya a hacer de las mismas, aunque lo normal es que vaya montada sobre una pegatina o una tarjeta. Como es de suponer son los más económicos y los de menor rango de comunicación, pero por su relación entre comportamiento y precio son los más utilizados. [20] [21] [22]

Tags semi-pasivos

Las etiquetas RFID semi-pasivas son muy similares a las pasivas, pero con la diferencia de que incluyen una batería para activar la circuitería del chip pero la energía

para generar la comunicación es la que recoge de las ondas radio del lector (como en los pasivos). Esto da lugar a que las antenas no requieran capturar la potencia de la señal entrante para devolver la señal saliente, sino que las antenas son mejoradas para la emisión de la respuesta. [20] [21] [22]

Activos

Tiene una propia batería para el suministro de la energía. Dicha energía es utilizada para activar la circuitería del microchip y enviar la señal a la antena. Permiten una amplia cobertura de difusión, es decir, mayor alcance. Normalmente tienen una mayor capacidad de almacenar información. También pueden llevar sensores adicionales a la propia memoria como sensores de temperatura, de velocidad, de movimiento, etc. que permiten almacenar o controlar datos vitales en algunas aplicaciones. Actualmente, Su tamaño es mayor que los otros dos tipos de etiquetas o tags, aunque las etiquetas activas más pequeñas tienen un tamaño aproximado de una moneda. Muchas etiquetas activas tienen rangos prácticos de diez metros a cien metros, y una duración de batería de varios años. Se puede usar como un *transponedor* o como una *baliza*. En el primer caso puede ejemplificarse como un tele peaje o bien otros puestos de control en los que se requiera la apertura de puertas de seguridad. Su segundo uso es utilizado para sistemas de localización en tiempo real. En este caso la etiqueta está lanzando una señal cada cierto intervalo de tiempo, por ejemplo 3 segundos, hasta que el lector consiga identificar el lugar del que proviene la señal. [20] [21] [22]

2.3.4 Clases de tags

Las clases definen la capacidad del tag RFID desde una Clase 0 hasta una Clase 5. Cada clase tiene más capacidades que la anterior y es compatible con las anteriores, ver tabla 2.3. [23] [35]

Tabla. 2. 3. Clases de tags

Clase	Descripción
0	Un tag sencillo, pasivo, de solo lectura, con memoria no volátil programable sólo en su fabricación
1	Un tag sencillo, pasivo, de solo lectura, con memoria programable no volátil.
2	Un tag pasivo con memoria de lectura/escritura de hasta 65KB.
3	Un tag semi-pasivo, prácticamente idéntico al tag de clase 2, con mismas características de memoria, pero con una batería adicional que aumentara su alcance.
4	Un tag activo que utilice una batería para alimentar su circuitería, aumentando así las potencias transmitidas hacia un lector RFID.
5	Un tag activo que puede comunicar con otro tag de clase 5 y/o con otros dispositivos

2.4 NORMAS DE REGULACION Y ESTANDARIZACION

2.4.1 Consideraciones de frecuencia

Los sistemas RFID que generan e irradian ondas electromagnéticas, son clasificados como sistemas de radio. La función de otros servicios de radio, en ningún caso debe ser interrumpida o perjudicada por la operación de los sistemas RFID. Es en particular importante asegurar que los sistemas RFID no interfieran con la radio cercana y con servicios de radio y televisión, móviles (la policía, servicios de seguridad, industria), servicios de radio marítimos y aeronáuticos.

La necesidad de ejercer el cuidado con respeto a otros servicios de radio restringe considerablemente la gama de frecuencias convenientes de operaciones disponibles a un sistema RFID. Por esta razón, usualmente solo es posible usar intervalos de frecuencia reservados específicamente para aplicaciones industriales, científicas o médicas o para dispositivos de corto alcance. Estas son frecuencias clasificadas mundialmente como ISM (*Industrial-Scientific-Medical*) o SRD (*Short range devices*), ver tabla 2.4. [14]

Tabla. 2. 4. Frecuencias y potencias permitidas para sistemas RFID

Frecuencias para sistemas RFID		
Frecuencia	Comentario	Potencia de transmisión / Intensidad de campo permitida
< 135 kHz	Baja frecuencia, acople inductivo	72 dB μ A/m
6,765 .. 6,795 MHz	Frecuencia media (ISM), acople inductivo	42 dB μ A/m
7,400 .. 8,800 MHz	Frecuencia media, usada solo para EAS (<i>electronic article surveillance</i>) que se refiere a vigilancia de artículos electrónicos	9 dB μ A/m
13,553 .. 13,567MHz	Frecuencia media (13,56 MHz, ISM), acople inductivo, espectro ampliado usado para gestión de ítems así como en tarjetas y etiquetas inteligentes	38dBμA/m @ 10m (USA) 42dBμA/m @ 10m (Europa)
26,957 .. 27,283 MHz	Frecuencia media (ISM), acople inductivo, solo para aplicaciones especiales.	42 dB μ A/m
433 MHz	UHF (ISM), raramente usada para RFID	10 .. 100 mW
868 .. 870 MHz	UHF (SRD), nueva frecuencia, sistemas en desarrollo.	500 mW, Europa
902 .. 928 MHz	UHF (SRD), diversos sistemas.	4 W – Espectro ensanchado, USA/Canadá
2,400 .. 2,483 GHz	SHF (ISM), identificación de vehículos.	4 W – Espectro ensanchado, USA/Canadá 500 mW, Europa
5,725 .. 5,875 GHz	SHF (ISM), raramente usada para RFID	4 W USA/Canadá, 500 mW Europa

2.4.2 Estándares

Como toda nueva tecnología, uno de los temas principales para su adopción a gran escala son la definición de estándares que garanticen la interoperabilidad y la disposición de soluciones no ligadas a un solo proveedor, que permite a la empresa obtener cierta libertad de decisión. Claro esta que cuando nos encontramos en aplicaciones que solo implican a una sola empresa no hay necesidad de existencia de estándares, pero si esta debe colaborar con otros agentes e intercambiar información, se hace imposible realizarlo sin un estándar que defina como comunicarse para que todo el mundo lo entienda. En este tipo de sistemas, normalmente, se ven involucrados en los estándares aspectos físicos del tag y la interfaz aérea (comunicación).

Los estándares principales en los sistemas RFID los podríamos desglosar en dos: estándares de EPCglobal, empresa que desarrolla estándares industriales para el código de producto electrónico EPC (*Electronic Product Code*) y de la Organización Internacional para la Estandarización o *International Organization for Standardization (ISO)*, cada uno con sus categorías. [24]

Entre las cosas que se estandarizan están las siguientes:

- **Tecnología:** Estándares para tecnología aseguran interoperabilidad de componentes de sistemas comunes.
- **Conformidad:** La tecnología debe estar conforme a las mejores prácticas y métodos del estándar aceptado.
- **Desenvolvimiento:** Los lectores y tags deben ser evaluados de acuerdo a ciertos niveles del estándar.

ISO

Es una ONG constituida por una red de institutos nacionales de estándares en 146 países, cuya aportación es igualitaria (1 miembro por país). El organismo tiene una central de coordinación en Génova (Suiza). [25]

En general, los estándares de los tag ISO (15693, 14443, 18000-6) usan el siguiente formato [26] [37]:

Dimensiones físicas: Define tamaños, niveles de luz ultravioleta, rayos X, temperaturas, campos eléctricos y magnéticos a los cuales el tag debe funcionar en forma adecuada.

Interfaz aérea e inicialización: Define valores de frecuencia y campo de operación, tipo de modulación, tipo de codificación, velocidad de transmisión y definición tramas de iniciales y finales.

Anticolisión y protocolo de comunicación: Define la organización de la memoria del tag, la organización de los datos en la memoria, el identificador único (*UID*), bloque de datos, describe el mecanismo para intercambiar instrucciones y datos entre el lector y el tag, el proceso de anticolisión, especificaciones de tiempo, define grupo de comandos para el tag,

El EPCglobal Gen2

Estándar de EPCglobal que permite una compatibilidad mundial de este protocolo en banda UHF. Su producción comenzó en el segundo trimestre en este último año 2005. El estándar permite leer 1500tag/s en Norteamérica, y 600 tags/s en Europa. La diferencia se debe principalmente a la diferencia de ancho de banda asignada en cada una de las regiones para el estándar. Tiene un control de privacidad y acceso integrado (no es muy potente, pero está presente). Principalmente consiste en que el lector RFID no transmite el EPC, existen funciones de deshabilitación de tags (función *Kill tag*), y se puede proteger el acceso al tag mediante una contraseña. [36]

2.4.3 Otros estándares

ANSI (*American National Standards Institute*): Se trata de un organismo privado con fines no lucrativos que administra y coordina el organismo de estándares americano. Su misión es asegurar tanto la competitividad como la calidad de los productos made in USA promoviendo una serie de normas que lo garanticen. He aquí algunos estándares del ANSI relativos al RFID.

ANS INCITS 256-2001: Estándar que promueve la interoperabilidad de sistemas RFID en las bandas frecuenciales libres internacionales y desde el punto de vista de las potencias permitidas.

ANS INCITS 371. Información relativa a la localización en tiempo real. Posee 3 partes con los interfaces aire a 2.4GHz y a 433MHz, y además incluye normas acerca de la interfaz de programación de aplicaciones sobre los mismos.

ANS MH10.8.4. Estándar sobre contenedores plásticos reutilizables. Es compatible con la norma ISO 17364.

AIAG (*Automotive Industry Action Group*): Se trata de una asociación no lucrativa encargada de reducir costes y complejidad en el entorno de la automatización de cadenas de producción. He aquí uno de los estándares bastante conocido en el mundo de los fabricantes/productores que trabajan con RFID:

AIAG B-11. Estándar para ruedas utilizando RFID. La versión actual incluye un EPC de 96bits en el marco del protocolo EPCglobal.

EAN (*European Article Number*) / UCC: Es el encargado de estandarizar números de identificación, conjuntos de transacción EDI, esquemas en XML, y otras soluciones eficientes para aplicaciones en cadenas de producción. Es un organismo muy importante.

El *Uniform Code Council* (UCC) es una organización no comercial dedicada al desarrollo e implementación de soluciones basadas en estándares. El EPC pertenece a este último.

Su misión es crear estándares abiertos, globales y multisector. He aquí uno de los estándares aplicados a RFID:

GTAG (Global TAG): El objetivo del estándar es facilitar a cadenas productivas a escala mundial el trabajo en las bandas 862-928 MHz (UHF). Da información técnica así como guías de aplicación. Actualmente algunos fabricantes ofrecen tags compatibles con GTAG.

ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*): Es la organización europea no comercial que se dedica a estandarizar normas en el campo de las telecomunicaciones. Al igual que otros organismos internacionales, solo diremos que tiene una lista exhaustiva de sus propias normativas referentes al RFID. [27]

2.5 APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA RFID

La tabla 2.5 presenta diferentes aplicaciones de esta tecnología de acuerdo a las frecuencias de operación. [28]

Tabla. 2. 5. Aplicaciones de acuerdo a la frecuencia de operación

Tags RFID baja frecuencia	Tags RFID alta frecuencia	Tags RFID de UHF
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de animales • Seguimiento de barriles de cerveza • Llave de automóviles con sistema inmovilizador (antirrobo) • Control de acceso • Pasaportes • En mascotas para ser devueltas a sus dueños • Carné de conducir 	<ul style="list-style-type: none"> • Bibliotecas y seguimiento de libros • Seguimiento de pallet • Control de acceso en edificios • Seguimiento de equipaje en aerolíneas • Seguimiento de artículos de ropa • En pacientes de centros hospitalarios para hacer un seguimiento de su historia clínica • Identificación de acreditaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de pallets y envases • Seguimiento de camiones y remolques en envíos • Control de acceso de vehículos

2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Actualmente el RFID presenta tanto ventajas como desventajas, que se resumen en la tabla 2.6.

En la tabla 2.6, se observa una relación estrecha con las tarjetas inteligentes. Sin embargo, el RFID enfrenta mejor todas las situaciones involucradas con el contacto que se manifiestan a través de los riesgos por sabotaje, suciedad, unidireccionalidad, entre otros. [29]

Tabla. 2. 6. Comparación de diferentes sistemas mostrando sus ventajas y desventajas (Klaus Findenzeller 2003)

Parámetros del sistema	Código de barras	OCR	Reconocimiento de voz	Biometría	Magnética	RFID
Cantidad de bytes	1-100	1-100	-	-	16-64 k	16-64 k
Densidad de data	Baja	Baja	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Lectura con máquinas	Buena	Buena	Cara	Cara	Buena	Buena
Capacidad de lectura humana	Limitada	Simple	Simple	Difícil	Imposible	Imposible
Influencia de suciedad / humedad	Muy alta	Muy alta	-	-	Posible (contacto)	No influye
Influencia de coberturas	Falla total	Falla total	-	Posible	-	No influye
Influencia de la dirección y posición	Baja	Baja	-	-	Unidireccional	No influye
Degradación por uso	Limitada	Limitada	-	-	Por el contacto	No influye
Costo de dispositivo de lectura	Muy bajo	Medio	Muy alto	Muy alto	Bajo	Medio
Gastos de operación de lectura (por ejemplo, por desgaste, por reemplazos, por impresiones)	Bajo	Bajo	No hay	No hay	Medio	No hay
Copiado no autorizado/alteraciones Bajo condiciones normales de control	Simple	Simple	Posible ¹ (cinta de audio)	Imposible	Imposible	Imposible
Velocidad de lectura, incluye la manipulación del portador de datos (el artículo), a registrar	Baja 4s	Baja 3s	Muy baja >3s	Muy baja >5-10s	Baja 4s	Muy rápida 0.5s
Máxima distancia entre la lectora y el portador de datos	0-50 cm	<1 cm Scanner	0-50 cm	Contacto directo ²	Contacto directo	0-5 m, microondas

¹ El riesgo puede reducirse eligiendo los textos con un generador aleatorio, si el texto que debe ser leído no es conocido con antelación.

² Sólo aplica a identificación de huella digital. En el caso de lectura de retina o de iris en contacto directo no es necesario o posible.

2.6.1 Ventajas

En la tabla 2.7 se muestra ventajas del sistema RFID con respecto al código de barras.

Tabla. 2. 7. Tabla comparativa RFID versus Código de barras [30]

Características	Código de barras	RFID
Capacidad	Espacio limitado	Almacena mayor cantidad de información sobre el producto
Identificación	Estandarizada	Unívoca por producto
Actualización	Sólo lectura	Lectura / escritura, la actualización de información de un ítem se hace en tiempo real
Flexibilidad	Requiere línea de visión para la lectura	No requiere línea de visión para lectura, identifica objetos en movimiento y es reutilizable
Lectura	Una lectura por vez	Lectura simultánea
Tipo de lectura	Lee sólo en superficie	Emite la información en toda dirección y lee a través de diversos materiales y superficies
Precisión	Requiere intervención humana, la precisión de lectura es 95%	No requiere intervención humana, 100% automático con precisión de lectura de 99.9%
Durabilidad	Puede dañarse fácilmente en ambientes húmedos o a altas temperaturas	Tiene mayor vida útil, ya que soporta ambientes agresivos (intemperie, químicos, humedad, temperatura)
Rapidez	Requiere lecturas secuenciales	Permite leer múltiples etiquetas simultáneamente de forma automática

2.6.2 Desventajas

En la tabla 2.8 se especifican algunas desventajas de los sistemas RFID [31].

Tabla. 2. 8. Desventajas de los sistemas RFID

Características	RFID
Costos	Altos costos unitarios de los tags y alta inversión inicial en equipos y configuración de los puntos de control
Tamaño	El alcance de la señal y la superficie del tag están directamente relacionados
Distancia	Los tags pasivos tienen distancia de operación corta
Seguridad	Riesgo de adulteración o reprogramación de tags programables o actualizables

2.6.3 Limitaciones de RFID

Las limitaciones más comunes de RFID se desarrollarán a continuación [32].

Pobre rendimiento con objetos absorbentes. Este es un comportamiento dependiente de la frecuencia de operación. La tecnología actual no opera bien con algunos materiales (metales, líquidos, etc.) y en algunos casos, puede fallar completamente.

Impactada por el entorno operativo. Las condiciones del entorno (por ejemplo, metal y líquidos) pueden impactar significativamente la exactitud de lectura de las etiquetas.

Limitación de lecturas múltiples. Existe un límite práctico en relación a cuántas etiquetas pueden ser leídas dentro de un espacio de tiempo específico.

Impacto de la interferencia de hardware. Una solución RFID puede ser impactada negativamente si la instalación del equipamiento correspondiente (por ejemplo, el solapamiento debido a la posición y orientación de las antenas produce colisiones) no es realizada apropiadamente.

Poder limitado de la energía RFID. Aunque RFID no necesita una línea de visión, existe un límite de cuán profundo puede llegar la energía RF, incluso a través de objetos

translúcidos para la radiofrecuencia. Estos límites se determinan por experimentación y regulaciones en cada país.

Tecnología Inmadura. Aunque la tecnología RFID esta avanzando rápidamente, esos cambios pueden generar inconvenientes para aquellas empresas que no estén preparadas.

CAPITULO 3

DISEÑO DEL PROTOTIPO

Este capítulo describe los componentes principales del hardware diseñado para el presente proyecto. Además se realizará una explicación a cerca del software desarrollado para este proyecto.

3.1 CONFIGURACIÓN GLOBAL DEL SISTEMA

El dispositivo debe asociar un objeto etiquetado a un mensaje de voz. Este dispositivo permitirá grabar y reproducir mensajes de voz y escribir y leer códigos en etiquetas RFID.

3.1.1 Diagrama General de Bloques del Sistema

El dispositivo esta compuesto por los siguientes bloques principales:

- Etapa de audio
- Etapa RFID (SkyeModule M1)
- Microcontrolador (PIC16F648A)

En la figura 3.1 se muestra el diagrama de los principales bloques que componen el sistema del presente proyecto.

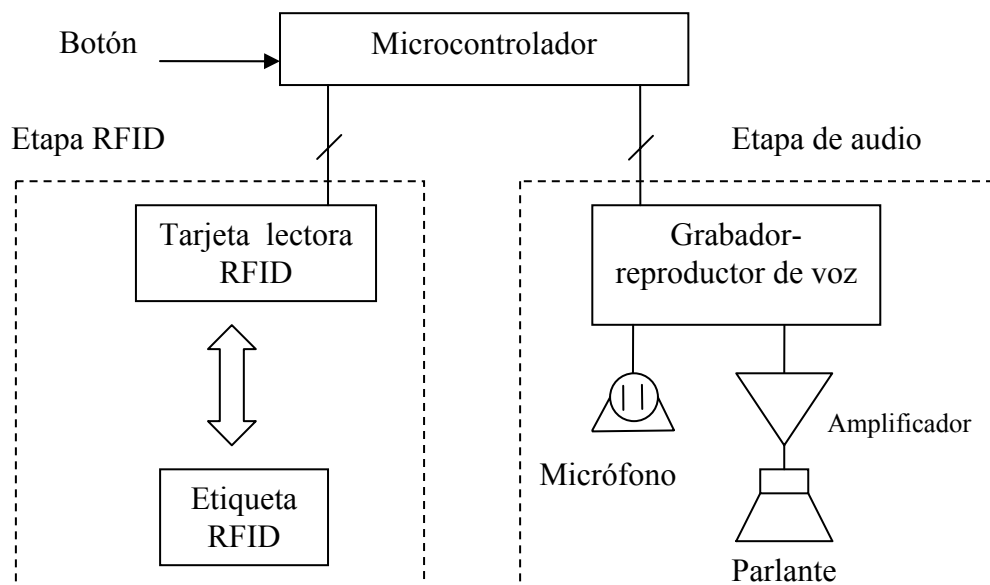


Figura. 3. 1. Diagrama de bloques del sistema

3.1.2 Funcionamiento general

El dispositivo puede realizar tres tareas, las cuales son:

- Registro de etiquetas
- Lectura de etiquetas
- Borrado de etiquetas

Registro de etiquetas: Cuando el dispositivo detecta una nueva etiqueta, le permite al usuario registrar esta etiqueta en su base de datos interna y grabar un mensaje de voz de 6 segundos el cual estará asociado a la misma.

Lectura de etiquetas: Las etiquetas registradas deberán colocarse en objetos que la persona desee identificar. Cuando el usuario usa el dispositivo con una de estas etiquetas, el dispositivo reproducirá el mensaje asociado a la misma.

Borrado de etiquetas: El registro de una etiqueta puede ser eliminado de la base de datos. De esta manera, el usuario podrá usar la etiqueta en un nuevo objeto o en el mismo, con la oportunidad de grabar un nuevo mensaje de voz.

3.2 ETAPA DE AUDIO

Por medio de esta etapa el usuario podrá grabar y escuchar mensajes de voz correspondientes a etiquetas registradas. Esta etapa facilita al usuario la operación del dispositivo a través de instrucciones habladas. Se tiene un tiempo máximo de 16 minutos de grabación de mensajes los cuales son usados tanto para las instrucciones habladas como para los mensajes de voz asociados a los objetos etiquetados.

3.2.1 Chip grabador-reproductor de voz (ISD5116P)

Este circuito integrado, chip ISD5116, es un dispositivo electrónico que permite grabar y reproducir hasta 16 minutos de una señal de voz o audio. Este chip se va a usar para grabar los mensajes de voz correspondientes a cada etiqueta registrada. A continuación en la figura 3.2 se muestra el diagrama de bloques interno del chip ISD5116.

[38]

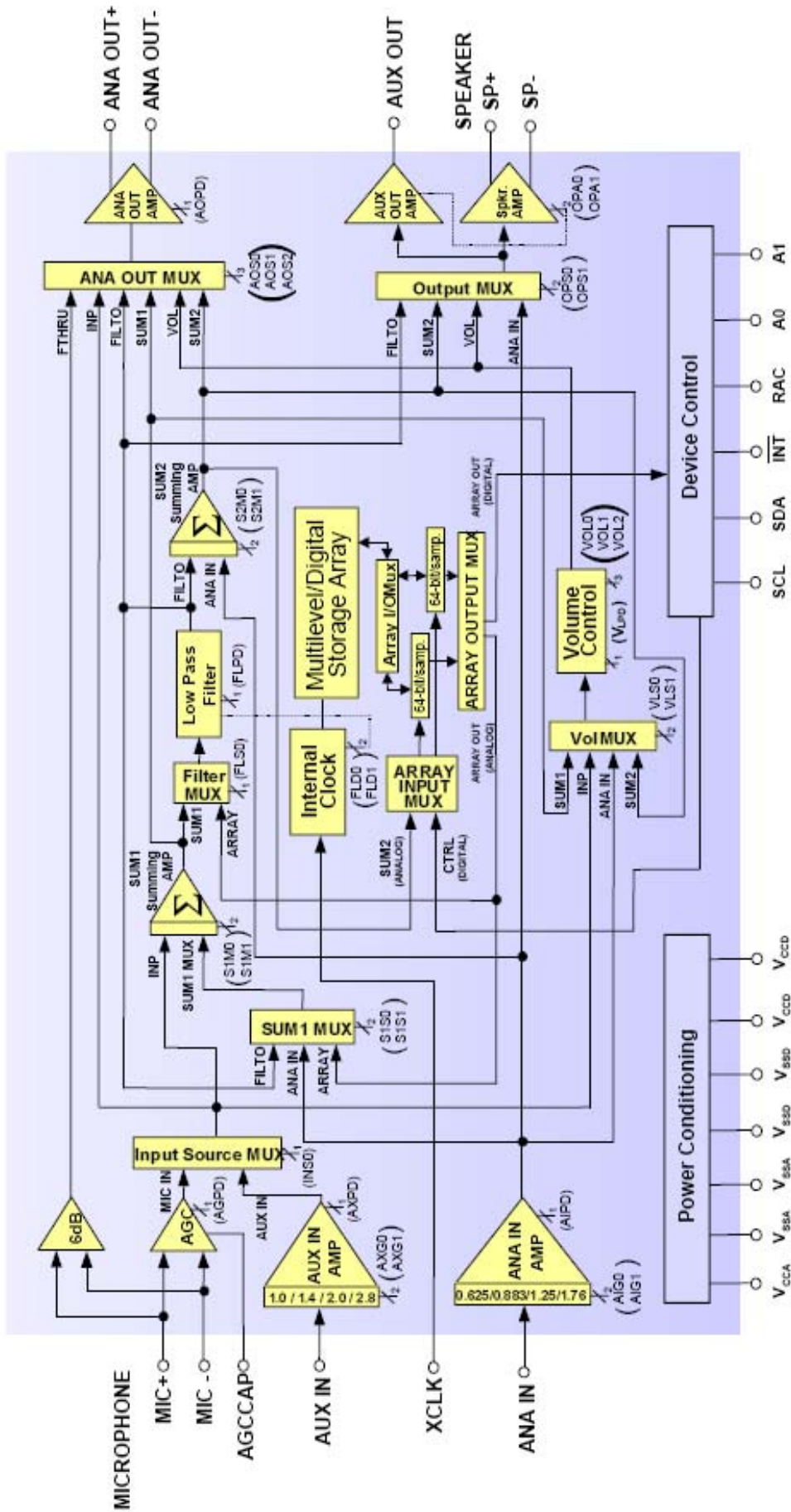


Figura 3. 2. Diagrama de bloques del chip ISD5116

Los bloques principales del chip ISD5116 son:

- Oscilador interno
- Amplificador de micrófono
- Filtro pasa-bajo
- Arreglo de almacenamiento no volátil para almacenar la señal de voz y datos digitales
- Control de volumen
- Amplificador de salida para parlante
- Amplificador de salida analógica
- Amplificadores de entrada auxiliar y analógica
- Control automático de ganancia

Este chip recibe instrucciones por comunicación serial, por lo que es necesario usar un microcontrolador para poder controlarlo, es decir, el microcontrolador instruirá al chip de voz para que este grabe y reproduzca los mensajes de voz.

Características

- Hasta 16 minutos de alta calidad de grabación de voz y audio.
- Uso en forma automática (por medio de un microcontrolador).
- Puede almacenar información analógica y digital.
- Bajo consumo de energía:
 - Voltaje de entrada: +2.7V a +3.3V
 - Voltaje aplicado a cualquier pin ($V_{SS}-0.3V$) a ($V_{CC}+0.3V$)
 - Soporta lógica de interfaz de 2.0V y 3.0V
 - Corriente de operación
 - $I_{ccPlay} = 15 \text{ mA}$
 - $I_{ccRec} = 30 \text{ mA}$
 - Corriente Standby: $I_{SB} = 1\mu A$
- Retención de información por 100 años
- 100K ciclos de grabación para información analógica
- 10K ciclos de grabación para información digital

- Velocidad de muestreo controlable por el usuario
- Interfaz serial I²C en modo normal y rápido (100K - 400KHz)
- Manejo de múltiples mensajes por medio de direcciones
- La temperatura de operación varia de 0°C a +70°C

Configuración de pines

En la figura.3.3 se presenta el diagrama del chip ISD5116P con el número y nombre de cada uno de sus pines.

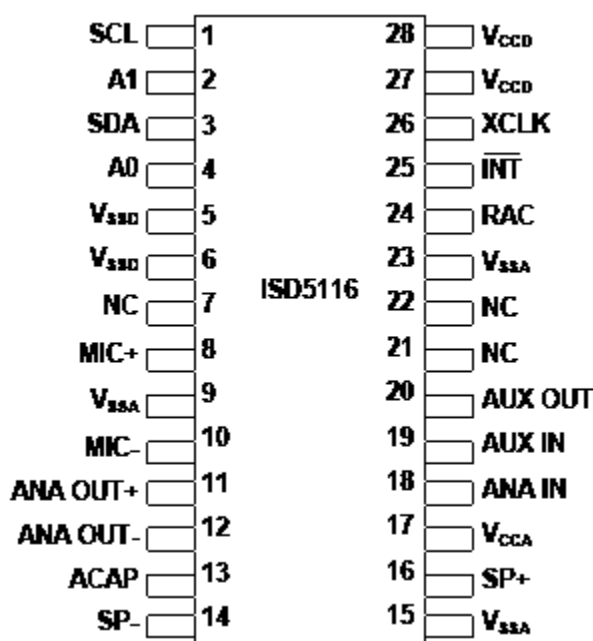


Figura. 3. 3. Configuración de pines del chip ISD5116P

Comandos

El control del ISD5116 se realiza a través de un comando de 8 bits, enviado después de la dirección del esclavo y del bit de Lectura/Escritura. El comando enviado es usado para empezar y terminar una grabación, escribir o leer información digital y realizar otras funciones necesarias para operar el chip.

La tabla 3.1 muestra los diferentes comandos que pueden ser ejecutados en el ISD5116.

Tabla. 3. 1. Códigos de operación

		Pwr	Bits de Funcion				Bits de registro		
Codigo de operacion	HEX	PU	DAB	FN2	FN1	FN0	RG2	RG1	RG0
Numero de bit de comando	CMD	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0
POWER UP	80	1	0	0	0	0	0	0	0
POWER DOWN	00	0	0	0	0	0	0	0	0
STOP (DO NOTHING) STAY ON	80	1	0	0	0	0	0	0	0
STOP (DO NOTHING) STAY OFF	00	0	0	0	0	0	0	0	0
LOAD CFG0	82	1	0	0	0	0	0	1	0
LOAD CFG1	83	1	0	0	0	0	0	1	1
RECORD ANALOG	90	1	0	0	1	0	0	0	0
RECORD ANALOG @ ADDR	91	1	0	0	1	0	0	0	1
PLAY ANALOG	A8	1	0	1	0	1	0	0	0
PLAY ANALOG @ ADDR	A9	1	0	1	0	1	0	0	1
MSG CUE ANALOG	B8	1	0	1	1	1	0	0	0
MSG CUE ANALOG @ ADDR	B9	1	0	1	1	1	0	0	1
ENTER DIGITAL MODE	C0	1	1	0	0	0	0	0	0
EXIT DIGITAL MODE	40	0	1	0	0	0	0	0	0
DIGITAL ERASE PAGE	D0	1	1	0	1	0	0	0	0
DIGITAL ERASE PAGE @ ADDR	D1	1	1	0	1	0	0	0	1
DIGITAL WRITE	C8	1	1	0	0	1	0	0	0
DIGITAL WRITE @ ADDR	C9	1	1	0	0	1	0	0	1
DIGITAL READ	E0	1	1	1	0	0	0	0	0
DIGITAL READ @ ADDR	E1	1	1	1	0	0	0	0	1
READ STATUS ¹	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Descripción de los códigos de operación

Los siguientes comandos son usados para acceder al chip a través de la interfaz I²C:

Play: Comando de reproducción análoga

Record: Comando de grabación análoga

Message Cue: comando para encolamiento de mensaje análogo

Read: comando de lectura digital

Write: Comando de escritura digital

Erase: comando para borrar paginas y bloques digitales

Power up: bit de encendido/apagado global (C7)

Load CFG0: Carga el registro de configuración 0

Load CFG1: Carga el registro de configuración 1

Read STATUS: Lee el estado de interrupción, registro de dirección y el la dirección esclava del chip.

Registros internos

El ISD5116 tiene varios registros internos que son usados para guardar las direcciones y la configuración del chip. Los registros de configuración de 16 bits controlan las rutas del audio a través del chip, la frecuencia de muestreo, las ganancias y atenuaciones, el apagado y encendido de las diferentes secciones y la configuración del volumen.

Registro de configuración

Existen dos registros de configuración CFG0 y CFG1, por lo que, hay cuatro bytes que deben ser cargados durante la configuración del chip. La descripción de los registros de configuración se muestra en las figuras 3.4 y 3.5.

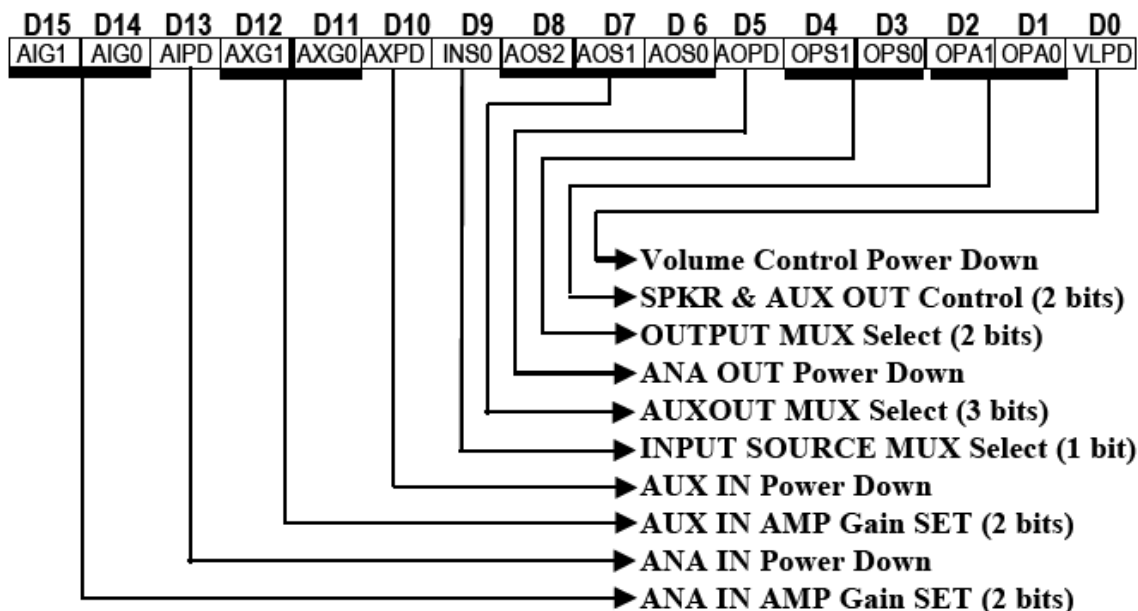


Figura. 3. 4. Descripción del registro CFG0

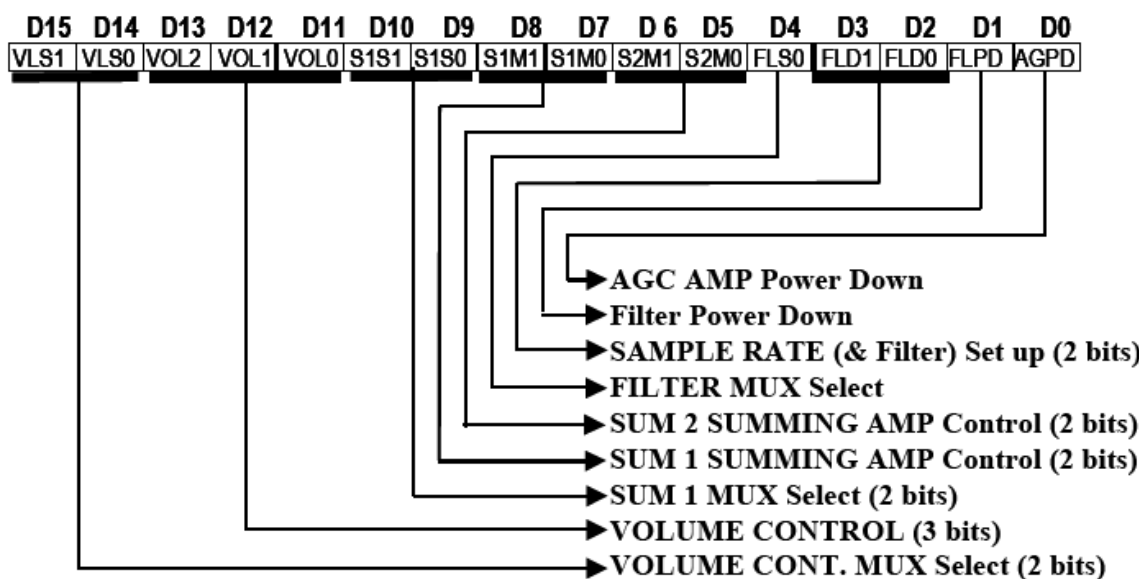


Figura. 3. 5. Descripción del registro CFG1

Para la configuración primero debe cargarse el registro CFG0 y luego el CFG1.

Descripción de los modos de operación usados en el presente proyecto

En esta sección se describe los valores necesarios de los bits de los registro de configuración CFG0 y CFG1 deben tener para los modos de grabación y reproducción de voz.

Modo de grabación con micrófono

Para poder grabar un mensaje de voz con un micrófono en el chip ISD5116, primero se debe configurar el chip con los registros de configuración apropiados para la grabación y luego enviar desde el microcontrolador al chip el comando de grabación analoga con los bytes de direcciones correspondientes, ver tabla 3.1.

CFG0=0010 0100 0010 0001 (hex 2421)

CFG1=0000 0001 0100 0100 (hex 0144)

Modo de reproducción

Para reproducir los mensajes de voz grabados previamente en el chip ISD5116, primero se debe configurar el chip con los registros de configuración apropiados para la

reproducción de voz a través de las salidas de los parlantes y luego se debe enviar desde el microcontrolador al chip el comando de reproducción con los bytes de direcciones correspondientes, ver tabla 3.1.

CFG0=0010 0100 0010 0100 (hex 2424)

CFG1=0100 0001 1101 0101 (hex 41D5)

3.2.2 Amplificador

En esta etapa se uso el amplificador de potencia de audio de bajo voltaje LM386, para aumentar el volumen del sonido a través del parlante. [39]

Características del LM386

- Ganancias desde 20 a 200
- Amplio rango para la fuente de operación: 4V -12V o 5V – 18V
- Entrada referida a tierra
- Corriente y potencia de reposo de 4mA y 25mW
- Ofrece hasta 1W de salida

La figura 3.9 presenta el diagrama de pines para el amplificador de audio LM386 y la figura 3.7 muestra el circuito típico del LM386 que ofrece una ganancia de 200 el cual fue usado en este proyecto, con la diferencia que en lugar de usar un potenciómetro de 10k ohmios se uso uno de 500k ohmios, con el que se obtuvo un mejor sonido.

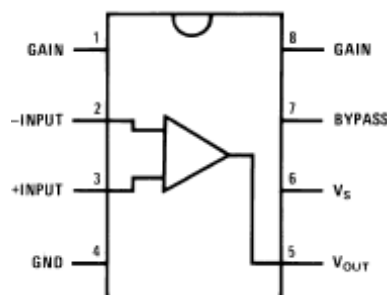


Figura. 3. 6. Diagrama de pines del LM386

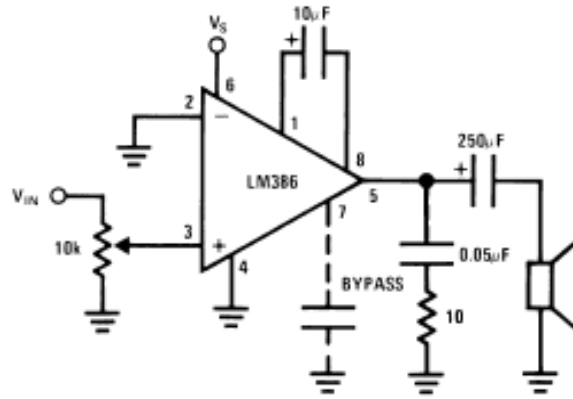


Figura. 3. 7. Circuito típico de ganancia 200

3.2.3 Diagrama de conexión de la etapa de audio

La figura 3.8 muestra el circuito de la etapa de audio. Por los pines 1 SCL y 3 SDA, el chip de voz recibirá las instrucciones del microcontrolador para poder grabar y reproducir un mensaje de voz.

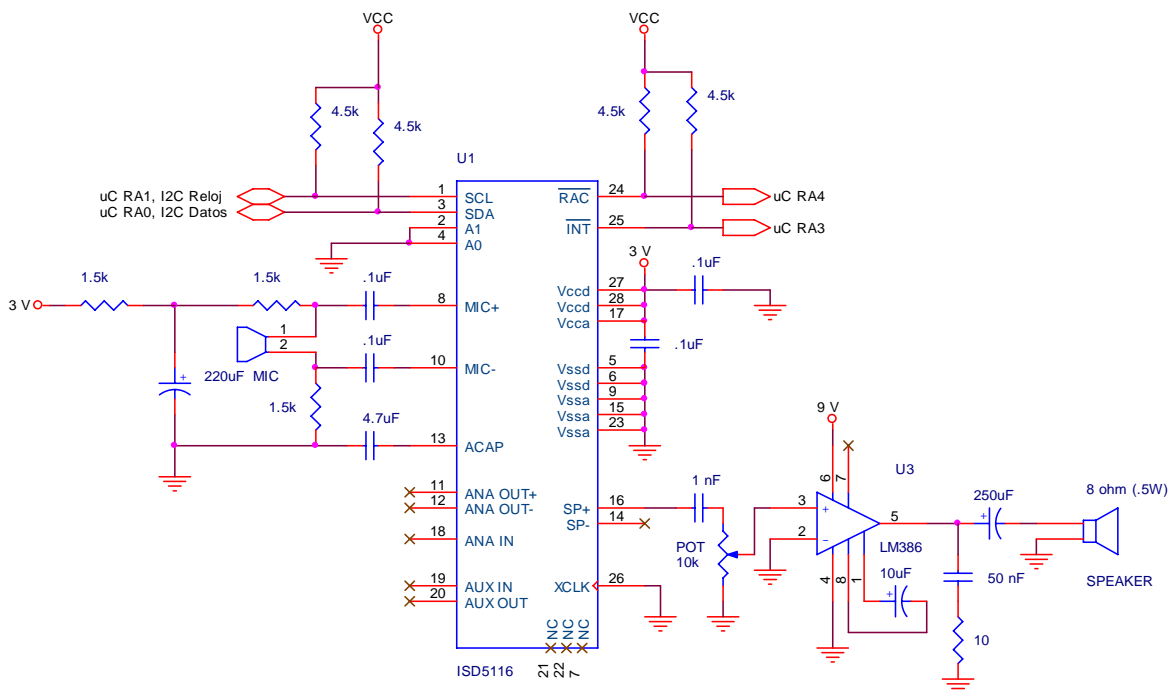


Figura. 3. 8 Circuito de la etapa de audio

3.3 ETAPA RFID

El módulo SkyeModule M1 de la compañía Skyetek es un módulo lector/escritor RFID HF multiprotocolo que es usado con tags RFID de 13.6MHz de varios estándares como son ISO-15693, ISO-14443, Tag-It HF, ICODE 1 entre otros. La memoria flash del microcontrolador usado en este módulo garantiza la migración a nuevas características y mejoras que se irán desarrollando, como por ejemplo actualización del lector con respecto a cambios de estándares, especificaciones y nuevos protocolos de tags. [40] [41] [43]

3.3.1 Características del módulo SkyeModule M1

La tabla 3.2 muestra las principales características del módulo SkyeModule M1. [42]

Tabla. 3. 2. Características del módulo SkyeMolule M1

Frecuencia de operación	13.56 MHz +/- 7 KHz
Dimensiones	40 mm x 38 mm x 5.7 mm
Consumo de corriente	Modo dormido: 50 uA Modo inactivo: 20 mA Modo de búsqueda: 60 mA
Antena	Interna o puerto externo de 50 ohm
Fuente de alimentación	1.8 – 5.0 V
Interfaces de comunicación / tasas de datos	UART(RS232 y TTL): 4800-57600 bps I2C hasta 400 KHz SPI hasta 3 MHz
Tasa de comunicación con tags	26 kbps con ISO 15693 106 kpbs con ISO 14443A
Peso	8 gr.
Red de lectores RFID	Hasta 255 direcciones para lectores en una red
Anticollisión	Lectura y escritura de múltiples tags
I/O	8 pines configurables como entradas o salidas
LCD	Interfase para módulo estándar LCD
Temperatura	-20°C to +70°C
Rango efectivo	Antena interna, con tag 38 mm x 22.5 mm ISO 15693: 5.8 cm

3.3.2 Pines del módulo SkyeModule M1

En la figura 3.9 se puede apreciar el diagrama de pines del módulo M1, que posee 3 hileras de pines J1, J2 y J3. En J1 se encuentran los pines de alimentación y comunicación, en J2 se encuentran los pines para conectar la antena y en J3 los pines de entrada/salida configurables. Host se refiere al elemento que dará las órdenes al módulo M1. En el presente proyecto el microcontrolador es el host.

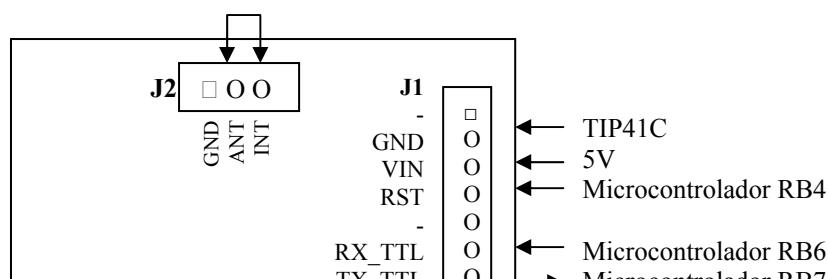


Figura. 3.9 Diagrama de pines y conexión del módulo SkyeModule M1

3.3.3 Protocolo de comunicación

El módulo M1 responde a instrucciones enviadas por el host. En este proyecto el host (microcontrolador) enviará instrucciones en modo ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). En este modo cada carácter de las instrucciones enviadas corresponderá a su código ASCII. A continuación se muestran instrucciones de petición y la respectiva respuesta entre el host y el módulo M1 necesarios para realizar diferentes operaciones. Una ejecución exitosa de la instrucción enviada al lector, retornará hacia el host una respuesta cuyo campo de respuesta contenga el mismo valor del campo comando de la petición. En estas instrucciones los valores para <CR> (*carriage return* – retorno de carro) y <LF> (*line feed* - salto de línea) son 13x0 y 10x0, respectivamente. [43] [44]

Obtención del ID del tag

La figura 3.10 muestra la instrucción que permite obtener el tag ID (TID) del tag presente en el campo del lector. Esta instrucción es usada con un solo tag en el campo del lector. En esta figura la respuesta “01” en el campo tipo de tag indica que el tag identificado es del estándar ISO-15693, usado para el presente proyecto.

	Bandera	Comando	Tipo de tag	
<CR>	00	14	00	<CR>

	Respuesta	Tipo de Tag	Datos (TID)	
<LF>	14	01	E0 07 00 00 E2 B6 26 59	<CR><LF>

Figura. 3.10 Petición para adquirir el TID de un tag (superior) y respuesta (inferior)

Escribir dato en tag

En la figura 3.11 se muestra una instrucción de escritura de datos con su respectiva respuesta exitosa. La petición mostrada en esta figura escribirá el dato “11 22 33 44” en el primer bloque de la memoria del tag. Esta instrucción debe tener el tipo de tag y TID del tag a ser leído, esto se consigue a través de la instrucción anteriormente descrita.

	Bandera	Comando	Tipo de tag	TID	1er bloque	Número de bloques	dato	
<CR>	40	44	01	E0 07 00 00 E2 B6 26 59	00	01	11 22 33 44	<CR>

	Respuesta	
<LF>	44	<CR><LF>

Figura. 3. 11 Petición para escritura de dato en la memoria del tag (superior) y respuesta (inferior)

Leer dato en tag

La figura 3.12 muestra la instrucción que permite obtener el dato almacenado en el primer bloque de memoria del tag.

	Bandera	Comando	Tipo de tag	TID	1er bloque	Número de bloques	
<CR>	40	24	01	E0 07 00 00 E2 B6 26 59	00	01	<CR>

	Respuesta	dato	
<LF>	24	11 22 33 44	<CR><LF>

Figura. 3. 12 Petición para lectura de dato en la memoria del tag (superior) y respuesta (inferior)

3.3.4 Etiqueta o tag RFID

En el presente proyecto se utilizará etiquetas Philips ICODE SLI SL2. La tabla 3.3 muestra las principales características del chip usado en las etiquetas. La figura 3.13 ilustra los tags usados con el proyecto. [45]

Tabla. 3. 3. Principales características del chip Philips ICODE SLI SL2

Frecuencia	13.56 MHz
------------	-----------

Protocolo	ISO 15693
Escritura/Lectura	Escritura/Lectura
Capacidad EEPROM	1024 bits
Anticolisión	si
Distancia de operación	1.5 m (Dependiendo de la geometría de la antena)
Tasa de transferencia	Hasta 53 kbit/s
Retención de información	10 años
Ciclos de escritura	100.000
Bloques de memoria	32 bloques. Cada bloque tiene 4 bytes
Tamaño de ID	64 bits

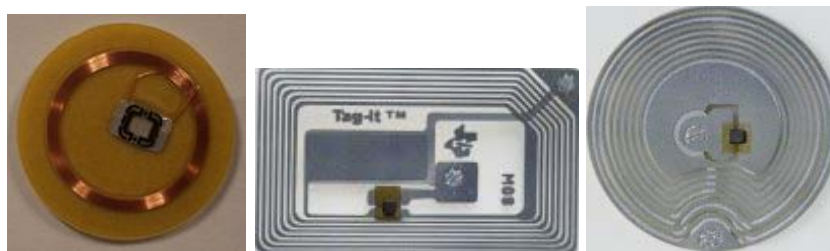


Figura. 3. 13 Tags usados de izquierda a derecha, círculo transparente adhesivo 30mm, lámina rectangular 38 x 22.5 y lámina circular 24mm [45]

3.4 Microcontrolador PIC 16F628A

El microcontrolador, PIC 16F628A, es el encargado de controlar a las demás etapas del sistema, para realizar las diferentes tareas del dispositivo mediante la ejecución de un programa almacenado dentro este elemento. [46]

Entre las características que este microcontrolador tiene están:

- 18 pines
- 16 pines de entrada/salida
- Memoria Flash de 2048 palabras
- Memoria SRAM de 224 bytes
- Memoria EEPROM de 128 bytes
- Temporizador de 8 bits
- Velocidad de operación desde DC – 20 MHz
- Capacidad de interrupción
- Modo Sleep para ahorro de energía
- Amplio rango de voltaje de operación (3.0 – 5.5 V)
- 40 años de retención de datos

- Corriente de operación aproximadamente 120 μ A

La figura 3.14 muestra las funciones de los pines del microcontrolador.

Se escogió el PIC 16F628A por que posee una capacidad de memoria flash adecuada que permite almacenar el programa desarrollado para esta aplicación, la memoria EEPROM permite almacenar la base de datos para 100 objetos y su voltaje de operación permite trabajar con 3.0 Voltios, necesario para una adecuada comunicación serial con el chip de voz. Ya que como se aprecia en las características tanto del chip de voz como en el microcontrolador

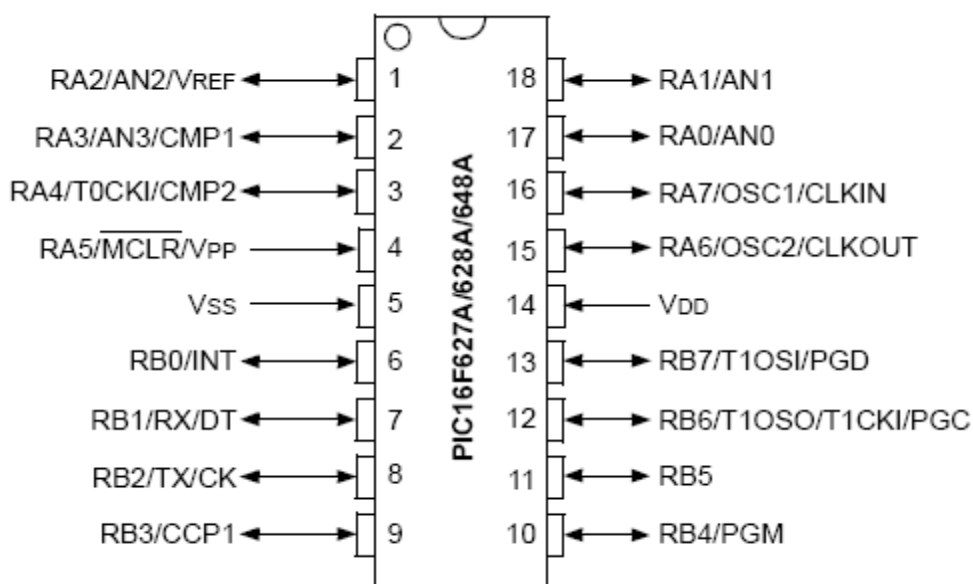


Figura. 3. 14 Pines del microcontrolador PIC 16F648A

En la figura 3.15 se muestra el diagrama general del PIC 16F648A.

El puerto A con pines RA0, RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6 y RA7 se encarga de interactuar con el chip de voz, en lo que se refiere a comunicación serial y manejo de mensajes. Se usará un oscilador de cristal para asegurar una buena comunicación serial.

El puerto B con pines RB0, RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6 y RB7 se encargará de censar el botón y de controlar al lector RFID, módulo M1.

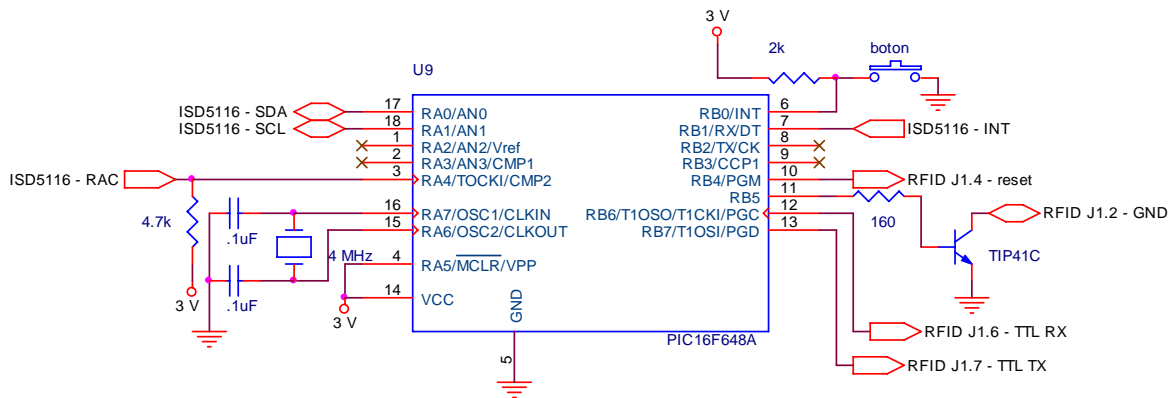


Figura. 3. 15 Diagrama general del microcontrolador

3.5 ENERGÍA DEL SISTEMA

Fuente de alimentación

Los elementos del circuito del prototipo diseñado microcontrolador y chip de voz necesitan 3V y la tarjeta lectora RFID necesita 5V de alimentación, por lo que, se usó el regulador de voltaje LM317 para obtener estos valores de voltajes.

La figura 3.16 muestra el circuito típico usado en este proyecto, con la diferencia que en R2 se usó una resistencia de 1,5 K ohmios para reducir la corriente y R1 se usó un potenciómetro de 10K ohmios, el cual deberá ser regulado hasta obtener en la Vout el voltaje de alimentación deseado.

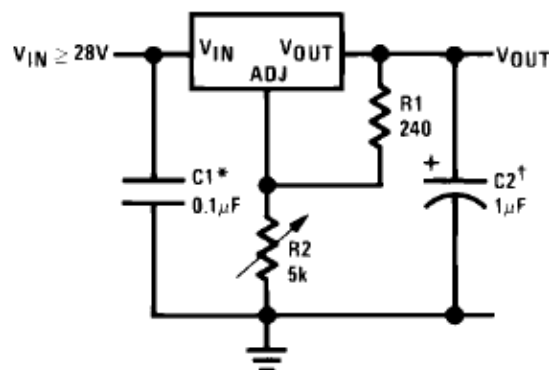


Figura. 3. 16 Diagrama para la adaptación de voltaje
Consumo de corriente

En la tabla 3.4 se observa los diferentes valores de corrientes que son consumidas en la operación por los diferentes elementos del dispositivo.

Tabla. 3.4 Tabla de corrientes en el dispositivo

Chip de voz	
Corriente de reposo	1 μ A
Corriente de reproducción	15 mA
Corriente de grabación	30 mA
Amplificador de audio	
Corriente de operación	4 mA
Lector RFID	
Corriente de reposo	50 μ A
Corriente de búsqueda	60 mA
Microcontrolador	
Corriente de operación	120 μ A
Regulador de voltaje	
Corriente de operación mínima	1.4 mA

Durante el modo de reproducción el consumo de corriente puede calcularse de la siguiente manera:

Tabla. 3.5 Consumo de corriente durante la reproducción de mensajes

Operación Elemento	Lectura de etiqueta	Reproducción de mensaje
Chip de voz	1 μ A	15 mA
Amplificador de audio	4 mA	4 mA
Lector RFID	60 mA	50 μ A
Microcontrolador	120 μ A	120 μ A
Regulador de voltaje 5V	1.4 mA	1.4 mA
Regulador de voltaje 3V	1.4 mA	1.4 mA
Subtotal	67 mA	22 mA
Tiempo requerido	1 seg	6 seg
Corriente en la operación	67 mA	132 mA
Corriente por lectura	199 mA	

De la tabla 3.5 se sabe de manera teórica que por cada lectura realizada exitosamente se consume 199 mA en 7 segundos, es decir 29mA en 1 segundo. Si se usa una batería recargable de 150 mAh entonces tendríamos 5.17 horas de lecturas continuas y un total de 2658 lecturas.

$$\frac{150mAh}{29mA} = 5.17 \text{ horas}$$

$$5.17h \cdot \frac{3600seg}{1h} = 18612seg \cdot \frac{1lectura}{7seg} = 2658 \text{ lecturas}$$

En estado de reposo el dispositivo consume 7 mA. Con un batería de 150 mAh podría funcionar aproximadamente por 21 horas.

La tabla 3.6 resume los resultados operación obtenidos para una batería de 150 mAh

Tabla. 3. 6 Características de operación con batería de 150 mAh

Tiempo de lectura continua de etiquetas	5.17 horas
Numero total de lecturas de etiquetas	2658
Tiempo de duración en reposo	21 horas

3.6 DISEÑO DEL SOFTWARE

El software o programa diseñado es el conjunto de instrucciones grabadas en la memoria flash del microcontrolador. Con este programa el microcontrolador controlará los elementos del dispositivo de manera que se puedan realizar cada una de las tareas deseadas.

3.6.1 Descripción general del sistema

En la figura 3.17 se aprecia de manera simplificada el diagrama de flujo del software del microcontrolador diseñado para el presente proyecto.

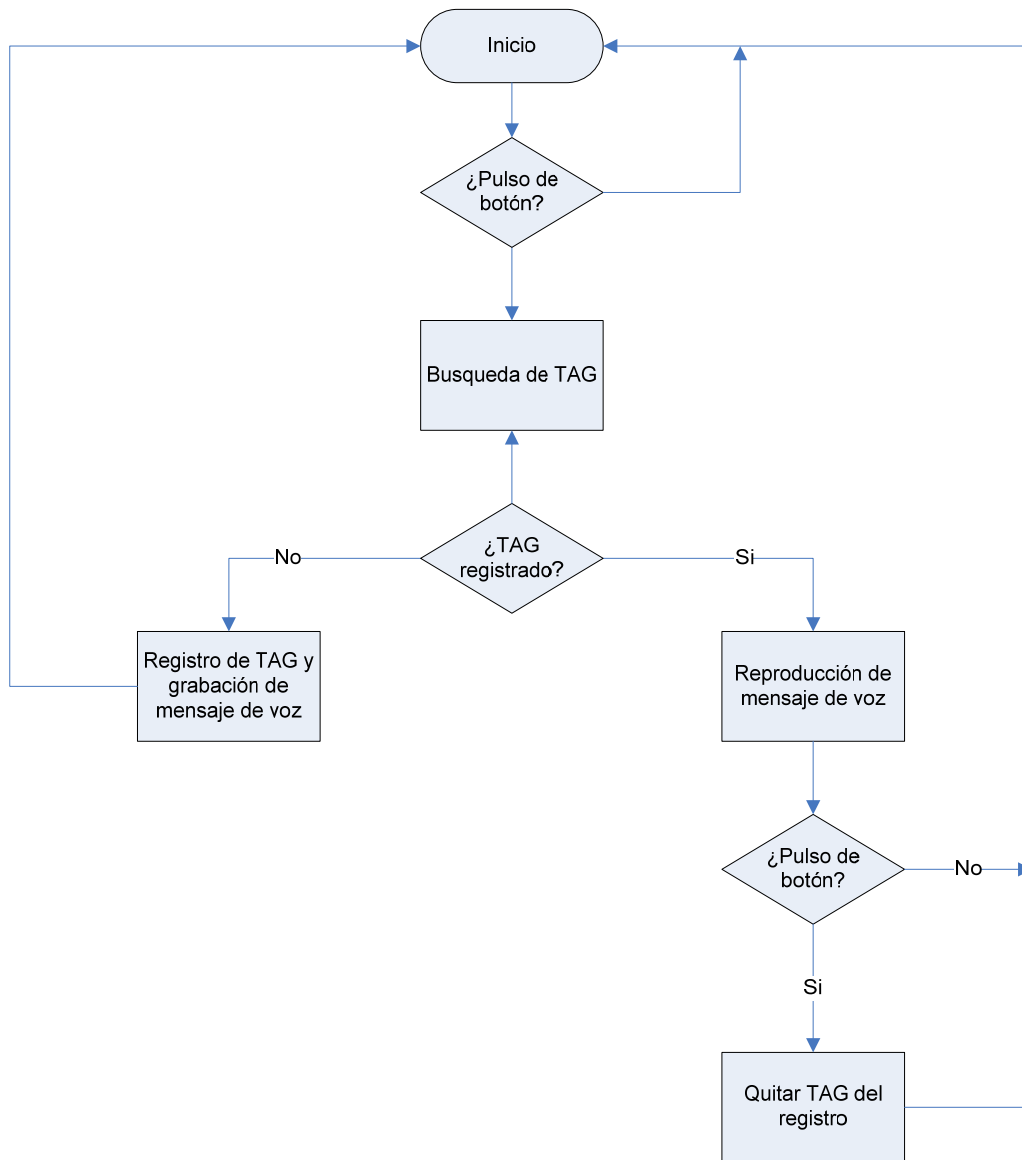


Figura. 3. 17 Diagrama de flujo del software

Cuando se pulse el botón el microcontrolador envía instrucciones al lector RFID para buscar algún TAG cercano al dispositivo. Al encontrar un TAG el microcontrolador verificarán en su base de datos y así conocer si el tag ha sido registrado o no.

Si el TAG no ha sido registrado, el microcontrolador permitirá el registro del TAG y la grabación de un mensaje de voz de 5 segundos de duración. Esto lo realiza dando instrucciones al chip de voz y al lector RFID.

Si el TAG esta registrado, el chip de voz reproduce el mensaje de voz previamente guardado en su memoria, que corresponde al TAG encontrado previamente.

Si se presiona el botón durante la reproducción del mensaje de voz, el microcontrolador permitirá que el TAG encontrado pueda ser borrado.

3.6.2 Explicación del software

Entre las rutinas principales del programa están:

- Búsqueda de tag: El microcontrolador ordena al lector RFID buscar una etiqueta cercana.
- Registro de etiqueta: Se copia un código en la etiqueta RFID y en la base de datos del microcontrolador.
- Grabación de mensaje de voz: El chip de voz graba un mensaje de voz con un tiempo aproximado de 5 segundos.
- Lectura de etiqueta: Reproduce el mensaje de voz correspondiente a la etiqueta encontrada.
- Borrado de mensajes: Quita del registro una etiqueta.

Inicio

En el inicio del programa se realizan las siguientes tareas:

- Configuración del microcontrolador
- Se encera la cadena “datos”
- Reseteo de modulo RFID
- Detección de pulso de botón
- Búsqueda de etiqueta

En caso de que se pulse el botón se efectúa una búsqueda de etiqueta. La figura 3.18 muestra que existe un continuo censo de pulso de botón, si este ocurre el sistema busca una etiqueta cercana y si la encuentra lee su memoria interna para comparar con la base de datos interna del microcontrolador.

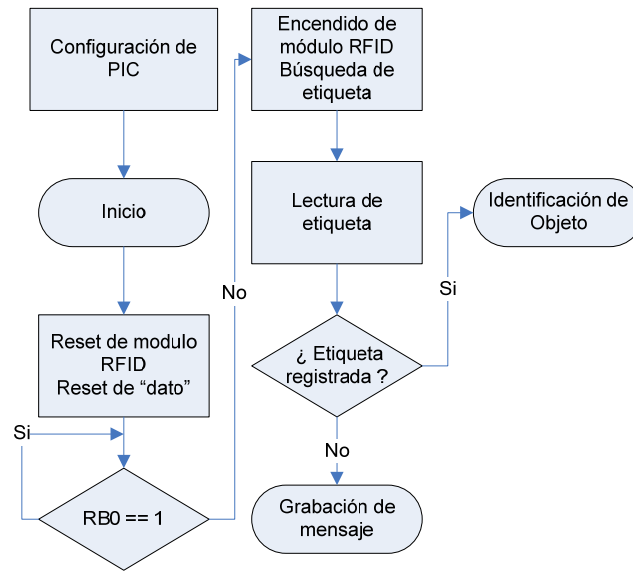


Figura. 3. 18 Diagrama de flujo (inicio)

La figura 3.19 muestra el diagrama de tiempo para este proceso.

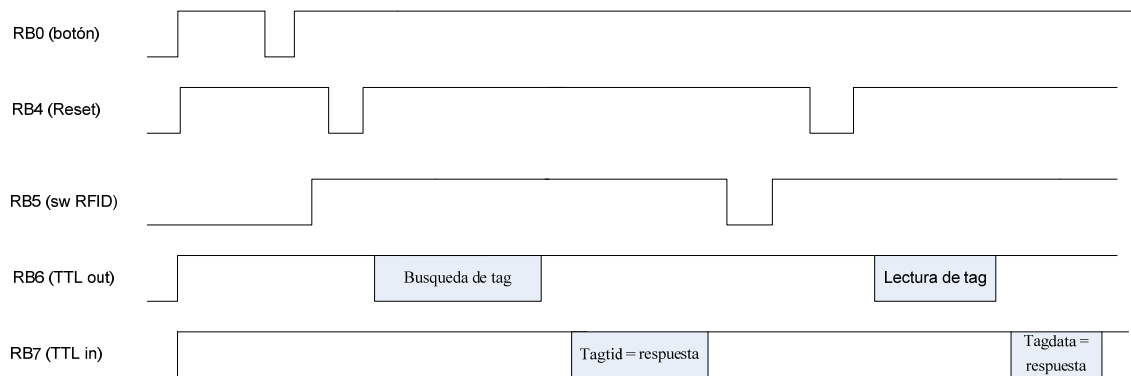


Figura. 3. 19 Diagrama de tiempo (inicio)

Configuración del PIC

Se configura el puerto A del microcontrolador como digital configurando el registro CMCON con un valor igual a 7. Se setean los bits 4 y 5 del registro OPTION_REG, para activar activa el contador externo en RA.4, usado para contar numero de filas durante la grabación de un mensaje de voz.

Botón, encendido del módulo RFID

El programa censa de manera continua el estado de RB0 conectado a un pulsador, cuando este pin pasa de alto a bajo, el sistema enciende y resetea el lector RFID, seteando el pin RB5 y enviando un pulso invertido a través RB4.

Búsqueda de etiqueta RFID

El sistema envía a la tarjeta lectora RFID la secuencia <CR>001400<CR>, a través del pin RB6 para buscar una etiqueta RFID cercana. Seguidamente, la tarjeta lectora envía una respuesta, la misma es guardada en la cadena *tagtid*. Terminada esta operación RB5 pasa a bajo para desconectar el módulo RFID y así ahorrar energía. Si la cadena *tagtid* contiene el número 14 indica que se encontró una etiqueta y se procesa a leer el código de la etiqueta, caso contrario vuelve a esperar un nuevo pulso del botón.

Lectura de la etiqueta

Para leer el código de la etiqueta, se enciende y resetea el lector RFID y el pin RB6 envía a la tarjeta RFID la instrucción de lectura <CR>4024...id del tag...0001<CR>, la respuesta a esta instrucción es almacenada en la cadena *tagdata*, donde se verifica el número 24, indicador de lectura exitosa.

Búsqueda de código en la tabla

La variable *tagdata* contiene el código de la etiqueta este código corresponde a una posición en la tabla de registros, si en esta posición de la tabla se encuentra “FFx0” indicará que la etiqueta no ha sido registrada, si en cambio se encuentra “00x0” indicará que la etiqueta ya está registrada. En el primer caso el programa buscará una dirección desocupada en la tabla y pasará al proceso de registro de la etiqueta y en el segundo caso al proceso de lectura de etiqueta.

Identificación de objeto

Si la etiqueta está registrada se reproduce el mensaje asociado a esta. La figura 3.9 muestra el proceso de reproducción del mensaje de voz.

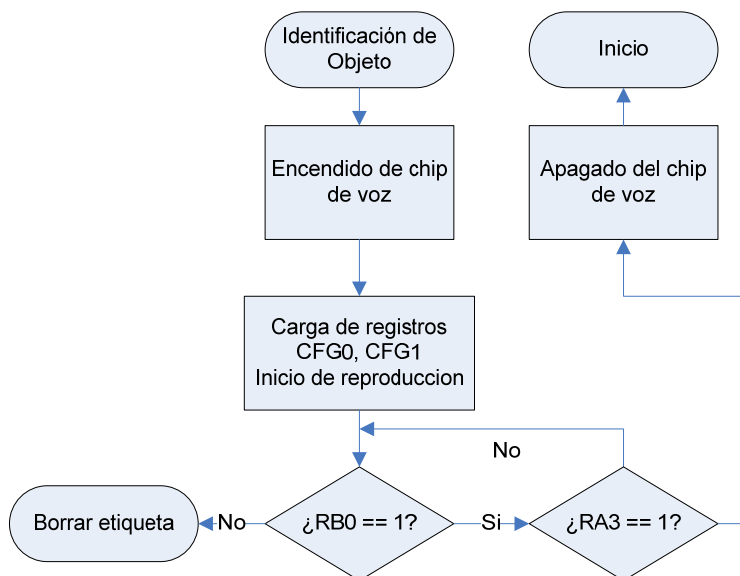


Figura. 3. 20 Diagrama de flujo (Identificación de objeto)

La figura 3.21 muestra el diagrama de tiempo para este proceso.

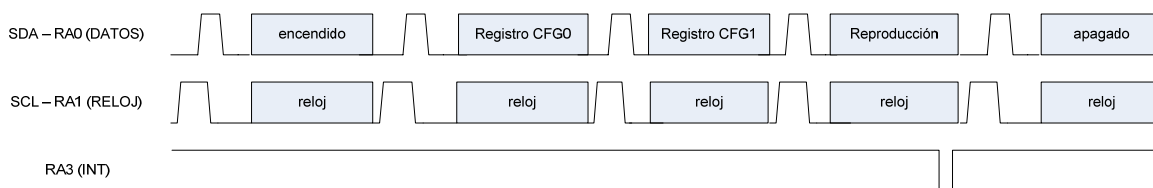


Figura. 3. 21 Diagrama de tiempo (Identificación de objeto)

Comando de encendido

Para la reproducción del mensaje primeramente el programa instruye al chip de voz con el comando 80x0 para que este se encienda, luego carga el registro CFG0=2424x0 y CFG1=41D5x0 con los comandos 82x0 y 83x0 respectivamente. Una vez cargados estos registros el chip de voz esta listo para reproducir mensajes de voz, y estos son reproducidos por el comando \$A9. En este momento el mensaje de voz se reproduce y censa RA3 cuando este pasa a bajo se detiene la grabación y se apaga el chip de voz con el comando 00x0.

Grabación de mensaje

La figura 3.20 muestra que el sistema espera el pulso del botón para registrar la etiqueta y empezar a grabar el mensaje de voz. Una vez finalizado este proceso se apaga el

chip de voz y el programa vuelve a inicio, donde entrará en reposo esperando un nuevo pulso de botón.

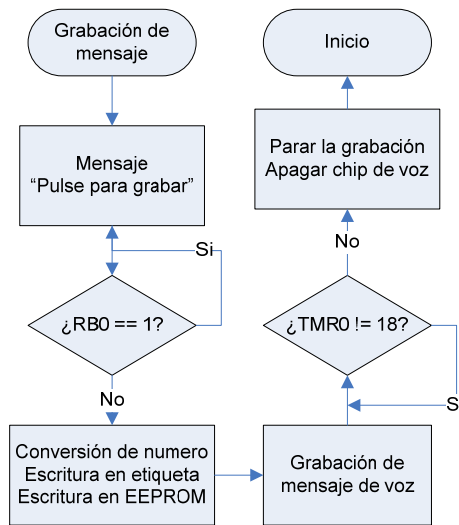


Figura. 3. 22 Diagrama de flujo (grabación de mensaje)

La figura 3.23 muestra el diagrama de tiempo para este proceso.

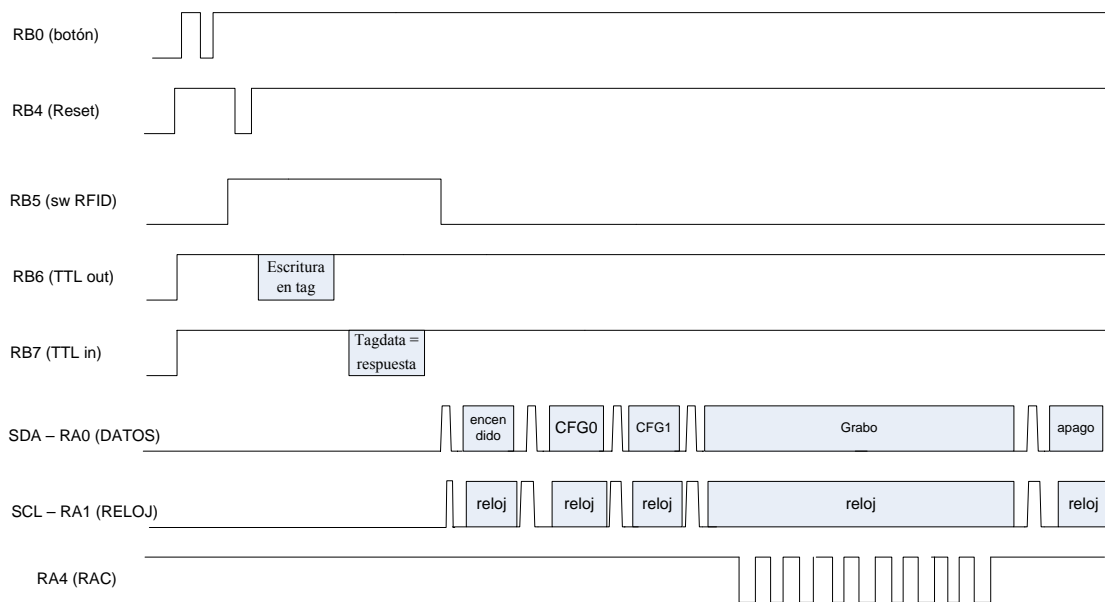


Figura. 3. 23 Diagrama de tiempo (grabación de mensaje)

Mensaje: Registro de etiqueta

Este proceso inicia con la reproducción de un mensaje de voz ubicado en la dirección 19 del chip de voz, este mensaje invita al usuario a pulsar el botón para registrar y grabar el mensaje de voz, para la nueva etiqueta.

Transforma número en ASCII

La dirección de la tabla de registro desocupada es transformada a su correspondiente valor en ASCII, para esto, a los números menores iguales a 9 se les suma 30x0 y a los mayores iguales a 10 se les resta 9 y suma 40x0. El valor transformado es guardado en la cadena *dato*.

Escritura en etiqueta y tabla

La etiqueta se registra escribiendo en ella la dirección de la tabla de registro desocupada, para esto se enciende y resetea el módulo RFID y se envía la instrucción de escritura <CR>4044...id del tag...0001...dato...<CR>. La respuesta de esta operación se almacena en tagdata y se compara con el número 44 que indica el éxito de la operación. Si la operación falla se reproduce un mensaje de fallo de operación ubicado en la dirección 33 del chip de voz.

Grabación de mensaje de voz

Si la operación de escritura es exitosa, se enciende el chip de voz y se cargan los registros CFG0=2421x0 y CFG1=0144x0 los cuales configuran al chip de voz para grabar un mensaje de voz, seguidamente se envía el comando 91x0 para empezar la grabación. Durante la grabación TMR0 por medio de RA4 cuenta el número de filas usados en la grabación, ya que cada mensaje en la grabación dura 6 segundos y cada fila 320ms, cada mensaje deberá tener máximo 18 filas. Al llegar al número 18 se instruye al chip de voz parar y apagar con los comandos comando 80x0 y 00x0, respectivamente.

Borrado de etiqueta

La figura 3.24 muestra que se borra el código en la etiqueta y en la tabla de registro.

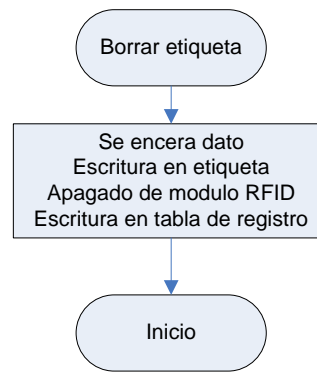


Figura. 3. 24 Diagrama de flujo (borrado de etiqueta)

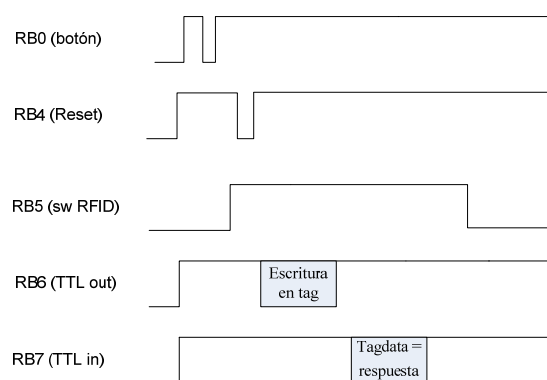


Figura. 3. 24 Diagrama de tiempo (borrado de mensajes)

Se encera la cadena dato. A continuación esta cadena escrita en la etiqueta. Se apaga el módulo RFID y se escribe “FFx0” en la dirección de tabla de registro correspondiente a código. Finalmente, vuelve a inicio donde el sistema espera se pulse nuevamente el botón.

3.6.3 Diagrama de flujo de grabación de mensajes de ayuda

La figura 3.21 muestra el proceso de grabación de mensajes de ayuda desde el micrófono. El primero se grabará en la dirección 1 del chip de voz, este mensaje invita al usuario a registrar una nueva etiqueta y el segundo mensaje se grabará en la dirección 8, este mensaje indica al usuario un error en la operación. La figura 3.25 muestra el diagrama de tiempo para este proceso. Cada fila tiene una duración de 0,320ms, por esta razón se necesitan 7 filas de memoria en el chip de voz para almacenar 2 segundos de grabación.

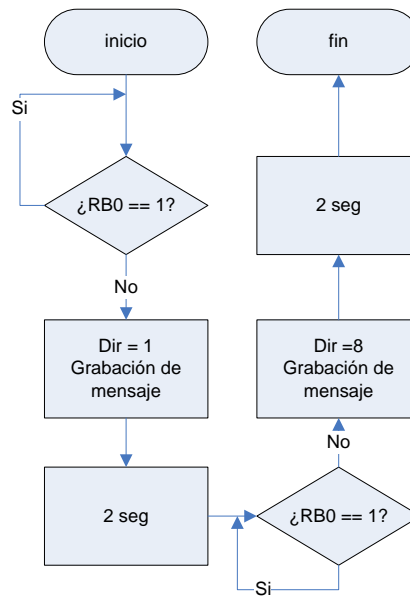


Figura. 3. 24 Diagrama de flujo (Grabación de mensajes de ayuda)

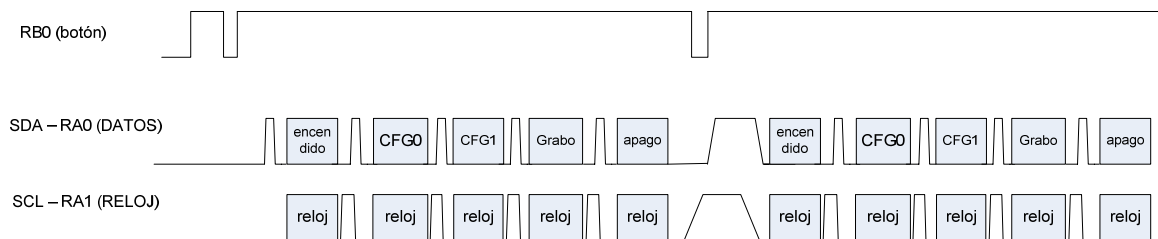


Figura. 3. 25 Diagrama de tiempo (Grabación de mensajes de ayuda)

Grabación de mensaje de voz

El programa espera a que RB0 pase a bajo, en ese momento, envía instrucciones de encendido, cagara de registro CFG0, CFG1 y comando para iniciar la grabación del mensaje en la dirección 19. Se ejecuta una pausa de 2 segundos y se repite la operación de grabación, ahora desde la dirección 33.

3.7 LIMITANTES DEL DISPOSITIVO

El dispositivo diseñado puede ser usado para identificar un máximo de 100 objetos. La distancia máxima de lectura es de 5cm usando una etiqueta de 7,6cm x 4,5cm. Para alimentar el dispositivo puede usarse una fuente de 7 a 10 Voltios, para voltajes mayores en la fuente se necesita usar un disipador de calor en el regulador de voltaje.

CAPITULO 4

PRUEBAS

Este capítulo describe pruebas técnicas y de nivel de satisfacción realizadas con el prototipo implementado, a personas con discapacidad visual de asociaciones e instituciones de no videntes, como ESPE, ASOCIP, CEFOCLAC y personas particulares.

4.1 PRUEBAS NIVEL DE SATISFACCION

Con esta prueba se pretende evaluar el servicio que el dispositivo puede brindar a las personas no videntes. La prueba del prototipo fue realizada con la participación de 6 personas no videntes, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

Primero. Se explicó y demostró el funcionamiento del dispositivo.

Segundo. Se les entregó el dispositivo y una etiqueta para que realizarán las operaciones del mismo con la etiqueta.

Tercero. Se encuestó a la persona con el formato de la figura 4.1.

En la tabla 4.1 se puede observar los resultados de la encuesta.

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRONICA

Presentación del prototipo de identificación de objetos para ayuda de las personas con discapacidad visual

Discapacidad visual: _____

Calificación del dispositivo

Muy malo	Malo	Bueno	Muy bueno	excelente

¿Qué característica de este equipo le desagrada y porque?

¿Qué le gustaría que mejore?

¿Qué le gustaría que disponga?

¿Estaría dispuesto a pagar 200 USD por el servicio que este equipo le proporcionaría?
 Si _____
 No _____

¿Qué característica es la que más le gusta?

Aplicación en la que lo usaría:
 a. Prendas de vestir b. Libros c. Víveres d. Otros.....

¿En caso de lograr ayuda económica de alguna institución estatal u organización no gubernamental de beneficencia estaría dispuesto a pagar 100 USD?
 Si _____
 No _____

Gracias por su colaboración

Figura. 4.1 Encuesta realizada a cerca del nivel de satisfacción del dispositivo

Tabla. 4. 1 Respuesta a la encuesta realizada

	Persona 1	Persona 2	Persona 3
Discapacidad	80 %	95 %	100 %
Calificación	Excelente	Muy buena	Excelente
Desagrado	Presionar el mismo botón varias veces	Tamaño muy grande	Tamaño muy grande
Mejorar	-	-	-
Disponer	Reloj	Más memoria	-
200	No	No	Si
Le gusta aplicación	Etiquetas	Etiqueta de lámina	Tamaño portable
100	Pinturas, libros	Todas, medicinas, carpetas	Ropa
	Si	Si	Si
	Persona 4	Persona 5	Persona 6
Discapacidad	100 %	100 %	100 %
Calificación	Muy buena	Buena	Excelente
Desagrado	-	Tamaño	-
Mejorar	-	Más tiempo de grabación	-
Disponer	-	Mayor alcance de lectura	-
200	Si	No	No
Le gusta aplicación	Un solo botón	-	-
100	Todos los artículos	CDs, ropa	Carpetas, documentos
	-	Si	No

El dispositivo ha tenido una calificación promedio de muy buena, ya que es útil y de fácil operación. Por otra parte, se requiere que el dispositivo pueda almacenar más número de etiquetas, disponer de mayor tiempo de grabación, tamaño reducido y mayor alcance de lectura. Entre las posibles aplicaciones se destacan la identificación de prendas de vestir y de documentos.

4.2 PRUEBAS TÉCNICAS

Con estas pruebas se pretende obtener especificaciones reales del dispositivo que ayudarán a establecer de mejor manera limitaciones en su funcionamiento. Al dispositivo se le hicieron dos tipos de pruebas:

1ª. Prueba de energía para conocer el número de lecturas y tiempo de funcionamiento máximos que se puede obtener usando una batería recargable.

2ª. Pruebas de alcance para conocer la distancia máxima de lectura para diferentes tipos de etiquetas.

4.2.1 Pruebas de energía

Esta prueba consistió en realizar de manera consecutivas lecturas con el dispositivo usando una batería recargable de 7.2 V con capacidad de 150 mAh. Se obtuvo un total de 1470 lecturas en un tiempo aproximado de 4 horas.

En estado de reposo, encendido y sin utilizar, el dispositivo consume 8 mA. Con un batería de 7.2 V de 150 mAh el dispositivo deja de funcionar luego de aproximadamente 8 horas de inactividad.

4.2.2 Prueba de alcance

Esta prueba consiste en saber las distancias máximas en que el dispositivo puede leer diferentes tipos de etiquetas de manera exitosa. Para esta prueba se usó una fuente externa de aproximadamente 7.2 V. En esta prueba se empezó colocando la etiqueta a una distancia en la que se obtuvo una lectura exitosa, luego, se incrementaba la distancia hasta que ya no se obtuvo una lectura exitosa. Los resultados de esta prueba se encuentran en la tabla 4.2

Tabla. 4. 2 Distancias máximas de lectura de etiquetas RFID

Etiqueta RFID	Distancia cm.
Rectangular 7.5 cm. x 4.5 cm.	4
Rectangular 3.9 cm. x 2.3 cm.	3.5
Lámina circular 2.5 cm. de diámetro	3
Circulo pequeño 1.9 cm. de diámetro	0.7

La distancia fue medida entre la base del dispositivo y la etiqueta. De los resultados obtenidos se observa que entre más grande es la etiqueta la distancia máxima de lectura aumenta. La mayor distancia de lectura es de 4 cm., lo cual es útil para la identificación de objetos.

4.3 ESPECIFICACIONES

Esta sección resume las características técnicas principales obtenidas de los resultados obtenidos de las pruebas técnicas anteriormente descritas. Estas características se encuentran en la tabla 4.3

Tabla. 4.3 Características de operación

Especificación	Valor
Tiempo de lectura continua de etiquetas	4 horas
Numero total de lecturas de etiquetas	1470
Tiempo de duración en reposo	8 horas
Capacidad de memoria de registro	100 objetos
Tiempo de grabación por etiqueta	6 segundos.
Dimensiones	8 cm. x 6 cm. x 4 cm.
Batería	7.2 V de 150 mAh
Potencia de audio	2 mW
Numero de palabras en un mensaje de voz	23 palabras

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo describe pruebas realizadas con el prototipo implementado, conclusiones y recomendaciones.

CONCLUSIONES

- Se logró diseñar e implementar un prototipo basado en la tecnología RFID para identificar objetos de uso común dirigido a personas con discapacidad visual.
- Se efectuó pruebas de calidad y encuestas de satisfacción de parte de los potenciales usuarios, obteniéndose una excelente acogida y alto porcentaje de satisfacción por parte de las personas no videntes que pudieron colaborar en estas pruebas del producto.
- El chip de voz no garantiza una operación correcta cuando alguno de sus pines recibe un voltaje mayor al 3.3V, por esta razón fue necesario usar el PIC16F628 que funciona a 3V para poder tener una comunicación serial exitosa con el chip de voz.
- Se usó un amplificador de audio para mejorar la calidad del audio respecto a la salida de audio que ofrece el chip de voz.
- Se consiguió disminuir el consumo de energía en el dispositivo, desconectando de la fuente de poder al lector RFID en los instantes en los que no se requiere de su operación. Para esta operación se utilizó un transistor en modo de corte y saturación.

RECOMENDACIONES

- Para que el dispositivo pueda almacenar un mayor número de etiquetas y disponga de mayor tiempo de grabación para los mensajes de voz, es necesario, usar un microcontrolador con memoria EEPROM de mayor tamaño y adicionar al diseño más chips de voz.
- De acuerdo a las pruebas de nivel de satisfacción, se recomienda que el dispositivo posea el menor tamaño y peso posible para una mayor comodidad en la transportación y uso, para lo cual se necesitaría implementar el dispositivo con elementos de montaje superficial.

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

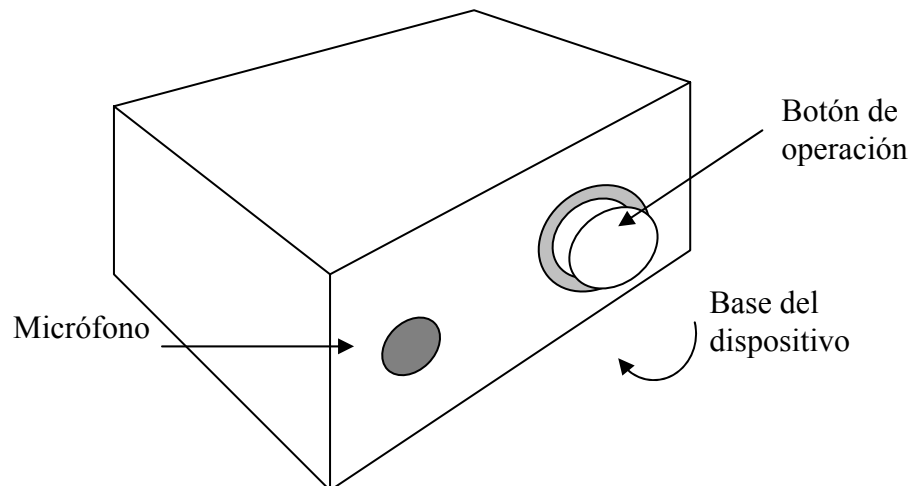


Figura. Dibujo del dispositivo

ANTES DE COMENZAR

Asegúrese de que el dispositivo tenga instalada la batería de 9 V. Esta debe estar en buenas condiciones y si es recargable esta deber estar cargada.

Se debe tener etiquetas RFID Philips ICODE SLI SL2 para etiquetar objetos.

OPERACIONES DEL DISPOSITIVO

Las operaciones que se pueden realizar con este dispositivo son:

Registro de etiquetas

Para registrar una nueva etiqueta, acerque la misma a la base del dispositivo y pulse el botón de operación, si el dispositivo encuentra la etiqueta, se oirá un mensaje en el que se invita a registrar la etiqueta. Luego para poder registrar la etiqueta, vuelva a pulsar el botón. Finalmente, empiece a grabar el mensaje para ello acerque el micrófono del

dispositivo a su boca y diga el mensaje para la nueva etiqueta con voz fuerte y clara. La grabación finaliza luego de 6 segundos aproximadamente.

Reproducción de mensaje

Para escuchar el mensaje asociado a una etiqueta en particular, acerque la etiqueta a la base del dispositivo y presione el botón. Si el dispositivo encontró la etiqueta, se oirá el mensaje asociado a la etiqueta, caso contrario no se oirá mensaje alguno y deberá pulsar nuevamente el botón.

Para una mejor lectura y grabación de las etiquetas, es necesario alejar el dispositivo a una distancia no mayor de las obtenidas en la tabla 1 de acuerdo al tipo de etiquetas usadas.

Tabla. 1 Distancias máximas de lectura de etiquetas RFID

Etiqueta RFID	Distancia cm.
Rectangular 7.5 cm. x 4.5 cm.	4
Rectangular 3.9 cm. x 2.3 cm.	3.5
Lámina circular 2.5 cm. de diámetro	3

Borrado de etiqueta

Para borrar una etiqueta, primero deberá reproducir el mensaje asociado a la etiqueta como se indico en la operación anterior. Mientras se esta reproduciendo el mensaje de voz, se deberá pulsar el botón. En ese momento se borrará la etiqueta y estará disponible para grabarse un nuevo mensaje de voz, siguiendo las instrucciones de la operación registro de etiquetas. Si la etiqueta sí se borró no se oirá ningún mensaje, pero, si la etiqueta no pudo ser borrada, se oirá un mensaje indicando que falló la operación.

PRECAUSION DE SEGURIDAD

Si el dispositivo no tiene la protección adecuada de un estuche impermeable, evite el uso del mismo en lugares donde el agua pueda mojar los elementos internos del dispositivo.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

En la tabla 2 se encuentran las especificaciones del dispositivo

Tabla. 2 Especificaciones del uso del dispositivo

Especificación	Valor
Tiempo de lectura continua de etiquetas	4 horas
Numero total de lecturas de etiquetas	1470
Tiempo de duración en reposo	8 horas
Capacidad de memoria de registro	100 objetos
Tiempo de grabación por etiqueta	6 segundos
Dimensiones	8 cm. x 6 cm. x 4 cm.
Batería	7.2 V de 150 mAh
Potencia de audio	2 mW
Numero de palabras en un mensaje de voz	23 palabras

CONSULTA Y SUGERENCIAS

La siguiente dirección de correo electrónica está disponible para recibir inquietudes y sugerencias: *raulgs@yahoo.com*

ANEXO 2

DATASHEET SKYEMODULE M1



rfid enabled



13.56MHz OEM Reader/Writer

FEATURES:

- Tagnostic™
- Serial UART, I2C, SPI, RS232
- 8 GPIO Capable Sink/Source 15 mA
- Configurable Power Schema
- Simple and Intuitive API
- Efficient HW/ SW Design

BENEFITS

- Variety of Tag Vendor Choices
- Easy to Embed
- Drive Peripherals (PLC, LED, Sensor)
- Low Power Consumption
- Fast Integration /Time to Market
- Low Cost and Small Size

Product Overview

The SkyeModule™ M1 provides a low power, high performance, and cost effective platform designed to enable any device with RFID reader technology. The M1 is a multi-protocol 13.56MHz OEM module capable of reading and writing to transponders based on ISO 15693, ISO 14443A, and ISO18000-3 air-interface protocols. The M1 features an on-board antenna as well as the ability to attach a standard 50 Ohm external antenna for improved read-range. Four interface options are available to provide communication to a variety of host systems: RS232 or TTL/ serial, I2C, and SPI. With its' on-board power regulator circuit, the M1 can operate from 1.8-5.0V; while the power management intelligence allows current to be set as low as 60 μ A (Sleep Mode) making it ideal for use in battery operated devices. Further power efficiency is gained by use of the Start-Up command in which one stores a command to be executed once the M1 is awake from Sleep Mode. The M1 has 8 programmable GPIO pins for the addition of peripheral devices. Software-adjustable baud rates from 4800 to 57600 bits per second offer compatibility with most systems. Field upgradeable firmware provides forward compatibility for adding future tag protocols and features.

Applications

The SkyeModule M1 has been created specifically to address a wide spectrum of applications offering the most flexibility in the industry. Some areas in which the M1 has been successfully integrated include:

- Medical equipment for the healthcare and pharmaceutical industries
- Industrial equipment requiring embedded RFID technology
- Kiosks and vending machines
- Mobile devices including printers, hand-helds, and sensor networks

With the variety of host interfaces, supply voltages, and configurable parameters, customers found the M1 easy to embed in these devices.

> www.skyetek.com

About Skyetek:

SkyeTek, Inc., maker of ReaderWare™, is the leading supplier of RFID reader software and reference designs that enable the pervasive adoption of RFID technology. SkyeTek's Tagnostic™ reader technology works with most industry standard tags and smart labels, its low power requirements and a small form factor make it the optimal choice for embedding into new or existing products. SkyeTek's RFID reader technology is available in several formats including reader modules, hardware reference designs, and the ReaderWare™ software suite. SkyeTek markets to OEM customers in targeted vertical markets with several high-volume licensing options available. For more information about SkyeTek, visit www.skyetek.com or call 720-565-0441.

SkyeTek is based in Colorado.

Our Address: 11030 Circle Point Road
Ste 300, Westminster, CO 80020 USA



Copyright © 2005 Skyetek, Inc.
Tagnostic™, ReaderWare™, and SkyeModule™ are trademarks or registered trademarks of Skyetek, Inc. All other trademarks or brand names are the properties of their respective holders. Features and specifications are subject to change without notice.



SkyeModule M1

Transponder Support¹

Product Name	Memory (bits)	Manufacturer	Protocol
Tag-It HF-I	2K	Texas Instruments	ISO15693
I-Code SL2	1K	Philips	ISO15693
My-d	2.5k,10K	Infineon	ISO15693
LR1512	0.5K	ST Microelectronics	ISO15693
EM 4135	2.2K	EM Microelectronics	ISO15693
PicoTag ³	2K, 16K	Inside Contactless	Proprietary
Mifare ²	1K, 4K (byte)	Philips, Infineon	ISO14443A
Mifare Ultralight ³	0.5K	Philips	ISO14443A
GemWave	id only	TagSys	Proprietary
Tag-It HF	0.25K	Texas Instruments	Proprietary
I-Code SL1	0.5K	Philips	Proprietary
AT88RF319	32K	Atmel	ECMA-319

¹Firmware version dependent

²ID only

³No Anti-Collision

Frequency

13.56 MHz +/- 7 kHz

Physical

Length: 40mm
Width: 38mm
Height: 4mm

Current Consumption

Sleep Mode- 60 µA
Idle Mode- 10mA
Scan Mode- 110mA

Antenna

Internal or external
50 ohm port

Supply Voltage

1.8-5.0V

Host Communication Interfaces/ Data Rates

UART(RS232 and TTL):
4800-57600 bps
I2C up to 400 kHz
SPI up to 3MHz

Accessories

EA1 external antenna
(94mmx94mm)

Compliance

FCC Part 15.225

Transponder

Communication Rate

26 kbps ISO 15693
106 kbps ISO 14443A

Effective Range

Internal Antenna,
48 mm x 76 mm ISO 15693
transponder: 8.5 cm
Internal Antenna,
38 mm x 22.5 mm ISO 15693
transponder: 5.8 cm
(Individual results may vary
with environment)

Other Offerings from Skyetek

SkyeTek provides a variety of reader technology at both 13.56 MHz (HF) and ~900 MHz (UHF). The M1-Mini, also part of the SkyeModule HF line, offers an even smaller design with comparable features. ReaderDNA is a comprehensive reference design available for component level integration of RFID reader technology, including complete design files, BOM, and test fixtures. ReaderWare, an open-architected software suite residing on all SkyeTek's modules and available with ReaderDNA, provides intelligence to the RFID reader hardware. The SkyeModule M8 is a low power, compact, UHF reader compatible with EPC and ISO transponders. All SkyeModules are controlled via the SkyeTek Protocol, a powerful but simple communication protocol that grants the user access to all features of an RFID transponder. Further, they have been designed with flexible and modular embedded software that allows one to select only the desired features.

ANEXO 3

DATASHEET LM386



August 2000

LM386

Low Voltage Audio Power Amplifier

General Description

The LM386 is a power amplifier designed for use in low voltage consumer applications. The gain is internally set to 20 to keep external part count low, but the addition of an external resistor and capacitor between pins 1 and 8 will increase the gain to any value from 20 to 200.

The inputs are ground referenced while the output automatically biases to one-half the supply voltage. The quiescent power drain is only 24 milliwatts when operating from a 6 volt supply, making the LM386 ideal for battery operation.

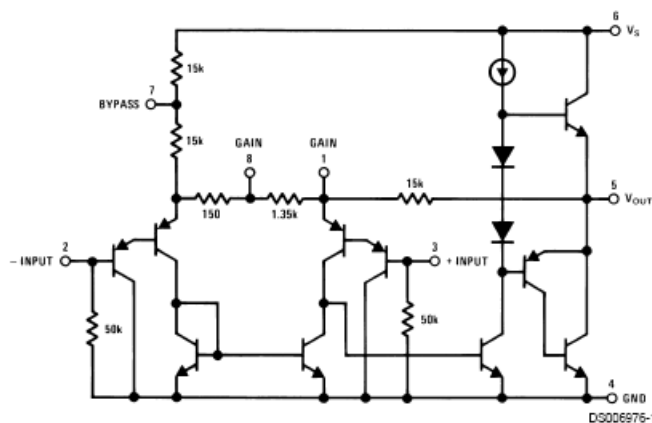
Features

- Battery operation
- Minimum external parts
- Wide supply voltage range: 4V–12V or 5V–18V
- Low quiescent current drain: 4mA
- Voltage gains from 20 to 200
- Ground referenced input
- Self-centering output quiescent voltage
- Low distortion: 0.2% ($A_v = 20$, $V_s = 6V$, $R_L = 8\Omega$, $P_o = 125mW$, $f = 1kHz$)
- Available in 8 pin MSOP package

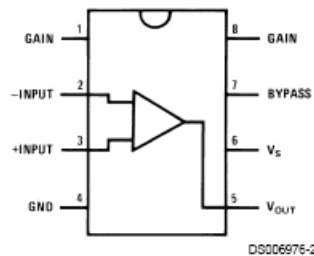
Applications

- AM-FM radio amplifiers
- Portable tape player amplifiers
- Intercoms
- TV sound systems
- Line drivers
- Ultrasonic drivers
- Small servo drivers
- Power converters

Equivalent Schematic and Connection Diagrams



Small Outline,
Molded Mini Small Outline,
and Dual-In-Line Packages



Top View
Order Number LM386M-1,
LM386MM-1, LM386N-1,
LM386N-3 or LM386N-4
See NS Package Number
M08A, MUA08A or N08E

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (LM386N-1, -3, LM386M-1)	15V
Supply Voltage (LM386N-4)	22V
Package Dissipation (Note 3) (LM386N)	1.25W
(LM386M)	0.73W
(LM386MM-1)	0.595W
Input Voltage	±0.4V
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Operating Temperature	0°C to +70°C
Junction Temperature	+150°C
Soldering Information	

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec)	+260°C
Small Outline Package (SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 sec)	+215°C
Infrared (15 sec)	+220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.	
Thermal Resistance	
θ_{JC} (DIP)	37°C/W
θ_{JA} (DIP)	107°C/W
θ_{JC} (SO Package)	35°C/W
θ_{JA} (SO Package)	172°C/W
θ_{JA} (MSOP)	210°C/W
θ_{JC} (MSOP)	56°C/W

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

$T_A = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S) _M386N-1, -3, LM386M-1, LM386MM-1 _M386N-4		4 5		12 18	V V
Quiescent Current (I_Q)	$V_S = 6V, V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power (P_{OUT}) _M386N-1, LM386M-1, LM386MM-1 _M386N-3 _M386N-4	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$ $V_S = 9V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$ $V_S = 16V, R_L = 32\Omega, THD = 10\%$	250 500 700	325 700 1000		mW mW mW
voltage Gain (A_V)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}$ 10 μF from Pin 1 to 8		26 46		dB dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6V, \text{Pins 1 and 8 Open}$		300		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz, Pins 1 and 8 Open}$		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz, } C_{BYPASS} = 10\ \mu\text{F}$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
Input Resistance (R_{IN})			50		k Ω
Input Bias Current (I_{BIAS})	$V_S = 6V, \text{Pins 2 and 3 Open}$		250		nA

Note 1: All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

Note 2: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 3: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150°C maximum junction temperature and 1) a thermal resistance of 107°C/W junction to ambient for the dual-in-line package and 2) a thermal resistance of 170°C/W for the small outline package.

Application Hints

GAIN CONTROL

To make the LM386 a more versatile amplifier, two pins (1 and 8) are provided for gain control. With pins 1 and 8 open the 1.35 k Ω resistor sets the gain at 20 (26 dB). If a capacitor is put from pin 1 to 8, bypassing the 1.35 k Ω resistor, the gain will go up to 200 (46 dB). If a resistor is placed in series with the capacitor, the gain can be set to any value from 20 to 200. Gain control can also be done by capacitively coupling a resistor (or FET) from pin 1 to ground.

Additional external components can be placed in parallel with the internal feedback resistors to tailor the gain and frequency response for individual applications. For example, we can compensate poor speaker bass response by frequency shaping the feedback path. This is done with a series RC from pin 1 to 5 (paralleling the internal 15 k Ω resistor). For 6 dB effective bass boost: $R \approx 15$ k Ω , the lowest value for good stable operation is $R = 10$ k Ω if pin 8 is open. If pins 1 and 8 are bypassed then R as low as 2 k Ω can be used. This restriction is because the amplifier is only compensated for closed-loop gains greater than 9.

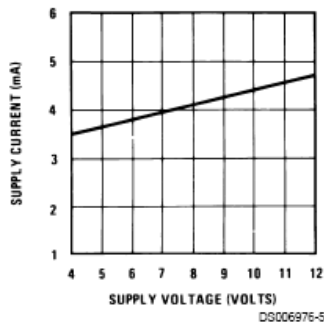
INPUT BIASING

The schematic shows that both inputs are biased to ground with a 50 k Ω resistor. The base current of the input transistors is about 250 nA, so the inputs are at about 12.5 mV when left open. If the dc source resistance driving the LM386 is higher than 250 k Ω it will contribute very little additional offset (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). If the dc source resistance is less than 10 k Ω , then shorting the unused input to ground will keep the offset low (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). For dc source resistances between these values we can eliminate excess offset by putting a resistor from the unused input to ground, equal in value to the dc source resistance. Of course all offset problems are eliminated if the input is capacitively coupled.

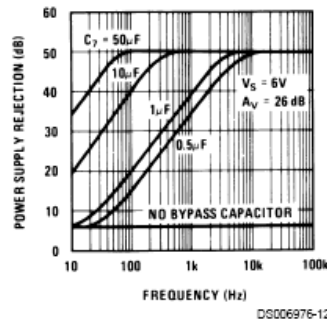
When using the LM386 with higher gains (bypassing the 1.35 k Ω resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a 0.1 μ F capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the driven input.

Typical Performance Characteristics

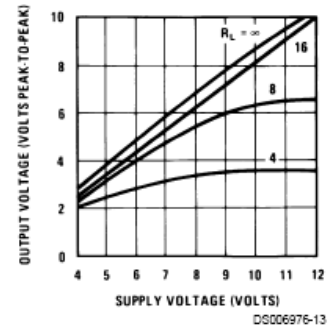
Quiescent Supply Current vs Supply Voltage



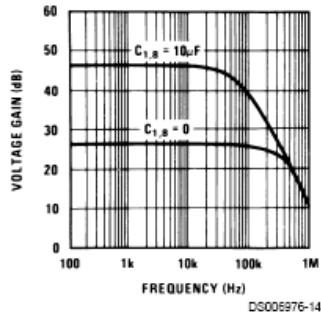
Power Supply Rejection Ratio (Referred to the Output) vs Frequency



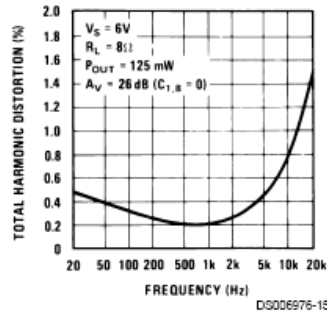
Peak-to-Peak Output Voltage Swing vs Supply Voltage



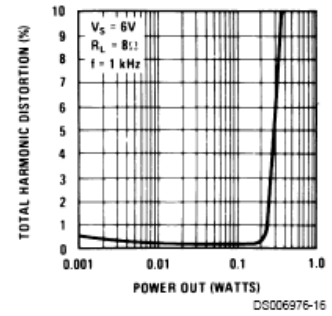
Voltage Gain vs Frequency



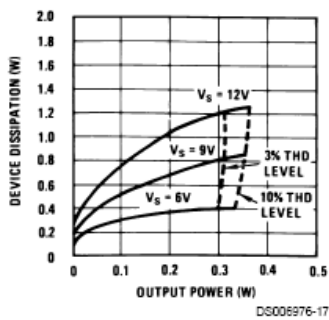
Distortion vs Frequency



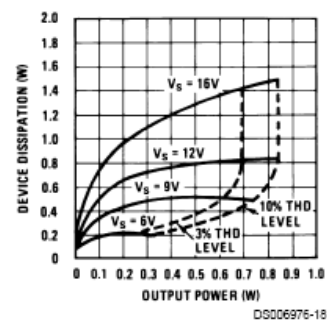
Distortion vs Output Power



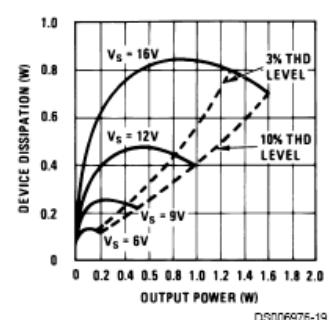
Device Dissipation vs Output Power—4Ω Load



Device Dissipation vs Output Power—8Ω Load



Device Dissipation vs Output Power—16Ω Load



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Estadística de discapacitados CONADIS, <http://www.conadis.gov.ec/estadisticas/principal.html>, consultada en 30-11-2006

- [2] Estadística ayudas técnicas CONADIS, http://www.conadis.gov.ec/images/g14_ayudastecnicas.jpg, consultada en 30-11-2006

- [3] Sitio web de FENCE, <http://www.fenceec.org/>, consultada en 30-11-2006.

- [4] Braille, <http://es.wikipedia.org/wiki/Braille>, consultada en 19-03-2007 (glosario)

- [5] Introducción al capítulo, historia de RFID, <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>, consultada el 7-06-2007

- [6] Electrónica, *Introducción a la identificación por radiofrecuencia*, Fundamentos de RFID

- [7] Operación del circuito RFID, http://www.telectronica.com/rfid-detalle.asp?id_productos=297, consultada el 7-06-2007

- [8] Como funciona, <http://www.ecojoven.com/dos/03/RFID.html>, consultada el 7-06-2007

- [9] Frecuencia de operación, Guía Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007

- [10] Frecuencias de funcionamiento, http://www.kimaldi.com/kimaldi/area_de_conocimiento/rfid/frecuencias_de_funcionamiento

-
- [11] Telectrónica, *Introducción a la identificación por radiofrecuencia*, Sistemas RFID
- [12] Modo de comunicación, Guía: Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007
- [13] Acoplamiento, Guía Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007
- [14] Acebedo Victor, García Alejandro, Sandino Juan, *Tesis Sistema De Registro Y Control De Salida De Elementos Mediante Dispositivos Rfid*, Pontificia Universidad Javeriana, Noviembre 2004
- [15] Introducción, Guía Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007
- [16] Telectrónica, *Introducción a la identificación por radiofrecuencia*, Los Tags de RFID
- [17] Características básicas, Guía Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007
- [18] Características físicas, Guía Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007
- [19] Composiciones habituales, <http://209.85.165.104/search?q=cache:GhwtuBny-noJ:html.rincondelvago.com/rfid.html+http://html.rincondelvago.com/rfid.html&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ec>, consultada el 7-16-2007
- [20] Origen de la alimentación o fuente de energía, Guía Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007

-
- [21] Tipos de etiquetas RFID, <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>, consultada el 7-16-2007
- [22] Etiquetas RFID pasivas, activas y semi-pasivas, <http://www.it.uc3m.es/jmb/RFID/rfid.pdf>, consultada el 7-16-2007
- [23] Desarrollo de estándares, <http://209.85.165.104/search?q=cache:GhwTuBny-noJ:html.rincondelvago.com/rfid.html+http://html.rincondelvago.com/rfid.html&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ec>, consultada el 7-16-2007
- [24] Estándares, Guía Conozcamos el tag RFID, <http://www.rfid-magazine.com>, consultada el 7-16-2007
- [25] Estándares ISO, <http://209.85.165.104/search?q=cache:GhwTuBny-noJ:html.rincondelvago.com/rfid.html+http://html.rincondelvago.com/rfid.html&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ec>, consultada el 7-16-2007
- [26] Standards, <http://www.remoteidentity.com/standards/standards.php>, consultada el 7-16-2007
- [27] Otros estándares, <http://209.85.165.104/search?q=cache:GhwTuBny-noJ:html.rincondelvago.com/rfid.html+http://html.rincondelvago.com/rfid.html&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ec>, consultada el 7-16-2007
- [28] Uso actual, <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>, consultada el 7-16-2007
- [29] RFID y ePC: Aplicaciones, Tabla comparativa, <http://www.pucp.edu.pe/secc/industrial/docs/RFID%20y%20ePC%20aplicaciones.pdf>
- [30] Teledrónica, *Introducción a la identificación por radiofrecuencia*, Los Tags de RFID, RFID vs. el Código de Barras

- [31] Desventajas actuales,
<http://www.pucp.edu.pe/facultad/ingenieria/seccion/industrial/docs/RFID%20y%20ePC%20aplicaciones.pdf>, consultada el 7-16-2007
- [32] Teledrónica, *Introducción a la identificación por radiofrecuencia*, Los Tags de RFID, Limitaciones de RFID
- [33] Teledrónica, *Introducción a la identificación por radiofrecuencia*, Los Tags de RFID, Glosario
- [34] Biometría, <http://es.biometrics-on.com/>, consultada el 7-16-2007
- [35] Clases de tags, http://www.hightechaid.com/tech/rfid/rfid_facts.htm, consultada el 7-19-2007
- [36] EPCGlobal Gen2, <http://209.85.165.104/search?q=cache:GhwtuBny-noJ:html.rincondelvago.com/rfid.html+http://html.rincondelvago.com/rfid.html&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=ec>, consultada el 7-19-2007
- [37] Estándar ISO 15693, <http://www.waazaa.org/15693/>, consultada el 7-19-2007
- [38] Chip Grabador/Reproductor de Voz ISD5116, http://www.winbond-usa.com/products/isd_products/chipcorder/datasheets/5100/ISD5100g.pdf, consultada el
- [39] Datasheet LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier, National Semiconductor
- [40] Architecture Overview, <http://www.skyetek.com/ProductsServices/Architecture/ArchitectureOverview/tabid/315/Default.aspx>, consultada el 4-10-07
- [41] General Description - Highlighted Features, Product reference guide SkyeRead™ M1 2004

[42] <http://www.skyetek.com/ProductsServices/Modules/SkyeModuleM1/SkyeModuleM1Specs/tabid/83/Default.aspx>, consultada el 4-10-07

[43] Skyetek, *SkyeModuleTM M1 Reference Guide*

[44] Features, http://www.nxp.com/acrobat_download/other/identification/SL058030.pdf, consultada el 9-10-07

[45] <http://www.remoteidentity.com/>, consultada el 9-10-07

[46] Microchip, *PIC16F627A/628A/648A Data Sheet*

FECHA DE ENTREGA

El presente Proyecto de Grado fue entregado en la fecha:

Sangolquí, ____ de diciembre del 2007

Raúl Guillermo Samaniego Wagner
Autor

Sr. Ing. Gonzalo Olmedo
Coordinador de la Carrera de Ingeniería en
Electrónica y Telecomunicaciones