

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO

CARRERA:  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIEROS  
ELECTRÓNICOS

TEMA:  
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SEÑALÉTICA  
AUDITIVA PARA USUARIOS NO VIDENTES DE LA UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CAMPUS EL GIRÓN, USANDO  
RFID.

AUTORES:  
ESTEBAN ROBERTO TROYA MARTÍNEZ  
ISRAEL DAVID VERGARA CHANCUSIG

DIRECTOR:  
JAYA DUCHE MANUELRAFAEL

Quito, marzo del 2015

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaro que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Quito, marzo 2015.

Esteban Roberto Troya Martínez  
C.I. 1716696743

Israel David Vergara Chancusig  
C.I.1722542857

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico con mucho cariño:

A Dios, por darme el regalo de la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación personal.

A mis padres María y Rommel, por guiarme y brindarme todo su amor incondicional, que con sus enseñanzas me han impulsado a realizar todo lo que me he propuesto. Les amo con todo mi corazón; les agradezco por estar a mi lado a cada momento de mi vida y por hacer todo lo posible para darme lo necesario para salir adelante.

A mi hermana Daniela, por apoyarme y ayudarme cuando la he necesitado que a pesar de nuestras diferencias siempre está a mi lado.

A mi prima Sandy que ha sabido ser como una hermana mayor y que siempre ha estado en todos los momentos más importantes de mi vida, brindándome su apoyo total.

Esteban Roberto Troya Martínez

Primero dedico este trabajo a Dios por acompañarme siempre y darme la fuerza para no decaer y seguir adelante para alcanzar las metas que me propuse.

A mis padres José y Cleotilde, por todos los sacrificios que han hecho para poder culminar con esta etapa de mi vida y darles las gracias por todo el apoyo moral y económico que me han brindado, para ser una buena persona, un buen profesional y seré un gran orgullo para ellos y para las personas que han confiado en mí.

A mis hermanas, hermano y cuñado, por estar apoyándome siempre y dándome su cariño incondicional en los momentos buenos y malos.

A todos mis amigos quienes se hacen presente con sus palabras de aliento y apoyo para seguir adelante con el desarrollo del proyecto de tesis.

Israel David Vergara Chancusig

## **AGRADECIMIENTO**

Para la realización de este proyecto de tesis fue necesario el apoyo de muchas personas a las cuales expresamos nuestro agradecimiento:

A nuestro director de tesis, Ing Rafael Jaya, por brindarnos su tiempo, paciencia y conocimientos, guiándonos en todo momento para culminar este proyecto de tesis.

A todo las personas que trabajan en la Tiflobiblioteca, ya que ellos permitieron que este proyecto se pudiera realizar, facilitándonos todos los recursos necesarios en cada momento de nuestra investigación.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	2
<b>ANTECEDENTES</b> .....	2
1.1 Título.....	2
1.2 Justificación del trabajo.....	2
1.3 Objetivos. ....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 Planteamiento del problema.....	3
1.5 Beneficiarios de la propuesta de intervención .....	4
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	5
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA CIENTÍFICA</b> .....	5
2.1 Definición señalética.....	5
2.2 Características fundamentales.....	6
2.3 Clasificación.....	7
2.3.1 Señalética orientadora .....	7
2.3.2 Señalética informativa.....	7
2.3.3 Señalética direccional.....	8
2.3.4 Señalética identificativa .....	8
2.3.5 Señalética reguladoras.....	9
2.3.6 Señalética ornamental .....	9
2.4 Tiflobiblioteca salesiana.....	10
2.4.1 Objetivos .....	10
2.4.2 Periodo académico: marzo-julio del 2013.....	11
2.5 Tecnología RFID.....	12
2.5.1 Sistema RFID .....	12
2.5.2 Clasificación de los sistemas RFID según características.....	13
2.5.2.1 Según capacidad de programación.....	13
2.5.2.2 Según modo de alimentación: .....	13
2.5.2.3 Según el rango de frecuencia de trabajo: .....	13

2.5.2.4	Según el protocolo de comunicación: .....	14
2.5.2.5	Según el principio de propagación:.....	14
2.6	Lectores RFID .....	14
2.6.1	Los lectores RFID tienen los siguientes componentes:.....	15
2.6.1.1	Memoria .....	15
2.6.1.2	Antena .....	15
2.6.1.3	Transmisor.....	15
2.6.1.4	Receptor .....	15
2.6.1.5	Microprocesador .....	15
2.6.1.6	Canales de entrada/salida.....	16
2.6.1.7	Interfaz de comunicación.....	16
2.6.1.8	Controlador .....	16
2.6.1.9	Fuente de alimentación .....	16
2.6.2	Lectores RFID: Factores clave.....	17
2.6.2.1	Sensibilidad:.....	17
2.6.2.2	Selectividad:.....	17
2.6.2.3	Alcance dinámico:.....	17
2.6.2.4	Trabajar bajo normativas: .....	17
2.6.2.5	Operatividad en entornos densos de lectores RFID:.....	17
2.6.2.6	Inter-Operatividad multi-fabricante: .....	18
2.6.3	Frecuencias de funcionamiento.....	18
2.6.3.1	Clasificación.....	18
2.6.4	Tipos de conexión .....	20
2.6.4.1	Protocolo de comunicación wiegand .....	20
2.6.4.2	Características eléctricas del protocolo wiegand .....	20
2.6.4.3	Modo físico de transmisión de la información.....	21
2.6.4.4	Estados de comunicación wiegand.....	21
2.6.5	Interpretación numérica de la información .....	22
2.6.5.1	Método de transmisión wiegand de 26 bits.....	22
2.6.5.2	Tipos de conexión .....	23
2.6.5.3	RS-232: .....	23
2.6.5.4	RS-485: .....	23
2.6.5.5	Ethernet: .....	23

2.6.5.6	Wireless 802.11:.....	24
2.6.5.7	USB:.....	24
2.6.6	Estándares .....	24
2.6.6.1	ISO:.....	24
2.6.6.2	EPC:.....	25
2.6.6.3	ONS:.....	25
2.6.6.4	Gen 2:.....	25
2.6.6.5	Otros:.....	25
2.7	Arduino Mega. ....	26
2.7.1	Esquema y diseño de referencia.....	27
2.7.1.1	Potencia.....	28
2.7.1.2	Los pines de alimentación son los siguientes para esta descripción se ha tomado información de la siguiente fuente. ....	28
2.7.1.3	Memoria .....	29
2.7.1.4	Entrada y salida.....	29
2.7.1.5	Características físicas .....	29
2.8	Módulo mp3 WTV020-SD .....	30
2.8.1	Voz archivos en tarjeta SD.....	31
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>32</b>
<b>DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....</b>		<b>32</b>
3.1	Análisis de factibilidad.....	32
3.1.1	Análisis de la inclusión para las personas no videntes.....	32
3.1.2	Arduino .....	32
3.1.3	PIC.....	32
3.1.4	Comparación de dispositivos programables arduino vs PIC.....	33
3.1.5	Estudio de factibilidad.....	33
3.1.5.1	Arduino .....	33
3.1.5.2	PIC.....	34
3.1.5.3	Resultados de factibilidad y elección.....	34
3.1.6	Configuración de pines de la tarjeta arduino.....	35
3.1.6.1	Características .....	35
3.1.6.2	Especificaciones.....	36
3.1.6.3	Lenguaje de programación del arduino.....	36

3.1.6.3.1	Processing - wiring.....	36
3.1.6.3.2	Lenguaje C .....	37
3.1.7	Estudio de factibilidad del lenguaje de programación de la plataforma	38
3.1.7.1	Lenguaje programing – wiring.....	38
3.1.7.2	Lenguaje C .....	38
3.1.7.3	Resultados de factibilidad y elección del lenguaje de programación de la plataforma.....	39
3.1.7.3.1	Compilador de plataforma arduino .....	39
3.1.8	Antenas RFID.....	40
3.1.8.1	Tipos de antenas RFID.....	40
3.1.8.1.1	Antena RFID RS 522 13,56 Khz (LF) .....	40
3.1.8.1.2	Características de la tarjeta IC.....	42
3.1.8.1.3	Antena RFID BJR101 865 – 928Mhz LSID-0702 (UHF).....	43
3.1.8.2	Antena RFID BJR101 (UHF) VS RC 522 (LF).....	45
3.1.8.3	Antena RFID RS 522 13,56 Khz (LF) .....	45
3.1.8.4	Antena RFID BJR101 865 – 928Mhz LSID-0702 (UHF).....	46
3.1.8.5	Resultados de factibilidad y elección del lenguaje de programación de la plataforma.....	46
3.1.9	Módulo MP3 WTV020 SD 16S .....	46
3.1.9.1	Características: .....	47
3.1.9.2	Módulo MP3 WTV020SD 20S .....	47
3.1.9.3	Configuración de pin.....	48
3.1.9.4	Resultados de factibilidad y elección del módulo MP3 .....	48
3.2	Diseño de hardware.....	49
3.3	Diseño y desarrollo del sistema.....	50
3.3.1	Diagrama de bloques del sistema.....	50
3.3.2	Criterio de diseño .....	50
3.3.3	Descripción de los bloques del sistema.....	51
3.3.3.1	Bloque RFID .....	51
3.3.3.2	Bloque wiegand.....	51
3.3.3.3	Bloque de arduino .....	51
3.3.3.4	Bloque de módulo MP3 .....	52
3.3.3.5	Bloque amplificadores de audio.....	52

3.3.4	Diagrama eléctricos de los circuitos .....	52
3.3.5	Diagrama de flujo del programa empleado en prototipo .....	57
<b>CAPÍTULO 4</b>	.....	<b>62</b>
<b>PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	.....	<b>62</b>
4.1	Introducción .....	62
4.2	Pruebas de lectura del RFID .....	62
4.2.1	Antenas y distancia de lectura.....	62
4.3	Resultados obtenidos.....	64
4.4	Pruebas de laboratorios de la antena .....	65
4.4.1	Las pruebas realizadas son las siguientes: .....	65
4.4.2	Espectrograma.....	69
4.4.3	Rango de funcionamiento de la antena .....	70
4.5	Pruebas con etiquetas .....	71
4.6	Pruebas de lectura bajo diferentes polarizaciones.....	72
4.7	Análisis del desempeño del prototipo .....	74
<b>CONCLUSIONES</b>	.....	<b>75</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>77</b>
<b>LISTA DE REFERENCIAS</b>	.....	<b>78</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>80</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Características del tipo de señalética .....	6
Tabla 2. Material bibliográfico en tiflobiblioteca .....	11
Tabla 3. Estudiantes con discapacidad en UPS Quito.....	11
Tabla 4. Características RFID .....	18
Tabla 5. Características electrónicas de arduino .....	27
Tabla 6. Configuración de PINs.....	30
Tabla 7. Especificaciones técnicas.....	36
Tabla 8. Matriz de evaluación del lenguaje de programación wiring .....	38
Tabla 9. Matriz de evaluación del lenguaje de programación lenguaje C .....	39
Tabla 10. Especificaciones de la antena RS522.....	41
Tabla 11. Características .....	41
Tabla 12. Características de tag .....	42
Tabla 13. Características antena UHF.....	44
Tabla 14. Esquema de conexiones .....	44
Tabla 15. Comparación de antena UHF y LF .....	45
Tabla 16. Matriz de evaluación de la antena LF .....	45
Tabla 17. Matriz de evaluación de la antena UHF.....	46
Tabla 18. Configuración de pins .....	48
Tabla 19. Resultado de las mediciones .....	64
Tabla 20. Características de las etiquetas RFID.....	71
Tabla 21. Resultados de lectura .....	72

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de un centro comercial.....	7
Figura 2. Señales de ubicación de distintas áreas físicas .....	7
Figura 3. Ubicación de áreas dentro de la facultad de la Universidad Nacional de la Plata.....	8
Figura 4. Ubicación de la estación marítima en un espacio abierto.....	8
Figura 5. Señales de prevención o de alerta .....	9
Figura 6. Avisos de lugares permitidos a usar .....	9
Figura 7. Se muestra los resultados de estudiantes con discapacidad visual en el último periodo Fuente (Jara, 2014) .....	12
Figura 8. Diagrama de bloque de RFID .....	16
Figura 9. Diferentes bandas de señal a nivel mundial.....	20
Figura 10. Tren de pulsos (1010) del protocolo wiegand .....	22
Figura 11. Se observa el modo de transmisión de bits B0 – B 26.....	23
Figura 12. Tipos de tarjetas arduino en el mercado .....	29
Figura 13. WTV020-SD.....	30
Figura 14. Diagrama de aplicación .....	31
Figura 15. Circuito Modulo MP3 con amplificador.....	31
Figura 16. Pines de la tarjeta arduino.....	35
Figura 17. Antena RFID 13,56 Mhz .....	40
Figura 18. Tags RFID 13,56Mhz .....	42
Figura 19. Antena RFID UHF usada en el proyecto de grado .....	43
Figura 20. WTV020SD 16 .....	47
Figura 21. WTV020SD 20 .....	47
Figura 22. Diagrama de bloques del sistema .....	50
Figura 23. Diagrama esquemático del módulo mp3 y conexión atmega 2560 de arduino.....	52
Figura 24. Placa electrónica de conexiones de módulo MP3.....	53
Figura 25. Circuito de módulo MP3 WTV020SD 16S en 3D .....	53
Figura 26. Placa frontal .....	54
Figura 27. Circuito esquemático del amplificador de audio .....	54
Figura 28. Placa trasera del amplificador de audio .....	55
Figura 29. Parte posterior de amplificador de audio .....	55

Figura 30. Placa de antena UHF .....	56
Figura 31. Asignación de variables del programa.....	57
Figura 32. Configuración de Variables y Módulo mp3 .....	58
Figura 33. Configuración de Entradas e Inicialización de Comunicación.....	59
Figura 34. Verificación de datos .....	60
Figura 35. Adquisición de datos de tags y activación de mensaje.....	61
Figura 36. Método para medir la distancia de lectura entre la etiqueta y la antena ...	63
Figura 37. Antena UHF RFID, BJR101.....	63
Figura 38. Gráfica de Frecuencia vs Ganancia .....	66
Figura 39. Pico de frecuencia a la ganancia mínima.....	67
Figura 40. Pico de frecuencia.....	68
Figura 41. Rango de Frecuencias del Espectro .....	69
Figura 42. Espectro de Frecuencia .....	69
Figura 43. Gráfica de frecuencias de funcionamiento del lector .....	70
Figura 44. Señales emitidas por el tag .....	70
Figura 45. Polarización con antena paralela a la pared con Angulo .....	72
Figura 46. Polarización con antena paralela a la pared con Angulo de 30 .....	73
Figura 47. Polarización con antena paralela a la pared con Angulo de 45 .....	73
Figura 48. Prueba de desempeño del equipo.....	74

## Índice de Anexos

Anexo 1. Arduino mega y microcontrolador atmega 2560.....	80
Anexo 2. Diagrama esquemático Arduino .....	81
Anexo 3. Datasheet Arduino Mega .....	82
Anexo 4. Pines de configuración Arduino Mega .....	83
Anexo 5. Pines de Avr .....	84
Anexo 6. Módulo MP3.....	85
Anexo 7. Código fuente .....	86
Anexo 8. Encuesta.....	89

## **RESUMEN**

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón se encuentra con la necesidad de contar con un sistema que proporcione información y ubicación de las áreas más frecuentadas por los usuarios con discapacidades visuales dentro del campus.

Este proyecto tiene como finalidad la construcción de un prototipo de señalética auditiva multimodo, a través de tarjetas RFID y la plataforma Arduino Uno; el cual accederá a una base de datos, enviando una señal pregrabada a un controlador y emitirá una señal auditiva a través de un parlante, el mismo que será ubicado en la entrada de las áreas más importantes de la Universidad.

Las personas encargadas de la distribución de las tarjetas RFID serán los guardias de seguridad, las personas del área de información, o el personal que la universidad crea pertinente. La tarjeta será entregada a los usuarios con diferentes discapacidades visuales al momento del ingreso a la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón. La tarjeta será portada por el usuario con discapacidad visual y enviará una señal inalámbrica a un receptor al momento de estar cerca del prototipo de dispositivo que se estará ubicado en las áreas más importantes de la Universidad.

## **ABSTRACT**

The Universidad Polytechnic Salesiana headquarters Quito Campus El Girón meets the need to have a system that provides information and location of the areas most frequented by users with visual disabilities within the campus.

This project aims to the construction of a prototype of multi-mode, through RFID cards auditory signage and platform Arduino Uno, which accesses a database programmed in it which sends a pre-recorded to a controller signal and will give the information of listening through a speaker form and will be located at the entrance of the most important areas.

The people responsible for the distribution of RFID cards are security guards, people in the area of information, or the staff that the University creates relevant it will be located at the main entrance, the card will be delivered to users with different visual disabilities at the time of admission to the University Polytechnic Salesiana headquarters Quito Campus El Girón the card will be home by the user with visual disabilities and sends a wireless signal to a receiver at the time of being close to the prototype of a device that will be located in the most important area

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón cuenta con un área llamada Tiflobiblioteca, en la cual las personas no videntes pueden encontrar información académica y gran cantidad de libros electrónicos, los cuales pueden acceder utilizando computadoras adaptadas con software parlante, que permite el desarrollo académico de las personas con discapacidad visual.

La mayoría de estudiantes y visitantes no videntes se pierden y necesitan que una persona les lleve hacia la Tiflobiblioteca o cualquier parte de la universidad, en función de esto se ha desarrollado proyectos tales como el sistema braille, el cual está colocado en las puertas de cada aula o área administrativa, lo cual no es de mucha ayuda para la ubicación de las personas no videntes dentro de la universidad.

Apoyados en el progreso de la tecnología, se busca implementar un proyecto de ayuda auditiva para dichas personas, con el fin de mejorar su estadía dentro de la universidad. Para esto, se ha utilizado la tecnología RFID (identificación por radio frecuencia), la misma que ha tenido gran crecimiento en los últimos años, debido a la relativa reducción de precios en el mercado. Este sistema consiste en transmitir la identidad de un objeto similar hacia una tarjeta mediante un número de serie único a través de ondas de radio. Las etiquetas RFID son dispositivos como tarjetas de identificación, llaveros o pegatinas que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, animal o en este caso una persona; en la misma se puede grabar la información básica de cada objeto o individuo.

Así mismo, otro tipo de tecnología como la tarjeta Arduino, permite programar información de la ubicación y la configuración de antenas, que permitirá emitir una señal de radio frecuencia a través de parlantes.

Al usar estas dos tecnologías, tanto RFID, como la tarjeta Arduino y además, la antena de recepción, se puede lograr que un individuo, en este caso una persona no vidente pueda tener información certera de su ubicación dentro de la Universidad de una forma auditiva.

# **CAPÍTULO 1**

## **Antecedentes**

### 1.1 Título

Diseño e implementación de un prototipo de señalética auditiva para usuarios no videntes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón, usando RFID.

### 1.2 Justificación del trabajo.

Actualmente la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón cuenta con una Tiflobiblioteca a la cual acuden varios usuarios no videntes, ya que el campus cuenta con un sistema braille que permite la ubicación de estos usuarios en este lugar, además acuden personas con problemas de dislexia, aprendizaje y personas de la tercera edad.

Este proyecto permitirá diseñar un prototipo de señalética auditiva para usuarios no videntes, el cual será de gran ayuda ya que les permitirá ubicarse dentro del campus, por lo tanto este trabajo pretende que estas personas se sientan incluidas en un ambiente cómodo, seguro y sean partícipes dentro de la Universidad.

El prototipo del dispositivo de señalética auditiva se encontrará ubicado dentro del Campus El Girón, el que será adaptable a diferentes áreas dentro de la Universidad Politécnica Salesiana, al momento del ingreso de un usuario con discapacidad visual, el área de seguridad, el centro de información o personal que la universidad crea pertinente entregará tags (tarjetas RFID), al momento de obtener la tarjeta el usuario con diferentes discapacidades visuales tendrán información de las áreas que existen dentro del campus y les proporcionará su ubicación exacta. Al momento de pasar cerca del dispositivo este tag mandará una señal al receptor el cual se activará y mandará la información por medio de un parlante al portador del tag.

### 1.3 Objetivos.

#### 1.3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo de señalética auditiva multimodo (S.A.M) para usuarios no videntes de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón, usando RFID.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

a. Diseñar un prototipo de señalética auditiva multimodo con tecnología RFID que permita ayudar a las personas no videntes a ubicarse dentro de Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón.

b. Programar varios modos de funcionamiento del prototipo con la configuración de la plataforma Arduino Uno para simular diferentes ubicaciones dentro de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón.

c. Implementar un prototipo (S.A.M) que utilice tarjetas RFID y la plataforma Arduino Uno, para que se adapte a las diferentes áreas de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón.

d. Definir los rangos de trabajo auditivos óptimos para que la comunicación S.A.M – Usuario sea eficiente.

### 1.4 Planteamiento del problema

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón cuenta desde hace 5 años con el servicio de una tiflobiblioteca, que es de gran ayuda para los estudiantes y visitantes con problemas visuales, intelectuales, dislexia y además personas de la tercera edad, sin embargo estos usuarios presentan dificultades al no encontrar un sistema de señalética eficiente que les permita ubicarse dentro del campus para acceder a cualquier área.

Este proyecto pretende implementar un prototipo de señalética auditiva para usuarios no videntes que frecuentan la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón.

#### 1.5 Beneficiarios de la propuesta de intervención

El proyecto tiene un fin social, ayudar a los usuarios con discapacidades visuales tanto estudiantes como visitantes que frecuentan la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón, lo que les permitirá tener una mejor ubicación dentro del campus, además contribuirá al proceso de la acreditación por mejoras en vinculación de personas con diferentes discapacidades, reflejando la preocupación de la Universidad frente a este tipo de usuarios.

## CAPÍTULO 2

### Fundamentación teórica científica

#### 2.1 Definición señalética

El ser humano teniendo en cuenta el entorno que lo rodea y la necesidad de un lugar hacia dónde dirigirse ha necesitado puntos de referencia para no perderse, la importancia que adquirido el lenguaje de signos en función a la señalética es considerado indispensable hoy en día. Los primeros símbolos y elementos de señalética han ido evolucionando desde los primeros gráficos a tener símbolos tridimensionales que indican la instrucción por las que fueron creadas.

La señalética es una técnica de comunicación que se encarga del estudio entre los signos de orientación en el espacio y los comportamientos de los individuos. Además busca que la accesibilidad a varios lugares y servicio requeridos sea rápida.

Hoy en día, debido a la gran cantidad de información y un mundo globalizado es cada vez más importante el uso de este tipo de lenguaje pues junto a estas señales necesarias brotan otras que generan confusión, también es necesaria señalética universal ya que existe personas que pertenecen a otros lugares, o de culturas diferentes, idioma distinto y grados de diferenciación sociocultural, que pueden compartir espacios públicos al mismo tiempo, tales como instituciones educativas, aeropuertos, ferias internacionales, etc. Por ello, la señalética es la mejor guía para el individuo en cualquier lugar y hacia cualquier destino que tenga. (Jose Luis Navarro Lizandra, 2014)

## 2.2 Características fundamentales

La señalización debe reunir ciertas características que hagan de este sistema una forma de comunicación efectiva para los usuarios que hagan uso de él. Por este motivo, se define una serie de características que lo resumimos en la siguiente tabla:

Tabla 1.  
*Características del tipo de señalética*

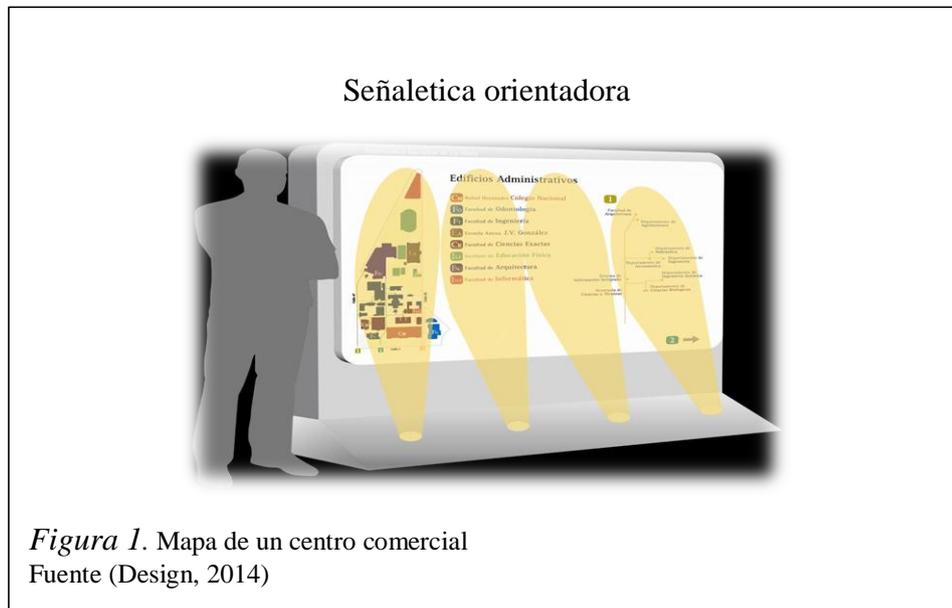
<b>Nombre</b>	<b>Característica</b>
<b>Finalidad</b>	Debe servir para organizar y debe ser fácilmente legible
<b>Funcionamiento</b>	Automática, preciso e instantáneo
<b>Orientación</b>	Es de carácter informativo y dinámico
<b>Procedimiento</b>	Mensaje estrictamente visual, con imagen, audio o símbolos
<b>Código</b>	Emplea lenguaje de signos estilizados de reconocimiento
<b>Lenguaje icónico</b>	Debe ser de reconocimiento universal, para evitar la desinformación o la ambigüedad.
<b>Presencia física</b>	Se debe ubicar la señal en un lugar adecuado accesible y visible en los lugares que se determinen.

Nota. Se define las características principales de señalética. Fuente: (Jose Luis Navarro Lizandra, 2014) Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

## 2.3 Clasificación

### 2.3.1 Señalética Orientadora

En la figura 1, se sitúan a los individuos en un entorno, por ejemplo mapas o planos de ubicación



### 2.3.2 Señalética Informativa

En la figura 2, se observa las señales informativas las que informan y están en cualquier lugar del entorno, por ejemplo horarios o servicios



### 2.3.3 Señalética Direccional

En la figura 3, se muestra como esta referenciada la señalética orientadora la cual están destinados específicamente para la circulación, ejemplo flechas y prohibiciones de paso.



### 2.3.4 Señalética Identificativa

En la figura 4, se muestra la señalética identificativa la que se encarga de dar la ubicación, especialmente en espacios abiertos.



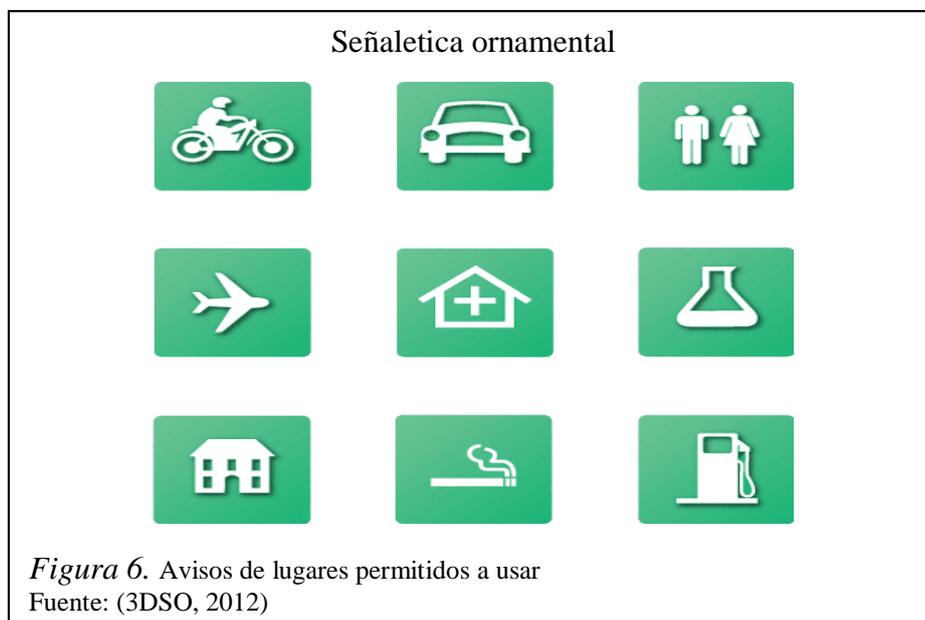
### 2.3.5 Señalética Regulatoras

En la figura 5, se muestra las señales regulatoras las que sirven para proteger al usuario del peligro, pueden ser preventivas o restrictivas.



### 2.3.6 Señalética Ornamental

En la figura 6, se muestra las señales ornamentales las que son de adorno, pero también identifican de algún modo



## 2.4 Tiflobiblioteca Salesiana

Para esta investigación se realizó una entrevista a la señora Patricia Jara ya que ella está encargada de la Tiflobiblioteca con lo cual se obtuvo la siguiente información (Jara, 2014).

Inicia sus actividades el 6 de Junio de 2005. La Tiflobiblioteca Salesiana es un servicio que permite el desarrollo de las personas con discapacidad visual en un entorno más adecuado para ellos ya que trabajan con tecnología de punta, la que les ayuda a tener acceso a una gran cantidad de libros, revistas y documentos web mediante un sistema de voz.

### 2.4.1 Objetivos

- Permite tener a las personas con discapacidad visual acceso a la comunidad universitaria.
- Permite la inclusión de personas no videntes.
- Obtención de información y conocimiento de calidad.

Las actividades desarrolladas por la Tiflobiblioteca Salesiana se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.  
*Material bibliográfico en Tiflobiblioteca*

<b>Año</b>	<b>Desarrollo colecciones (auto libros, películas, etc.)</b>	<b>Procesamiento material tiflobibliográfico</b>	<b>Usuarios atendidos</b>
2005	500	500	180
2006	1500	1500	220
2007	2000	2000	240
2008	5000	5000	320
2009	8000	8000	528
2010	9000	9000	640
2011	9800	9800	792
2012	10900	10900	790
2013	11500	11500	600

Nota: actividades realizadas en el periodo 2005-2013. Fuente (Jara, 2014)  
 Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara.

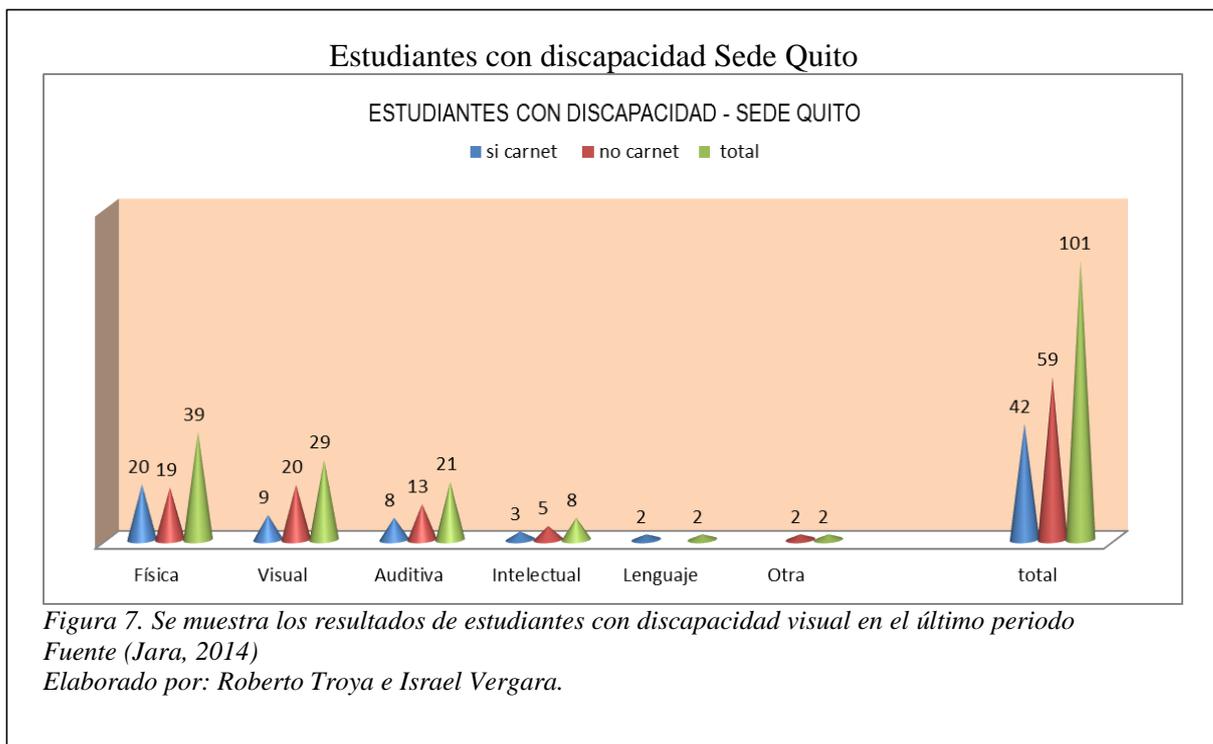
#### 2.4.2 Periodo académico: marzo-julio del 2013

Tabla 3.  
*Estudiantes con discapacidad en UPS Quito*

<b>DISCAPACIDAD</b>	<b>sin carnet</b>	<b>con carnet</b>	<b>total</b>
Física	20	19	39
Visual	9	20	29
Auditiva	8	13	21
Intelectual	3	5	8
Lenguaje	2	-	2
Otra	-	2	2
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>59</b>	<b>101</b>

Nota: Cantidad total de visitantes no videntes en el periodo mostrado Fuente (Jara, 2014)  
 Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara.

En esta gráfica se muestra los resultados estadísticos de las personas no videntes en el último periodo.



42% de estudiantes con discapacidad tienen carnet del Conadis

59% no tienen carnet del Conadis.

## 2.5 Tecnología RFID

### 2.5.1 Sistema RFID

El sistema de identificación por radio frecuencia (RFID) se encarga de capturar e identificar automáticamente la información contenida en las tarjetas (tags). Si el lector RFID identifica a las tags en un área de cobertura definida, se envía una señal para que la etiqueta transporte la información que tiene almacenada.

La recuperación de la información contenida en la tarjeta se realiza vía radio frecuencia y sin necesidad que exista contacto físico o visual entre el dispositivo lector y las tarjetas, aunque en muchos casos se exige una cierta proximidad de estos elementos por el radio de cobertura. Se predice que el uso de la tecnología RFID obtendrá un gran impacto sobre la actividad diaria de empresas, instituciones y ciudadanos cuando

existan más productos etiquetados y lleguen a los clientes finales propiciando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios basados en RFID.

En la actualidad la tecnología más extendida para identificar objetos es la de código de barras. Sin embargo, esta tecnología presenta algunas desventajas, como la escasa cantidad de datos que puede almacenar además que no pueden ser reprogramadas. El origen de la tecnología RFID, consiste en usar chips de silicio que pudieran transmitir datos almacenados al lector sin contacto físico.

#### 2.5.2 Clasificación de los sistemas RFID según características

Los sistemas RFID se clasifican de la siguiente manera, para esta clasificación se sacó información de un documento elaborada por la Universidad Politécnica de Madrid (Portillo, 2007, pág. 21).

##### 2.5.2.1 Según capacidad de programación (ESPE, 2011)

- Solo de lectura: las etiquetas no pueden ser reprogramadas.
- Una escritura y múltiples lecturas: las etiquetas permiten una única reprogramación y múltiples lecturas.
- Lectura y escritura: las etiquetas permiten múltiples reprogramaciones.

##### 2.5.2.2 Según modo de alimentación:

- Activos: las etiquetas necesitan una batería para transmitir la información.
- Pasivos: las etiquetas no necesitan batería.

##### 2.5.2.3 Según el rango de frecuencia de trabajo:

- Baja frecuencia (LF): rangos de frecuencias inferiores a 135KHz.
- Alta frecuencia (HF): frecuencia de 13,56 MHz.
- Ultra alta frecuencia (UHF): frecuencias de funcionamiento en las bandas de 433MHz, 860MHz y 928 MHz.

- Frecuencia de Microondas: frecuencias de funcionamiento en las bandas de 2.45 GHz y 5.8 GHz.

#### 2.5.2.4 Según el protocolo de comunicación:

- Dúplex: el transpondedor transmite la información en cuanto recibe la señal del lector y mientras ésta dura. Puede ser:
  - Half dúplex: cuando el transpondedor y lector transmiten en turnos alternativos.
  - Full dúplex: cuando la comunicación es simultánea. La transmisión del transpondedor se realiza a una frecuencia distinta que la del lector.
- Secuencial: El campo del lector se apaga a intervalos regulares, es el momento que aprovecha el transpondedor para enviar su información. Se utiliza con etiquetas activas, ya que el tag no puede aprovechar toda la potencia que le envía el lector ya que requiere de una batería.

#### 2.5.2.5 Según el principio de propagación:

- Inductivos: utilizan el campo magnético creado por la antena del lector para alimentar el tag, opera en el campo cercano y a frecuencias bajas (LF y HF).
- Propagación de ondas electromagnéticas: utilizan la propagación de la onda electromagnética para alimentar la etiqueta. Opera en el campo lejano y muy altas frecuencias (UHF y microondas).

## 2.6 Lectores RFID

Son los encargados de detectar las etiquetas en su rango de acción y en el caso de que sean pasivas es necesario que tenga una fuente de energía.

Un lector debe ser capaz de adecuar la señal que recibe, detectar y corregir los errores. Para que el lector sea funcional debe trabajar a más de una frecuencia. Cuando los ángulos de acción de varios lectores se solapan se pueden producir colisiones, y para evitar esto las etiquetas y el lector se comunican mediante un protocolo de forma que

sólo la etiqueta adecuada responde al lector. La mayoría de los lectores incluyen procedimientos para comunicarse con un ordenador (RS232, I2C, TTL, USB).

2.6.1 Los lectores RFID tienen los siguientes componentes:

#### 2.6.1.1 Memoria

Es utilizada para almacenar información, en este espacio se guarda una lista de las últimas lecturas realizadas, en caso de perder comunicación con la PC no se perderán los datos.

#### 2.6.1.2 Antena

Va conectada directamente al transmisor y al receptor. Existen lectores con múltiples puertos para antenas, lo que les permite tener múltiples antenas y extender su cobertura.

#### 2.6.1.3 Transmisor

Emite potencia y envía el ciclo de reloj a través de su antena hacia las etiquetas que se encuentran dentro del rango de lectura.

#### 2.6.1.4 Receptor

Recibe las señales analógicas que provienen de las etiquetas mediante la antena y envía estos datos al microprocesador, donde esta información es convertida en su equivalente digital.

#### 2.6.1.5 Microprocesador

Es responsable de implementar el protocolo de lectura empleado para comunicarse con las etiquetas compatibles. Decodifica y realiza verificación de errores a las señales recibidas. Adicionalmente, puede contener cierta lógica para realizar filtrado y procesamiento de bajo nivel de los datos leídos, esto es, eliminar lecturas duplicadas o erróneas.

#### 2.6.1.6 Canales de entrada/salida

Permiten al lector interactuar con sensores y actuadores externos. Es un componente opcional, pero incluido en la mayoría de los lectores comerciales de la actualidad.

#### 2.6.1.7 Interfaz de comunicación

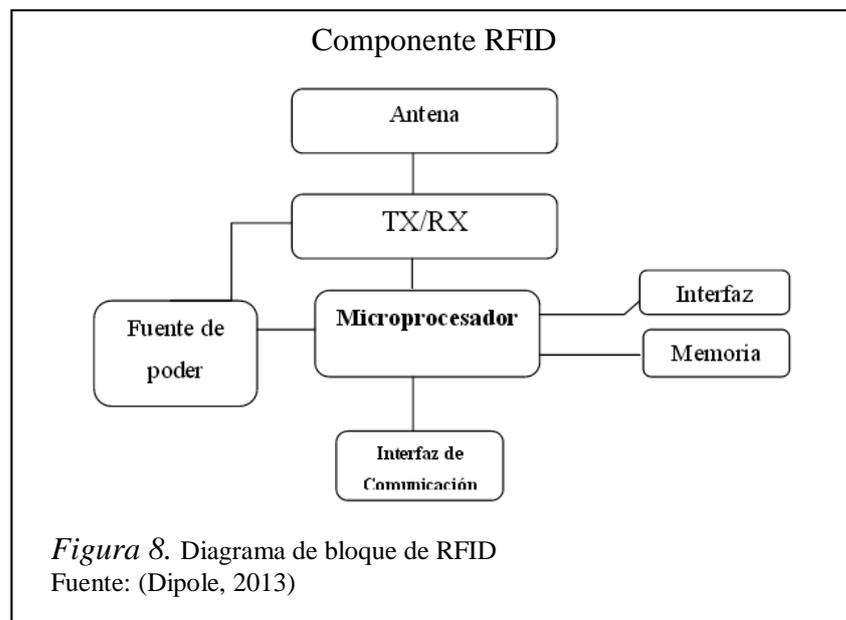
Provee las instrucciones de comunicación, que permiten la interacción con entidades externas, mediante el controlador, para transferir datos y recibir comandos

#### 2.6.1.8 Controlador

El controlador es el componente que permite a una entidad externa, sea un humano o un software de computadora, comunicarse y controlar las funciones del lector.

#### 2.6.1.9 Fuente de alimentación

Consiste en un cable con un adaptador de voltaje, conectado hacia la toma de corriente.



## 2.6.2 Lectores RFID: Factores Clave

Un lector RFID tiene que hacer frente a una combinación de retos tecnológicos habituales de los sistemas de radio con otros retos no habituales, que son típicos de la comunicación Wireless.

Los lectores RFID, deben tener como características los que se mencionan a continuación

### 2.6.2.1 Sensibilidad:

Deberá poder detectar señales procedentes de las etiquetas RFID de hasta -60 dBm de potencia, que es la mínima potencia que le puede llegar de una etiqueta RFID. En la actualidad, es posible detectar señales de hasta -115 dBm. Los lectores RFID más eficientes llegan a -80 dBm.

### 2.6.2.2 Selectividad:

Deberá poder seleccionar la señal procedente de la etiqueta RFID ya que las frecuencias RFID trabajan cerca de las frecuencias de telefonía y si no se tiene en cuenta este factor, pueden existir interferencias.

### 2.6.2.3 Alcance dinámico:

Se deberá detectar y seleccionar señales procedentes, al mismo tiempo, de varios tag RFID que estén a distancias diferentes.

### 2.6.2.4 Trabajar bajo Normativas:

Depende del lugar de residencia donde se aplique la tecnología RFID.

### 2.6.2.5 Operatividad en entornos densos de lectores RFID:

Es una norma suplementaria, no obligatoria como una legislación, pero muy útil para poder soportar interferencias con otros lectores RFID. Para estar en conformidad con el estándar EPC Global Gen2 hace falta cumplir con esta norma.

#### 2.6.2.6 Inter-operatividad multi-fabricante:

Es una norma suplementaria, no obligatoria como una legislación, pero muy útil para poder trabajar con todo tipo de fabricantes de chips RFID y lectores RFID siendo intercambiables sus productos sin ningún problema. EPC Global tiene una certificación de inter-operatividad a disposición del mercado (Cadena Moran & Romero Sanchez, 2011).

#### 2.6.3 Frecuencias de funcionamiento.

##### 2.6.3.1 Clasificación

Las tecnologías de auto identificación por radio frecuencia se clasifican en 4 tipos según el tipo del tag:

Tabla 4.  
Características RFID

BANDA	LF Baja Frecuencia	HF Alta frecuencia	UHF Ultra-alta- Frecuencia	Microondas
Rango de frec.	30-300KHz	3-30MHz	300MHz-2GHz	2-30GHz
Frecuencias RFID	125-134KHz	13.56MHz	868MHz (Europa) 915MHz (USA)	2.45GHz
Distancias (aprox) tags pasivos	<0.5m	Hasta 2m	6m	Activo:>100m No habitual pasivo
Velocidad	<1 kbps	25kbps	Hasta 640 kbps	
Ventajas	Buen comportamiento con metal y agua	Buena distancia, mejor velocidad y anticolisión	Muy alta velocidad (600 tags/s)estandarización global pc, mayores distancias	
Inconvenientes	Corta distancia, baja velocidad, poca capacidad anticolisión	Peor comportamiento con agua y metales	Muy sensible al agua y metal	
Uso habitual	ID Animal, caches, controles de acceso	Accesos y seguridad Smart cards, pasaporte	Logística procesos de fabricación	Activos: autopistas contenedores
Otras características	Campo cercano Acop: Magnético	Campo cercano Acop: Magnetico	Campo lejano Acop: Eléctrico	

Nota: se puede observar las diferentes bandas de funcionamiento para RFID. Fuente (Jara, 2014)  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara.

En la siguiente gráfica se muestra las frecuencias en la que trabajan los diferentes países



#### 2.6.4 Tipos de Conexión

La transmisión de bits que requieren los sistemas RFID, necesita conectar el equipo lector y tras el desarrollo de la tecnología se puede encontrar diferentes tipos de conexiones:

##### 2.6.4.1 Protocolo de comunicación wiegand

Partiendo del efecto wiegand se puede entender el protocolo de comunicación wiegand porque es un concepto que estudia las distintas reacciones que un conductor presenta cuando es influenciado por un campo magnético.

Basándose en este efecto se diseñaron dispositivos como tarjetas de identificación y equipos lectores, se utiliza mucho en sistemas de control de acceso, proximidad, etc. Para poder comunicar estos dispositivos y equipos lectores con los sistemas de control de acceso se creó el protocolo de comunicación wiegand.

##### 2.6.4.2 Características eléctricas del protocolo wiegand

Los pulsos eléctricos que pasan por los conductores se los representan con 0 y 1 lógicos que duran entre 20 us a 100 us en su estado bajo. La interface tiene 5 cables con su respectiva configuración:

- Rojo: alimentación (5V o 12V o 24V)
- Negro: común (GND)
- Blanco: data 1
- Verde: data 0
- Marrón: control de LED

#### 2.6.4.3 Modo físico de transmisión de la información

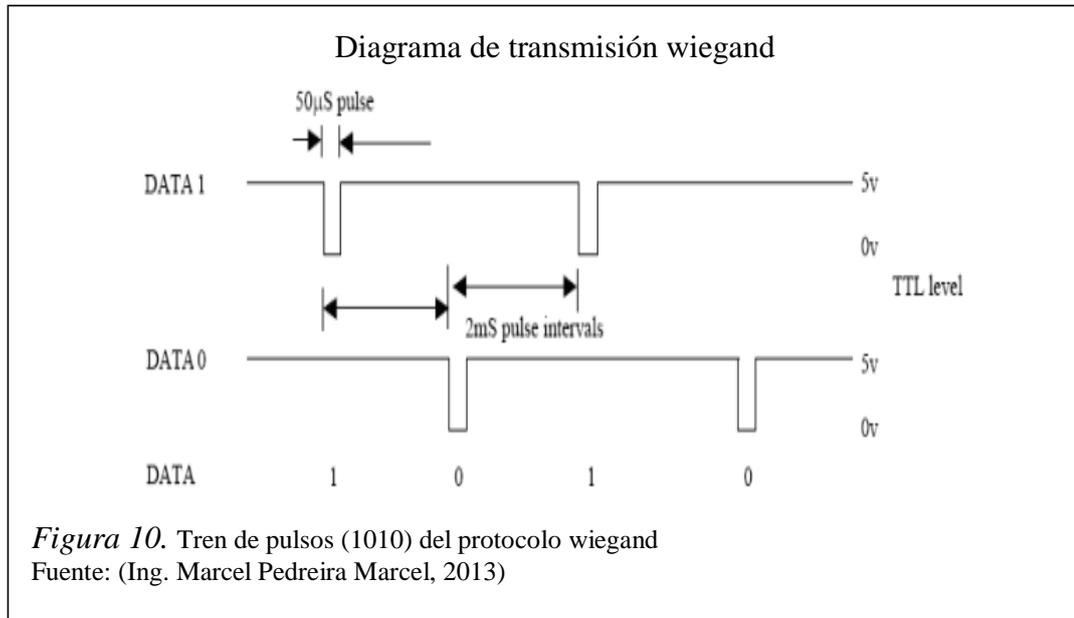
En el protocolo de comunicación wiegand la transmisión es asíncrona, que se realiza por medio de 3 hilos y cada hilo conductor presenta un nivel de trabajo. El nivel bajo 0V, nivel alto 5V y tierra (GND), el protocolo de comunicación tiene establecidas líneas de datos. Alimentación y señalización. Se tiene tres líneas de transmisión e hilos de datos representados por:

- DATA 1: línea para enviar los unos lógicos
- DATA 0: línea para enviar los ceros lógicos
- GND: línea de tierra de referencia de ambos

#### 2.6.4.4 Estados de comunicación wiegand

- Cuando el estado se encuentra en reposo o no transmite, las líneas Data 0 y Data 1 están en alto mientras que la línea de GND o tierra se encuentra en bajo.
- Al momento de transmitir un bit 1 el estado en alto de la línea Data 1 cambia a es todo bajo y la línea de Data 0 se mantiene en alto. Y cuando se va a transmitir un bit 0 se genera el efecto contrario la línea Data 0 en estado alto cambia a estado bajo y la línea Data 1 se mantiene en alto.

El tiempo de duración entre cada pulso y el siguiente es de 2ms.

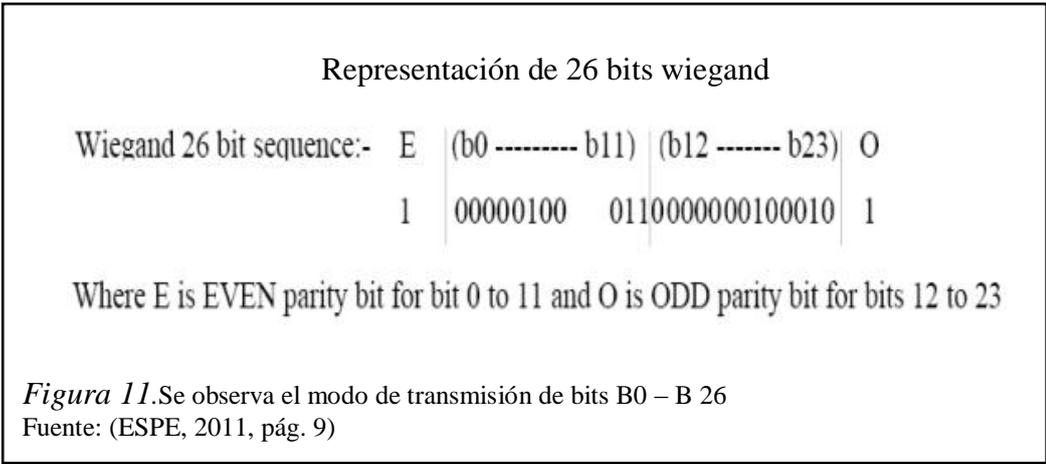


### 2.6.5 Interpretación numérica de la información

Mediante el modo de transmisión físico se puede transmitir tantos bits como se requieran per se han llegado a estándares como son 26, 32, 44 o 128 bits. Siendo el primero el wiegand de 26 bits el más utilizado y el que se lo interpreta de una sola forma, ya que existen los otros modos que se los interpretan de muchas formas por los distintos fabricantes que manejan este protocolo (ESPE, 2011, págs. 7,8).

#### 2.6.5.1 Método de transmisión wiegand de 26 bits

- El primer bit, B0 es el bit de paridad par de los primeros bits transmitidos del B1 – B12.
- Facility code, bits del B1 – B8 que se igual a un byte.
- User code, bits del B9 – B24, que es igual a dos bytes
- El último bit, B25 es el bit de paridad impar de los últimos bits transmitidos del B13 – B24.



2.6.5.2 Tipos de Conexión

“Al desarrollar un sistema de RFID, una consideración importante es la elección de la conectividad de red para los lectores de RFID. A continuación se muestra los diferentes tipos de conexiones” (Cadena Moran & Romero Sanchez, 2011).

2.6.5.3 RS-232:

Provee sistemas de comunicación confiables de corto alcance. Tiene ciertas características que limitan su desempeño como una baja velocidad de comunicación, que va de 9600 bps a 115.2 kbps. El tamaño del cable se limita a 30 metros, no posee un control de errores y su comunicación es punto a punto.

2.6.5.4 RS-485:

El protocolo RS-485 es una mejora sobre RS-232, ya que permite longitudes de cables de hasta 1,200 metros. Alcanza velocidades de hasta 2.5 Mbps y es un protocolo de tipo bus lo cual permite a múltiples dispositivos estar conectados al mismo cable.

2.6.5.5 Ethernet:

Es un tipo de tecnología LAN (red de área local) que utiliza acceso múltiple de portadoras y detección de colisiones, esto permite la comunicación e integridad de los datos enviados, la velocidad de transmisión es de 10 M bps hasta 1 G bps utilizando

Gigabit Ethernet, el tipo de topología es bus, la distancia del cable sin repetidoras es de 100 m.

#### 2.6.5.6 Wireless 802.11:

Se utiliza en la actualidad en los lectores de RFID móviles. Además de que esta solución reduce los requerimientos de cables y por lo tanto de costos. El estándar 'IEEE 802.11' define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una red inalámbrica. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana.

#### 2.6.5.7 USB:

Es un bus de serie universal el cual permite conectar dispositivos al computador, el tipo de topología es árbol ya que permite conectar 127 dispositivos a un servidor. Debido a que la tecnología avanza, se ha creado lectores RFID con puertos USB para poder comunicarse con otros dispositivos, esta tecnología maneja la distancia de conexión de 0.5m hasta 5 m y aumenta la velocidad de transmisión.

### 2.6.6 Estándares

La tecnología RFID permite la comunicación entre dispositivos lectores y etiquetas que usan los mismos lenguajes y los mismos protocolos de comunicación, tales protocolos permiten no permitir la clonación de las etiquetas o información que están contengan.

#### 2.6.6.1 ISO:

Tiene 3 estándares para RFID los cuales son los siguientes:

- ISO 14443 sistemas sin contacto
- ISO 15693 proximidad
- ISO 18000 varias aplicaciones

#### 2.6.6.2 EPC:

Los estándares EPC están enfocados a la cadena de suministro y particularmente definen la metodología para la interfaz aérea; el formato de los datos almacenados en una etiqueta RFID, para la identificación de un producto, captura, transferencia, almacenamiento y acceso de estos datos; así como el middleware y la base de datos que almacena esta información.

Las funciones de EPC son similares a las de UPC o Código de Producto Universal encontrado en la tecnología de código de barras. EPC es un esquema de identificación para identificar objetos físicos de manera universal por medio de etiquetas RFID. El código EPC es una etiqueta RFID puede identificar al fabricante, producto, versión y número de serie, y adicionalmente provee un grupo de dígitos extra para identificar objetos únicos.

#### 2.6.6.3 ONS:

EPC global ha desarrollado un sistema llamado ONS (Object Naming Service) que es similar al DNS (Domain Name Service) utilizado en Internet. ONS actúa como un directorio para las organizaciones que desean buscar números de productos en Internet.

#### 2.6.6.4 Gen 2:

EPC global ha trabajado con un estándar internacional para el uso de RFID y EPC, en la identificación de cualquier artículo, en la cadena de suministro para las compañías de cualquier tipo de industria, esto, en cualquier lugar del mundo.

#### 2.6.6.5 Otros:

Existen más estándares, pero enfocados a industrias específicas, por ejemplo: el AIAG B-11 (Automotive Industry Action Group) para identificación de llantas y ANSI MH10.8.4, para aplicaciones estándar de RFID con contenedores reutilizables. Las siguientes son algunas organizaciones que han producido algún estándar relacionado con RFID, o han desarrollado alguna función regulatoria al respecto:

- ANSI (American National Standards Institute).
- AIAG (Automotive Industry Action Group).
- EAN.UCC ( European Article Numbering Association International, Uniform Code council).
- EPCglobal.
- ISO (International Organization for Standardization).
- CEN ( Comité Européen Normalisation ).
- ETSI ( European Telecommunications Standards Institute ).
- ERO ( European Radiocommunications Office ).
- UPU ( Universal Postal Union ).
- ASTM (American Society for Testing Materials) (Cadena Moran & Romero Sanchez, 2011).

## 2.7 Arduino Mega.

El Arduino Mega es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega328. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador cerámico 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB, o alimentarla con un adaptador o la batería para empezar de CA a CC (Uno, 2015).

La Mega se diferencia de todas las placas anteriores en que no utiliza el chip controlador de USB a serial FTDI. En lugar de ello, se cuenta con el Atmega16U2 (Atmega8U2 hasta la versión R2) programado como convertidor USB a serie (Uno, 2015).

Tabla 5.  
*Características electrónicas de arduino*

Microcontroladores	ATmega328
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital I / O Pins	14 (de los cuales 6 proporcionan PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para las E / S Pin	40 mA
Corriente de la CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz

Nota: valores de funcionamiento de la tarjeta arduino. Fuente (Jara, 2014)

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara.

### 2.7.1 Esquema y diseño de referencia

Nota: El diseño de referencia de Arduino se puede utilizar un Atmega8, 168, o 328, los modelos actuales utilizan un ATmega328, sino una Atmega8 como se muestra en el esquema de referencia. La configuración de pines es idéntica en los tres procesadores.

### 2.7.1.1 Potencia

La alimentación de la placa arduino es a través de la conexión USB o un tomacorriente con respectivo cargador, la fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

El arduino trabaja con 6 a 20 VDC, si se suministra voltaje menor, la placa no tendrá el voltaje normal en el pin de 5V este pin suministrara menos, si se supera los 12 VDC la placa puede llegar a quemarse.

2.7.1.2 Los pines de alimentación son los siguientes para esta descripción se ha tomado información de la siguiente fuente (Duarte, 2015).

- VIN: La tensión de entrada a la placa Arduino cuando se trata de utilizar una fuente de alimentación externa (en contraposición a 5 voltios de la conexión USB o de otra fuente de alimentación regulada). Se puede suministrar tensión a través de este pin, o, a través de la toma de poder, acceder a ella a través de este pin.
- 5V: Es un pin de salida 5V está regulado en el tablero. El tablero puede ser alimentado ya sea desde el conector de alimentación de CC (7 - 12), el conector USB (5V) o el pasador de VIN del tablero (7-12V). El suministro de tensión a través de los 5V o 3.3V pins no pasa por el regulador, y esto puede dañar el tablero.
- 3V3: Un suministro de 3,3 voltios generado por el regulador a bordo. El drenaje actual máximo es de 50 mA.
- GND: Patillas de tierra.
- IOREF: Este pin de la placa Arduino proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador. Un escudo configurado puede leer el voltaje pin IOREF y seleccione la fuente de alimentación adecuada o permitir que los traductores de tensión en las salidas para trabajar con los 5V o 3.3V.

### 2.7.1.3 Memoria

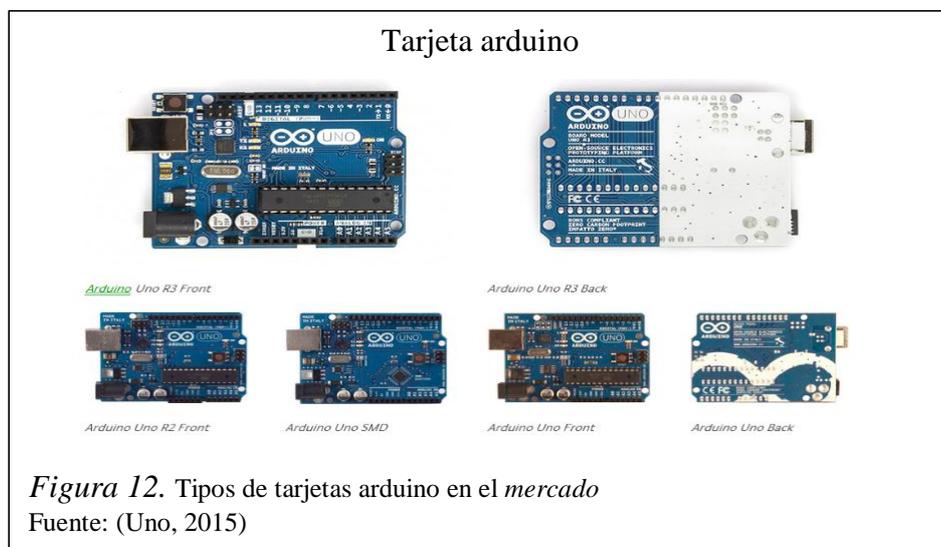
El ATmega328 tiene 32 KB (con 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque). También dispone de 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM (que puede ser leído y escrito con la librería EEPROM ).

### 2.7.1.4 Entrada y salida

Cada uno de los 14 pines digitales en el Uno se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando `pinMode ()` , `digitalWrite ()` , y `digitalRead ()` funciones. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20-50 kOhms

### 2.7.1.5 Características físicas

La longitud y la anchura del PCB Uno máxima son de 2,7 y 2,1 pulgadas, respectivamente, con el conector USB y el conector de alimentación que se extiende más allá de la dimensión anterior. Cuatro orificios de los tornillos que la Junta pueda fijarse a una superficie o caja. Tenga en cuenta que la distancia entre los pines digitales 7 y 8 es de 160 milésimas de pulgada (0,16 ") , no un múltiplo par de la separación de 100 milésimas de pulgada de los otros pasadores (Duarte, 2015).



## 2.8 Módulo mp3 WTV020-SD

El WTV020-SD es un pequeño microcontrolador diseñado para la reproducción de audio, este dispositivo cuenta con un slot para memoria micro SD de un 1Gb, el formato de audio es AD4 ya que no es compatible con MP3 u otro formato de audio.

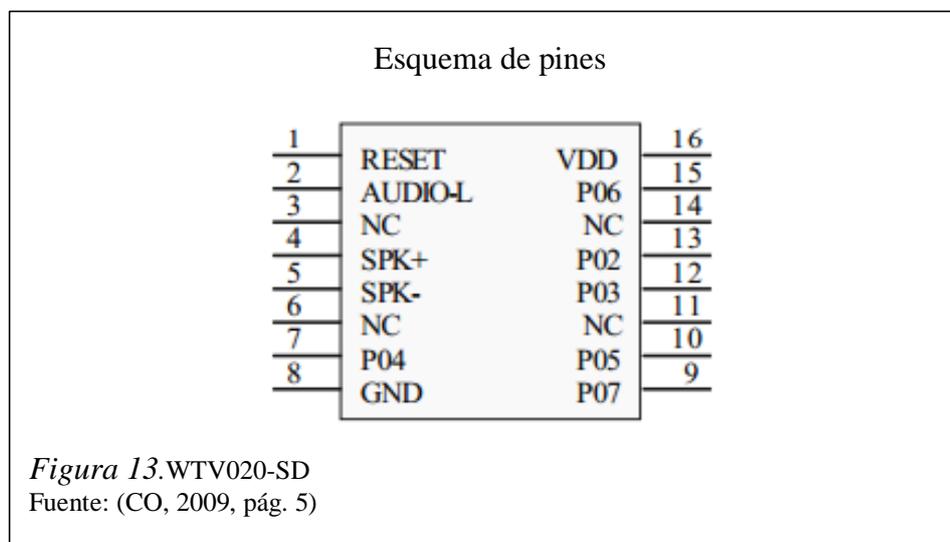


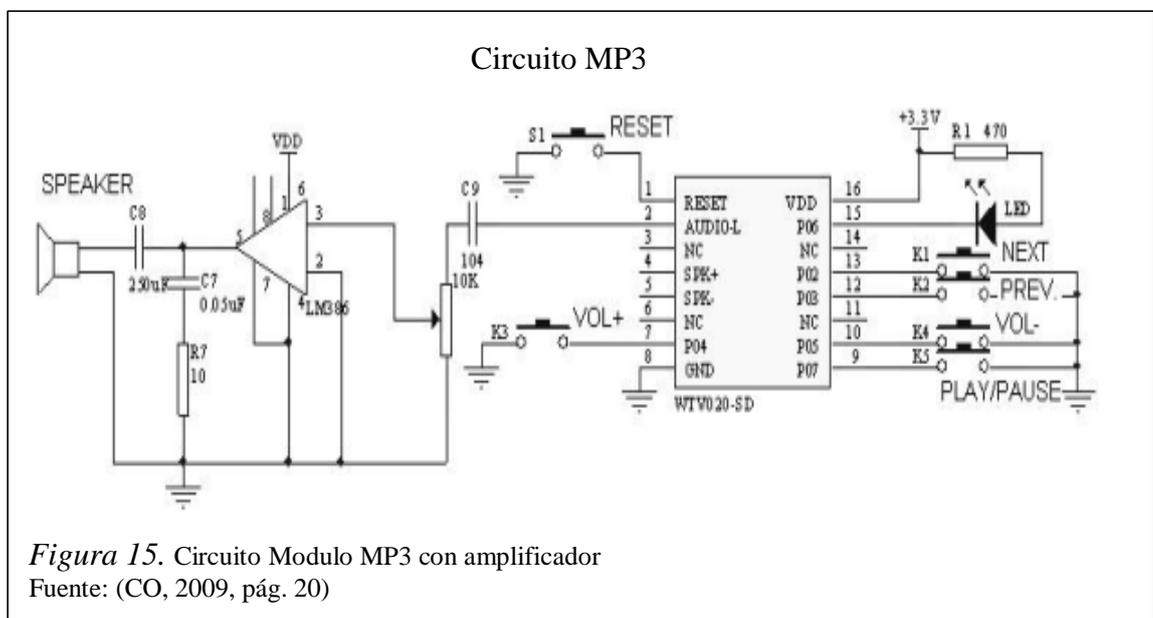
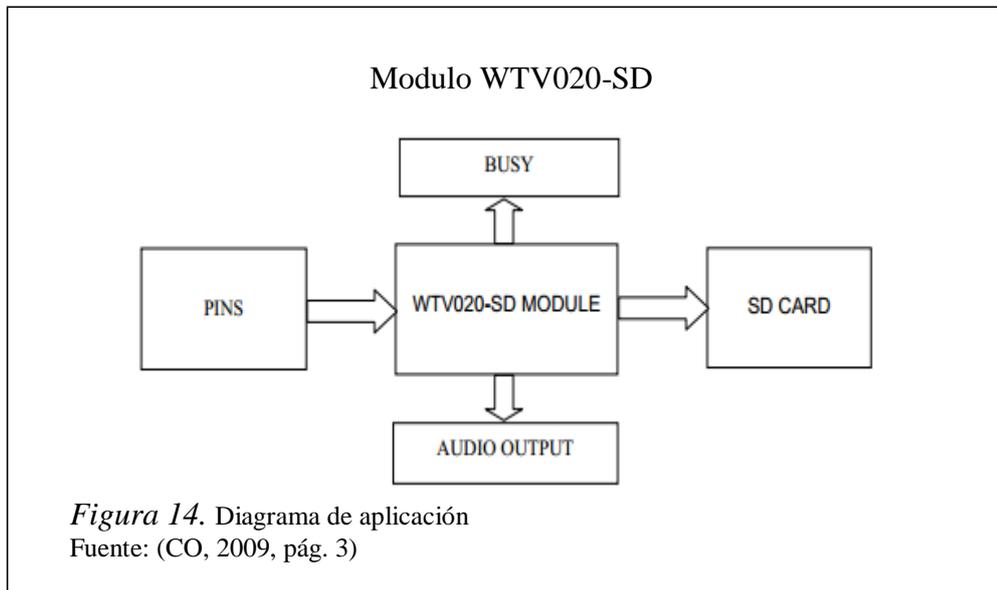
Tabla 6.

### Configuración de PINs

PIN	SYS	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
1	RESET	RESET	DAC salida de audio(+) al amplificador
2	AUDIO-L	DAC+	NC
3	NC	NC	Salida PWM audio al parlante
4	SP+	PWM+	Salida PWM audio al parlante
5	SP-	PWM-	NC
6	NC	NC	Key/ CLK in two line serial
7	P04	K3/A2/CLK	Address pin
8	GND	GND	Key
9	P07	K5/A4/SBT	Key/DI in two line serial
10	P05	K4/A3/DI	NC
11	NC	NC	Key
12	P03	K2/A1	Key
13	P02	K1/A0	Key
14	NC	NC	NC
15	P06	BUSY	BUSY pin
16	VDD	VDD	Power input

*Nota:* Pines de configuración. Fuente: (CO, 2009)

*Elaborado por:* Roberto Troya e Israel Vergara



### 2.8.1 Voz archivos en tarjeta SD

Este módulo se encarga de cargar archivos de voz en una tarjeta SD, y se debe cambiar los nombres de los archivos de la siguiente manera, el archivo 0000.ad4, 0001.ad4, 0002.ad4, ..., n , 512 archivos máximo. En el módulo MP3 y el modo de reproducción de bucle, y se reproducirá en orden (CO, 2009, pág. 23).

## CAPÍTULO 3

### Diseño e implementación

#### 3.1 Análisis de factibilidad

Se realiza un análisis previo al diseño del prototipo, para dar a conocer los requerimientos necesarios y adecuados para escoger cual es el más apropiado y el que se ajuste al prototipo.

##### 3.1.1 Análisis de la inclusión para las personas no videntes

Se analizará las necesidades que tienen las personas no videntes dentro de la Universidad, al no tener un dispositivo que les permita estar ubicadas de mejor manera dentro de ella y mediante este prototipo permitir que se sientan incluidas dentro de la Universidad.

##### 3.1.2 Arduino

Es una plataforma de código abierto con la cual se puede crear proyectos de electrónica digital, domótica, robótica, etc, de forma rápida y sencilla además de económica. En la red circulan cientos de proyectos que facilitan la utilización de esta plataforma.

Una de las ventajas del arduino es que se puede comprar una placa a los creadores de la misma tecnología, también existe la posibilidad de fabricarse la suya sin infringir derechos de autor o podrían estar fabricadas placas exactamente iguales y venderlas sin violar la ley pues es un sistema de código abierto (nextiafenix, 2015).

##### 3.1.3 PIC

Es un microcontrolador de Microchip, muy popular durante varios años y el más vendido a nivel mundial, existen actualmente nuevos tipos que cumple con requisitos y características útiles con millones de aplicaciones.

El microcontrolador puede ser programado para hacer distintas tareas por lo que cuenta con ciertos periféricos para llevarlo a cabo dicha tarea, pero el cual requiere de

elementos adicionales para poder interactuar con el entorno, se puede decir que sin otras interfaces no podríamos hacer un buen uso del microcontrolador (nextiafenix, 2015).

### 3.1.4 Comparación de dispositivos programables Arduino vs PIC

Tabla 7.  
*Comparación entre la plataforma arduino y PIC*

Arduino	PIC
Placa de desarrollo micro controlador ATmega	Microcontrolador
Desarrollo open source	No es open source
Freeware	Programa con licencia
Programador incorporado	No tiene programador incorporado
Estructura delimitada	Libertad para diseñar
Precio elevado	Económico

*Nota. Comparativa entre la plataforma arduino y PIC*

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.5 Estudio de factibilidad

#### 3.1.5.1 Arduino

En la siguiente tabla se muestra los resultados de la evaluación con el tipo de plataforma arduino.

Tabla 8.

*Matriz de evaluación de arduino*

Solución	Puntaje	Método de evaluación
Arduino	7	Costos
	9	Características técnicas
	9	Documentación
	4	Herramientas de desarrollo

*Nota. Valores de calificación de plataforma arduino*

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.5.2 PIC

En la siguiente tabla, se muestra los resultados de evaluación del microcontrolador PIC

Tabla 9.

*Matriz de evaluación de PIC*

Solución	Puntaje	Método de evaluación
PIC	8	Costos
	8	Características técnicas
	8	Documentación
	4	Herramientas de desarrollo

*Nota. Se puede ver los valores de calificación del PIC*

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.5.3 Resultados de factibilidad y elección

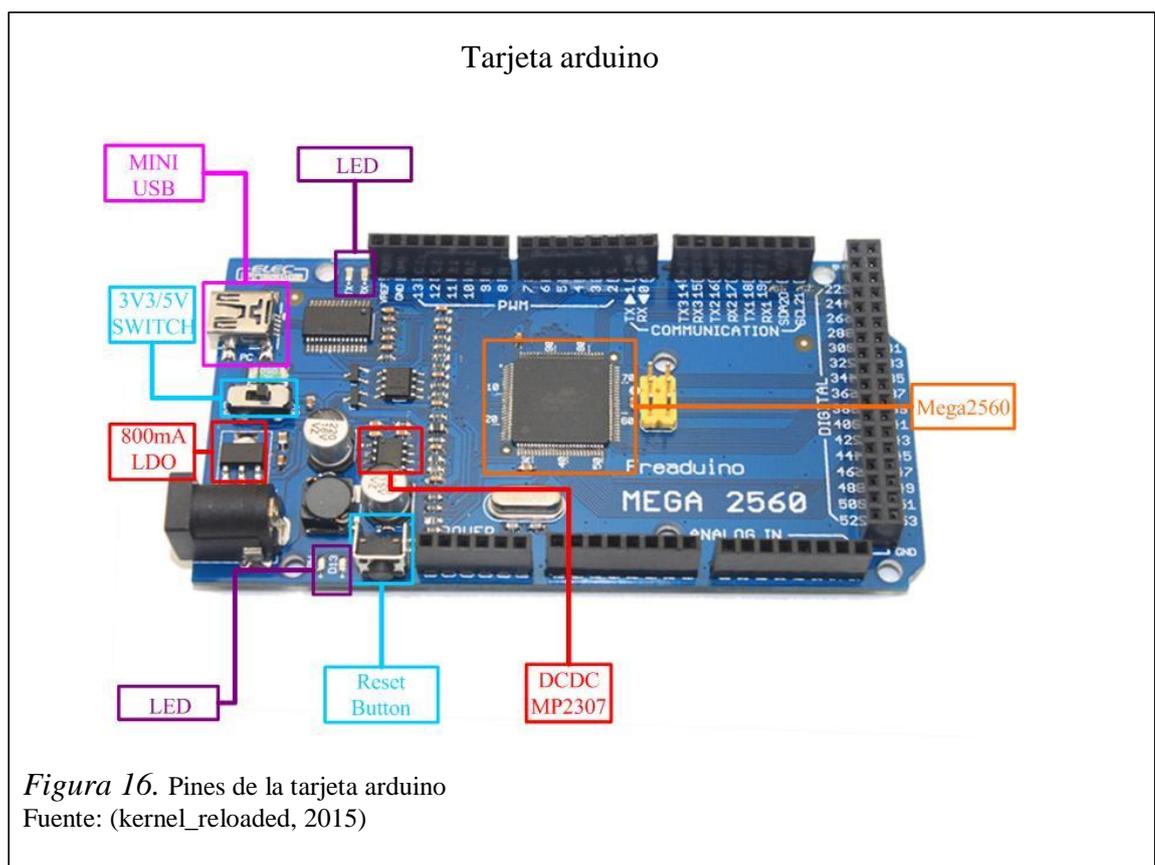
Basado en la tabla de puntuación se determinó que la plataforma arduino es óptimo y es el que se usara en el proyecto de tesis por las ventajas presentadas.

La plataforma arduino se diseñó para la creación de prototipos electrónicos los cuales se basan en software y hardware libres además de la facilidad para usarse, esta

plataforma puede tomar información del entorno porque tiene pines de entrada y salidas analógicas y digitales, donde se puede conectar sensores y actuadores.

Esta plataforma se programa mediante un lenguaje fácil de entender y usar llamado wiring y su entorno de desarrollo se basa en processing, los proyectos realizados se adaptan dependiendo a la función que va a ser usada.

### 3.1.6 Configuración de pines de la tarjeta arduino



#### 3.1.6.1 Características

El arduino mega 2560 es una placa con un microcontrolador Atmega2560, cuenta con 54 pines de entrada/salida digitales (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM) y 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos de hardware de serie), un oscilador de cristal de 16 Mhz, un puerto USB de conexión, un conector de alimentación, una cabecera de ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar al microprocesador, solo tiene que conectar un ordenador con un cable USB, o con un

alimentador adaptador AC-DC o una batería para comenzar. El arduino mega es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el arduino duemilanove o diecimila (eard3d, 2014).

### 3.1.6.2 Especificaciones

Tabla 10.

*Especificaciones técnicas arduino mega*

Microcontrolador:	Atmega2560
Tensión de alimentación:	5V
Tensión de entrada recomendada:	7-12V
Límite de entrada:	6-20V
Pines digitales:	54 (14 con PWM)
Entradas analógicas:	16
Corriente máxima por pin:	40mA
Memoria flash:	256 KB
SRAM:	8 KB
EEPROM:	4 KB
Velocidad de reloj:	16 Mhz

Nota: valores técnicos de la tarjeta arduino

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.6.3 Lenguaje de programación del arduino

Se puede encontrar diferentes lenguajes de programación entre los más importantes están:

#### 3.1.6.3.1 Processing - wiring

Es un lenguaje de programación de desarrollo de código abierto, de fácil utilización, además de medio para la enseñanza y producción de proyectos multimedia de diseño digital.

No solamente es un lenguaje de programación orientado a la creación visual, sino que es una plataforma de creación de aplicaciones computacionales altamente interactivas que se alimentan con los eventos producidos por el usuario además de una gran cantidad de librerías que permiten conectarse a un sin número de plataformas y aplicativos.

El wiring es un entorno de programación de entradas/salidas de código abierto para explorar la electrónica, los medios materiales, la enseñanza y el aprendizaje de la programación informática y creación de prototipos con electrónica. Este es el lenguaje en el que se basa la plataforma arduino, el bastante intuitivo y muy fácil de utilizar (bot, 2011).

Ventajas:

- Descarga gratis y código abierto.
- Simple soporte de hardware.
- El software se extiende a más de 100 librerías.
- Software de programación de arduino.
- Compatibles con otros lenguajes de programación
- Compatible con lenguaje C/C++

#### 3.1.6.3.2 Lenguaje C

El lenguaje de programación C es de propósito general que ofrece economía sintáctica, control de flujo, estructuras sencillas y un buen conjunto de operadores. Es un lenguaje de alto nivel portable el mismo código se puede usar en sin número de proyectos, campo de aplicación ilimitado.

Ventajas:

- Lenguaje a alto nivel
- Puede ser de ayuda al combinarlo con ensamblador en gama alta
- Lenguaje portable
- Aceptado por la compañía microchip los que poseen compiladores C.

Desventaja

- Programas grandes pueden volverse complicados y pesados que pueden llenar la memoria del PIC que se usa.

- Tener alto conocimiento del lenguaje de programación

### 3.1.7 Estudio de factibilidad del lenguaje de programación de la plataforma

#### 3.1.7.1 Lenguaje programming – wiring

En la siguiente tabla se muestra los resultados de las evaluaciones con el lenguaje de programación programming – wiring

Tabla 11.

*Matriz de evaluación del lenguaje de programación wiring*

Solución	Puntaje	Método de evaluación
Programming/wiring	9	Interfaz usuario
	9	Respaldo
	10	Costo de adquisición
	10	Costo mantenimiento

Nota: Valores de apreciación

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

#### 3.1.7.2 Lenguaje C

En la siguiente tabla se muestra los resultados de las evaluaciones con el lenguaje de programación C

Tabla 12.

*Matriz de evaluación del lenguaje de programación lenguaje C*

Solución	Puntaje	Método de evaluación
Programing/wiring	8	Interfaz usuario
	9	Respaldo
	9	Costo de adquisición
	9	Costo mantenimiento

Nota: Valores de apreciación

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.7.3 Resultados de factibilidad y elección del lenguaje de programación de la plataforma.

Basado en la tabla de puntuación, se determinó que el lenguaje de programación programin/wiring propio de la plataforma arduino es óptimo, y que se usara en el proyecto de tesis por las ventajas presentadas.

#### 3.1.7.3.1 Compilador de plataforma arduino

Este compilador es usado por arduino el cual está incluido en la plataforma es un lenguaje de programación de nueva generación que hace más fácil y rápido para programar el microcontrolador de la plataforma.

Este compilador se encarga de convertir el texto de programación de lenguaje humano a lenguaje de máquina. Así que para programar el chip, tenemos que tener una forma de escribir el archivo de texto de forma que un programa (compilador) pueda entender nuestras peticiones lógicas y traducirlo en cambios físicos en el chip.

### 3.1.8 Antenas RFID

#### 3.1.8.1 Tipos de antenas RFID

Existen varios tipos de lectores que integran la antena RFID que se pueden utilizar dependiendo de la frecuencia de trabajo, entre estas antenas tenemos las de baja frecuencia (LF) y ultra alta frecuencia (UHF) las cuales se han comparado para este proyecto.

##### 3.1.8.1.1 Antena RFID RS 522 13,56 Khz (LF)



Este módulo utiliza el chip Phillips MF RC522 a 13.56Mhz el cual permite leer los chips de las tarjetas de proximidad usando la interfaz SPI a 3.3V.

Este tipo de modulo está pensado en proyectos donde se requiera autenticación o control de accesos, porque tiene cobertura de 10cm.

Especificaciones:

Tabla 13.

*Especificaciones de la antena RS522*

Corriente de operación:	13-26mA / DC 3.3V
Corriente máxima:	<30mA
Frecuencia de operación:	13.56Mhz
Soporta tarjetas tipo:	mifare1 S50, mifare1 S70, mifare ultralight, mifare pro, mifare DESfire
Dimensiones:	40mm x 60 mm

Nota: valores técnicos de la antena

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

Características:

Tabla 14.

*Características*

Frecuencia de trabajo:	13.56 Khz
Alimentación:	3.3V 10-13mA DC
Tipo de tarjetas compatibles:	S50, S70, ultraligero, pro, desfire
Dimensiones:	40mm x 60mm
Temperatura de funcionamiento:	-20 a 80 grados centígrados
Temperatura de almacenamiento:	-40 a 85 grados centígrados
Humedad relativa:	5% - 95%
Transferencia de datos:	máx 10Mbit/s

Nota: características de la antena

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

En la figura 18, se muestra los tipos de tags que maneja la antena RS522



### 3.1.8.1.2 Características de la tarjeta IC

Tabla 15.

*Características de etiqueta RFID de 13.56 MHz*

<b>Capacidad:</b>	8Kb EEPROM Cada tarjeta tiene un único número de serie de 32 bits.
	Incorpora mecanismo de anti-colisión lo que permite concurrencia en la lectura.
	No requiere de conexión a fuente de alimentación externa.
	Cuenta con un periodo de almacenamiento de 10 años, puede sobrescribirle 100.000 veces y leerse ilimitadamente.
<b>Temperatura de operación:</b>	+20 °C a 50 °C
<b>Humedad:</b>	90%
<b>Frecuencias de operación:</b>	13,56 Mhz
<b>Protocolo RF:</b>	ISO14443A
<b>Velocidad de comunicación:</b>	106Kbps
<b>distancia de lectura/escritura:</b>	<10cm

Nota. Parámetros de funcionamiento de los tags  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.8.1.3 Antena RFID BJR101 865 – 928Mhz LSID-0702 (UHF)



El lector integra con la antena, enciende un led indicador de funcionamiento, cuando detecta una etiqueta el lector, existe un zumbido que indica que está enviando datos, si no existe ninguna etiqueta en el área de cobertura este no envía señales.

Características:

Tabla 16.

*Características antena UHF*

Dimensión	250 * 250 * 60 (mm )
N.W / G.W	1.8Kg / 2.5kgs
Temperatura de trabajo	-20 ° ~ 60 °
Temperatura de almacenamiento	-40 ° ~ 70 °
Humedad	10 % a 95 % sin condensación
Antena	Antena puerto duplex individual
La potencia de transmisión	Max.30dbm ajustable
Fuente de alimentación	Interruptor AC220 a DC12V, 25W
Rango de frecuencia	902MHz - 928MHz o 865MHz - 868Mhz
Interfaz	RS232 , RS485 , wiegand26 , interfaz de entrada Tirgger
Interfaz de aire de entrada Tag	EPC Clase 1 Gen2 Standard
Las tasas más altas fecha de lectura	Una haber una sola tarjeta
Tag mueve mejor discurso	120 km / h
Recomendar el rango de lectura	5M Lectura Rang ( fiable ) : 2M
Leer gama	Configuración de referencia del diagrama de antena

Nota. Parámetros de funcionamiento de la antena

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

Tabla 17.

*Esquema de conexiones*

PS +12V	GND	485 A+	485 B-	Wiegand DATA0	Wiegand DATA1	Trigger T+	Trigger T-	232 RXD	232 TXD	GND
Rojo	Negro	Brown	Tomate	Amarillo	Verde	Azul	Negro	Purpura	Blanco	Negro

Nota. Diagrama de bloque del sistema

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.8.2 Antena RFID BJR101 (UHF) VS RC 522 (LF)

Se evaluó dos tipos de antenas, revisando las características, ya que en el proyecto no se realiza el diseño de la antena RFID se tomaron dos antenas comunes del mercado para su análisis, no se evalúan otras antenas RFID ya que el precio para adquisición es caro.

Tabla 18.

#### *Comparación de antena UHF y LF*

Antena	BJR101 UHF	RC 522 LF
Ganancia	8 db	2 db
Frecuencia de operación	902MHz - 928MHz o 865MHz - 868Mhz	13.56 Mhz
VSWR	<2:1	<3:1
Polarización	Omnidireccional	Directa
Patrón de radiación	Directo	Directo
Dimensiones	250 * 250 * 60 (mm )	40mm x 60mm
Peso	900 g	50 g
Distancia min	0.40 m	1.56 cm
Distancia max	3.60 m	34.56 cm

Nota. Parámetros de comparación entre antena UHF y LF

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

### 3.1.8.3 Antena RFID RS 522 13,56 Khz (LF)

En la siguiente tabla se muestra los resultados de las evaluaciones con la antena RFID RS 522 13.56 Mhz

Tabla 19.

#### *Matriz de evaluación de la antena LF*

Solución	Puntaje	Método de evaluación
RS522 13.56Mhz	7	Interfaz de usuario
	5	Características técnicas
	9	Costo de adquisición
	5	Tipo de certificación ISO

Nota. Parámetros de evaluación

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

#### 3.1.8.4 Antena RFID BJR101 865 – 928Mhz LSID-0702 (UHF)

En la siguiente tabla se muestra los resultados de las evaluaciones con la antena RFID BJR101 865 – 928Mhz.

Tabla 20.  
*Matriz de evaluación de la antena UHF*

Solución	Puntaje	Método de evaluación
RS522 13.56Mhz	7	Interfaz de usuario
	9	Características técnicas
	3	Costo de adquisición
	6	Tipo de certificación ISO

Nota. Parámetros de evaluación

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

#### 3.1.8.5 Resultados de factibilidad y elección del lenguaje de programación de la plataforma

Basado en la tabla de puntuación, se determinó que la Antena RFID BJR101 865 – 928Mhz LSID-0702 (UHF) fue la que gano, ya que supera en algunos puntos la antena UHF de la antena LF, aunque la antena UHF es costosa es la necesaria para el proyecto gracias a su cobertura y características que presenta, se usara en el proyecto de tesis por las ventajas presentadas.

#### 3.1.9 Módulo MP3 WTV020 SD 16S

Es un módulo para añadir los mensajes al proyecto, se puede utilizar este módulo con o sin arduino, son pocos los componentes que se utilizan para poner a funcionar este módulo. Utiliza una microSD de 1 o 2 GB se debe almacenar archivos de audio en formato AD4.

### Adaptador SD



Figura 20. WTV020SD 16  
Fuente: (CO, 2009, pág. 26)

#### 3.1.9.1 Características:

- El producto soporta plug máximo la capacidad de 1G de la tarjeta SD
- Soporta la reproducción de archivos en formato ADPCM de 4 bits
- Reconoce automáticamente los archivos de voz
- Cargable 6Khz a 32Khz, frecuencia de muestreo 36Khz AD4 audio
- Cargable 6Khz a 16Khz de frecuencia de muestreo de audio WAV
- 16 bit de salida de audio DAC Y PWM
- Se puede almacenar 512 archivos de audio
- Voltaje de funcionamiento 2.5 a 3.6 VDC

#### 3.1.9.2 Módulo MP3 WTV020SD 20S

### Diagrama de pines

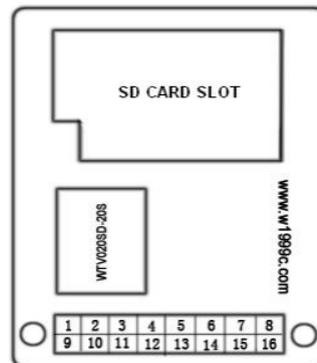


Figura 21. WTV020SD 20  
Fuente: (CO, 2009)

### 3.1.9.3 Configuración de pin

Tabla 21.

*Configuración de pins*

<b>PIN</b>	<b>SYS</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>PIN</b>	<b>SYS</b>	<b>FUNCION</b>
<b>1</b>	DC 3.3V	+3.3V	<b>9</b>	GND	GND
<b>2</b>	SPK+	Audio output	<b>10</b>	DC 3.3V	+3.3V
<b>3</b>	P07	I/O	<b>11</b>	SPK+	Audio output
<b>4</b>	P03	I/O	<b>12</b>	SPK-	Audio output
<b>5</b>	NC	NC	<b>13</b>	P06	BUSY
<b>6</b>	NC	NC	<b>14</b>	RST	Reset
<b>7</b>	P02	I/O	<b>15</b>	P04	I/O
<b>8</b>	NC	NC	<b>16</b>	P05	I/O

Nota. Pines de configuración del módulo sd

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

#### Características:

- Bajar el audio a la tarjeta SD la cual se puede reproducir, fácil de manejar y ahorrar tiempo.
- Soporta una tarjeta SD de 1 GB máximo.
- Soporta el formato WAV 16Khz máximo y AD4 a velocidad de muestreo de 6K a 32 KHz.
- Soporta 512 archivos de audio máximo.
- Fácil de cambiar el archivo de audio.
- Tiene modo de control para reproducir, pausar, ajusta el volumen y función de stop.
- Voltaje de funcionamiento: 2.5 a 4.5 DCV Y 3uA.

### 3.1.9.4 Resultados de factibilidad y elección del módulo MP3

Basado en las tablas de características de los módulos WTV020SD 16S yWTV020SD 20S, se determinó que estos módulos MP3 son parecidos en funcionamiento y características, se puede colocar cualquiera de los dos módulos. El inconveniente del módulo WTV020SD 20S es más caro y no hay muchos en el mercado mientras el

módulo WTV020SD 16S es fácil de conseguir y baja el precio en comparación del otro modulo.

Por este motivo el WTV020SD 16S fue el ganador, el cual se usa en el proyecto de tesis.

### 3.2 Diseño de hardware

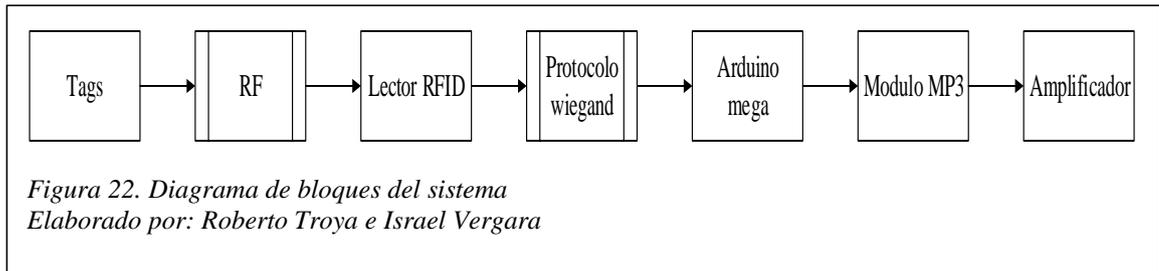
Se describe el diseño del hardware basándose en la plataforma arduino, el diseño está dividido en secciones. La primera que describe con diagrama de bloques el funcionamiento del prototipo, se presentan los circuitos de las placas electrónicas además se detalla la programación del arduino en el diagrama de flujo.

Condiciones de funcionamiento de hardware del prototipo:

- El lector RFID siempre está enviando ondas electromagnéticas a la espera de una respuesta de la tarjeta, Transponder, tag o etiqueta como se las quiera llamar registrados en el arduino.
- El arduino está pendiente del nivel alto o bajo que envíe el protocolo wiegand desde el lector, para comparar con el código o ID de las tags que está almacenado en el arduino
- El arduino graba los bits de facility code y user code que los tags poseen en su memoria para validar y activar el mensaje de audio.
- Si el tag entra en la zona de cobertura del lector, este reconocerá el ID y activará el mensaje de no ser así no se activará ningún mensaje y el lector está a la espera de un tag.

### 3.3 Diseño y Desarrollo del Sistema

#### 3.3.1 Diagrama de bloques del sistema



Cuando el Transponder entra en la zona de cobertura del lector RFID este registra el ID. El lector emite una onda electromagnética con una potencia efectiva y el transponder recibe una potencia proporcional, una cantidad de potencia es reflejada por la antena del transponder y otra potencia es recibida por el lector. El transponder envía la señal de respuesta con la información que guarda, el lector registra esa información la cual es enviada al micro controlador del arduino que procesa esa información responde con un comando para que se active los mensajes de audio ya grabados. Si es positiva la detección del transponder se generara el mensaje de audio de no ser así no se activa el mensaje.

#### 3.3.2 Criterio de Diseño

Se escogió el microcontrolador ATmegade arduino mega para el diseño del sistema, la característica principal de arduino que es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles. Posee 54 pines que pueden ser usados como entradas y salidas también tiene sin número de facilidades para comunicación con el computador y otros microcontroladores, posee 128KB de memoria flash para almacenamiento de código y de bits de los IDs de transponders que se van a guardar.

Para la parte de audio se utilizó el microcontrolador WTV020SD el cual posee un slot para un micro SD donde son grabados los mensajes de audio, estos mensajes de audio tienen el formato ad4 . La parte del amplificador de audio trabaja con 12v DC que se encuentra conectado al circuito del mp3.

El lector RFID se escogió por el rango de alcance que se desea cubrir, ya que existen diferentes frecuencias y por ende diferentes rangos de alcance. El lector que se utilizó es UHF de 5m de alcance ya que se necesita cubrir el entorno de la puerta de 3m, gracias a que la antena del lector es grande tiene mayor alcance.

Los transponder que se utilizan son pasivos los cuales no utilizan batería para su funcionamiento y reducen el área de cobertura, ya que estos utilizan las ondas electromagnéticas del lector para generar la tensión necesaria que activa el microchip del tag. Se utilizarán en forma de carnet y también adhesivos.

### 3.3.3 Descripción de los Bloques del Sistema

#### 3.3.3.1 Bloque RFID

El lector RFID de largo alcance, según la norma ISO18000-6C, el lector tiene alta exigencia en la sensibilidad del receptor, ya que el tag tiene menos energía. Normalmente la potencia del transmisor es de 100mW – 500mW. Trabaja con el interfaz wiegand.

#### 3.3.3.2 Bloque Wiegand

La función que tiene este protocolo wiegand es para la transmisión de bits del lector al microcontrolador del arduino, este tipo de transmisión se realiza de forma asíncrona por intermedio de tres hilos. Los niveles en que trabaja este tipo de protocolo son nivel alto y bajo, los cuales son enviados por cada uno de los hilos que tiene de referencia el GND común entre el hilo de DATA 1 para enviar un bit 1 o DATA 0 para enviar un bit 0.

#### 3.3.3.3 Bloque de Arduino

Opera a 5volts con batería, fuente externa o via USB, para el funcionamiento del módulo MP3 WTV020SD que está conectado a la placa de arduino, en este bloque se programó y dio las instrucciones para el funcionamiento del prototipo.

### 3.3.3.4 Bloque de Módulo MP3

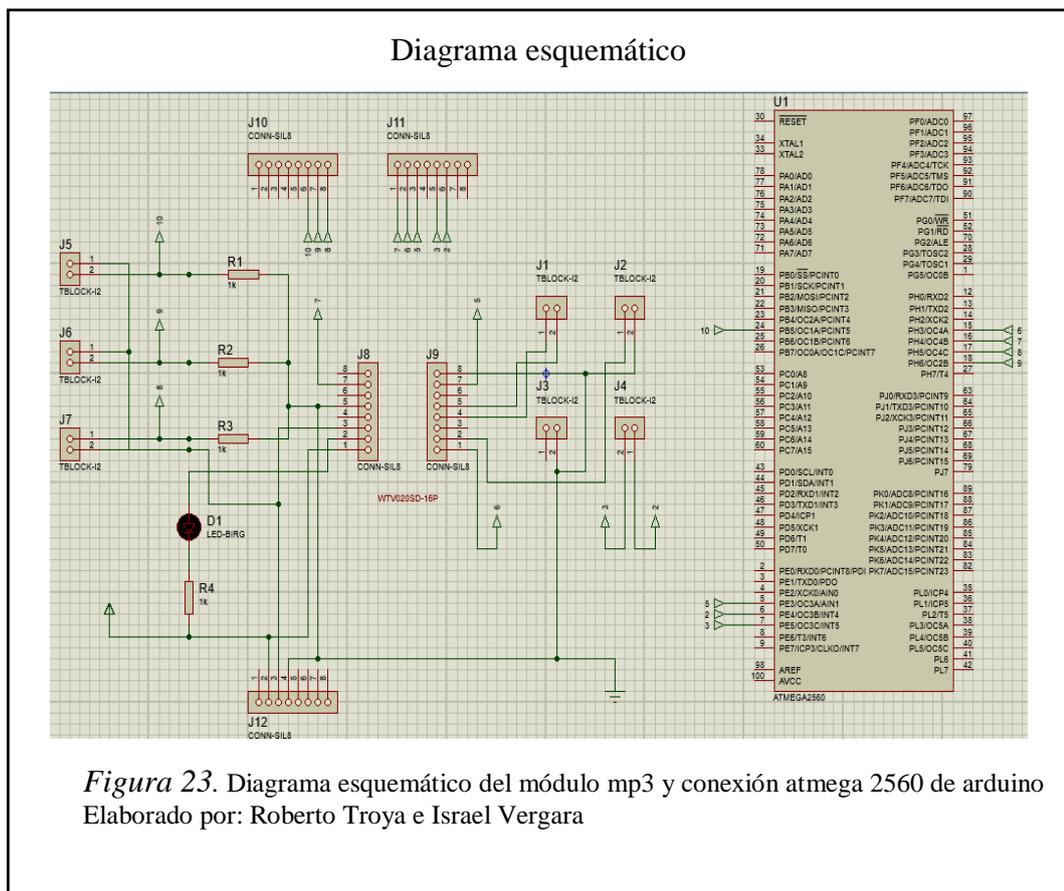
Este módulo opera a 5 volts que se obtiene de la placa arduino, posee una memoria SD de 1Gb que va colocado en el módulo WTV020SD, en esta memoria se graba los mensajes de audio en formato AD4, se usa una amplificador de audio para los mensajes de audio que va a reproducir.

### 3.3.3.5 Bloque Amplificadores de Audio

Se requiere un amplificador de audio ya que nos niveles de ruido en el ambiente no permiten que se pueda escuchar.

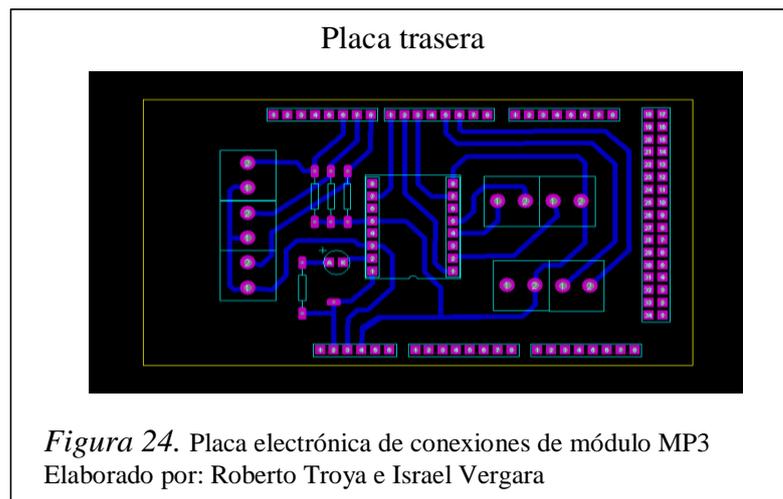
### 3.3.4 Diagrama eléctricos de los Circuitos

Se utilizó proteus para el diagrama eléctrico de los circuitos.

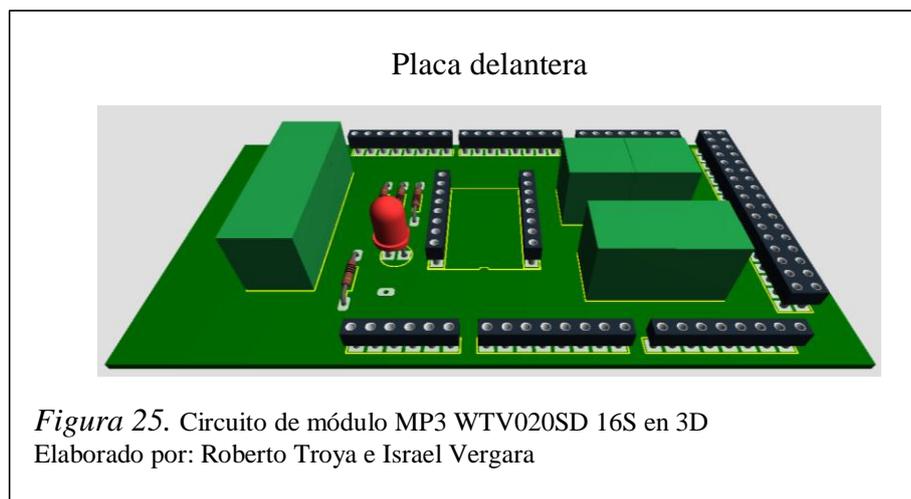


La figura 23, muestra el circuito esquemático de la parte del módulo mp3, el diseño de este circuito esquemático es como el de un shield para que tenga conexión directa con la placa del arduino y no ocupe mucho espacio, este circuito se coloca sobre el arduino además va conectado al amplificador de audio.

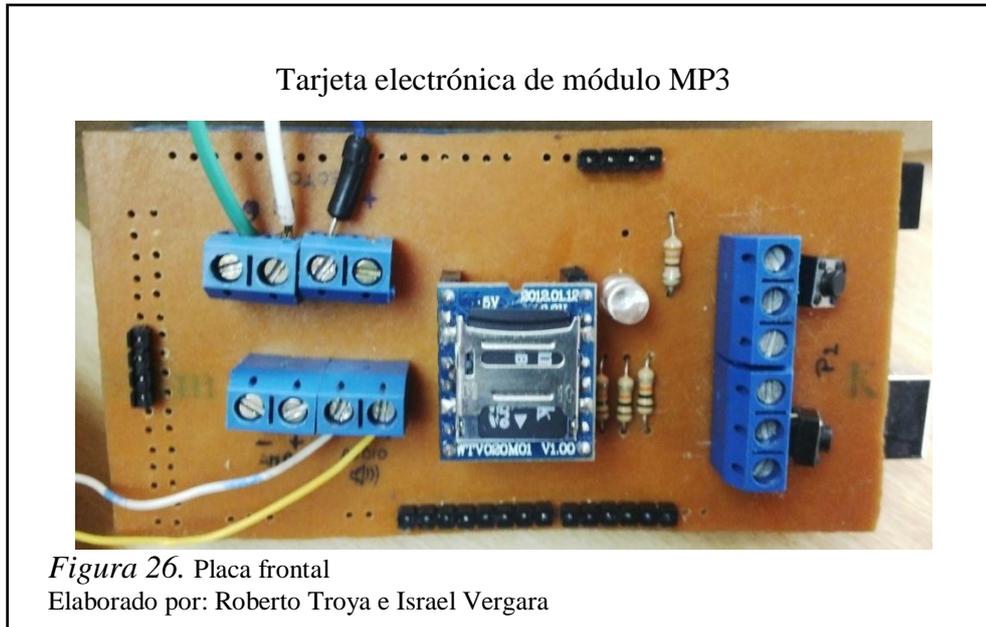
Simula la conexión del pic del arduino atmega2560 con el módulo mp3 WTV020SD 16S, que incorpora la micro SD en la que está grabado los mensajes de audio que se activan con la señal proveniente del lector RFID, este circuito tiene 3 pulsadores los cuales se presionan para escoger el mensaje que se desea reproducir y un led indicador.



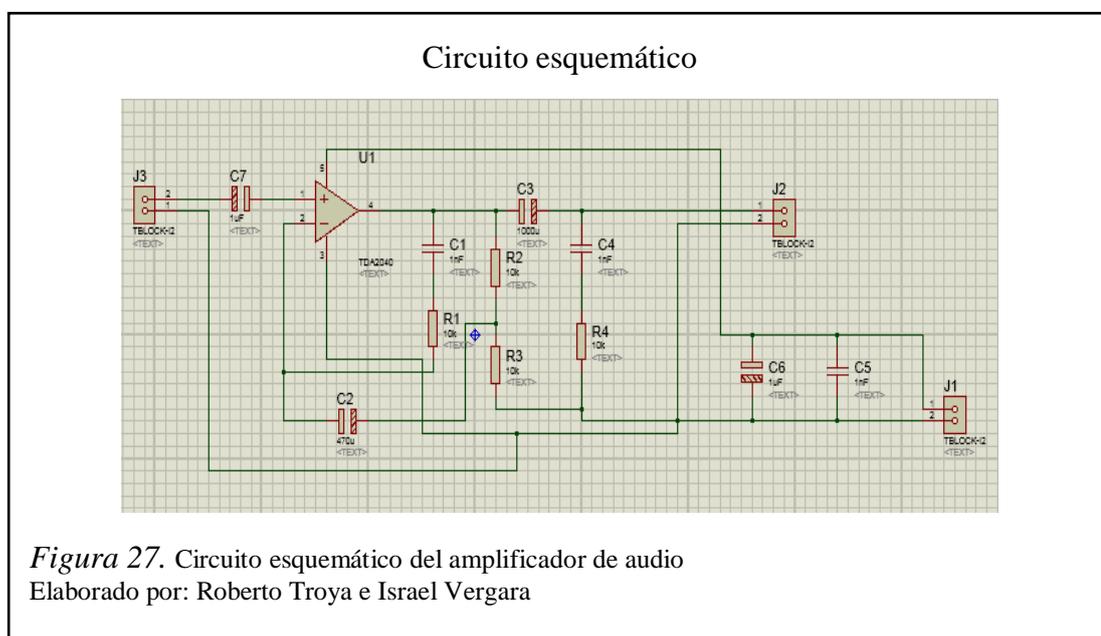
La figura 24, se diseñó con el programa proteus, se visualiza las conexiones que tiene la placa en su parte trasera, el cual va incluido varios elementos electrónicos, tales como: resistencias, pulsadores, y el módulo MP3 WTV020SD 16S, etc. Para que funcione el módulo mp3, esta placa se la diseño como shield para incorporarla sobre la placa arduino.



La figura 25, muestra el circuito en representación de 3D de la placa del módulo mp3, se visualiza los componentes electrónicos de la placa y los slots donde va el módulo WTV020SD 16S, la conexión para el amplificador, la antena RFID además las resistencias para los pulsadores y un led indicador que se prende y apaga cuando pase una etiqueta por la antena.

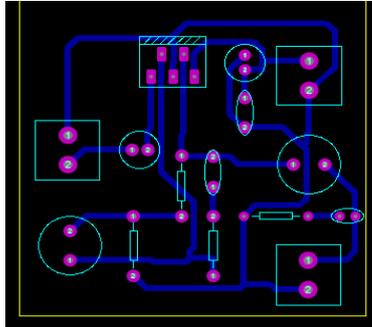


La figura 26, representa la placa física y los componentes electrónicos que se utilizaron, se puede visualizar la placa como shield la cual va sobre la placa de arduino.



La figura 27, muestra el circuito esquemático de amplificador de audio, el diseño de la placa se realizó en proteus, este amplificador se conecta al shield de mp3, se encarga de amplificar el audio que reproduce el módulo mp3.

Placa posterior del amplificador de audio



*Figura 28.* Placa trasera del amplificador de audio  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

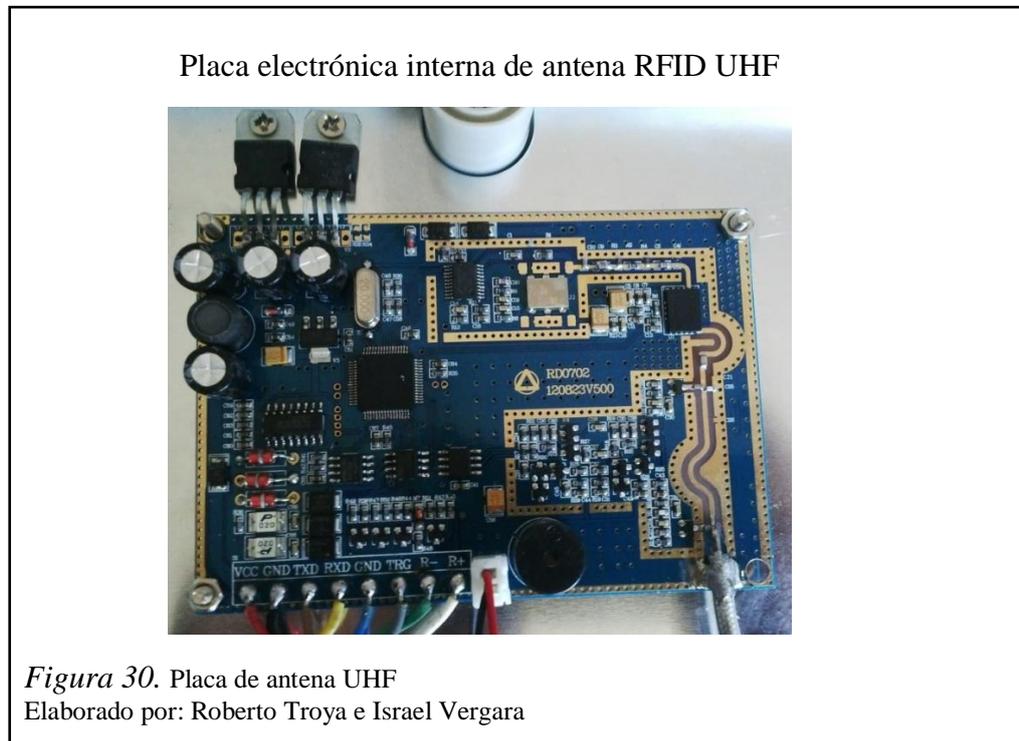
La figura 28, se visualiza las conexiones que tiene la placa en su parte trasera, el cual va incluido varios elementos electrónicos, tales como: resistencias, condensadores, etc. Este circuito se conecta con la placa shield mp3 y el arduino.

Tarjeta electrónica del amplificador de audio



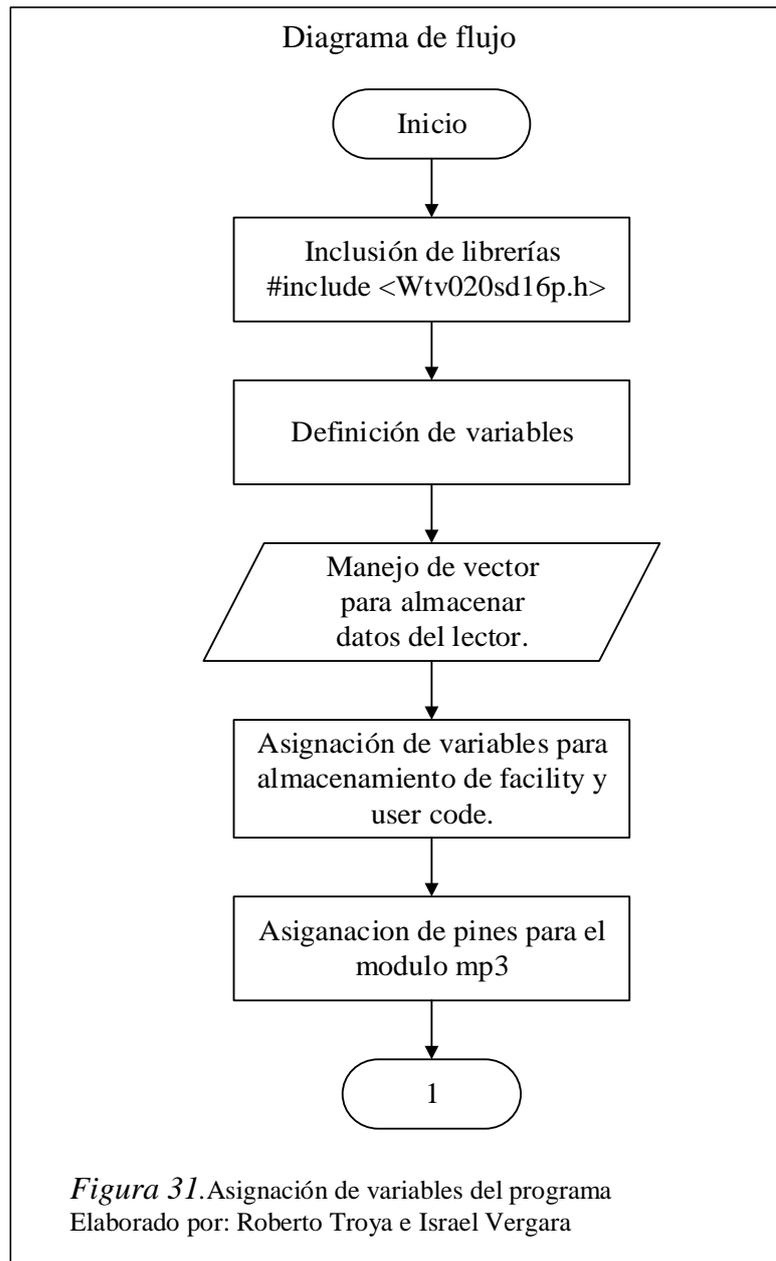
*Figura 29.* Parte posterior de amplificador de audio  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

La figura 29, representa la placa física y los componentes electrónicos que se utilizaron, se puede visualizar la placa del circuito y los slots donde se conectan el módulo mp3 y el altavoz.

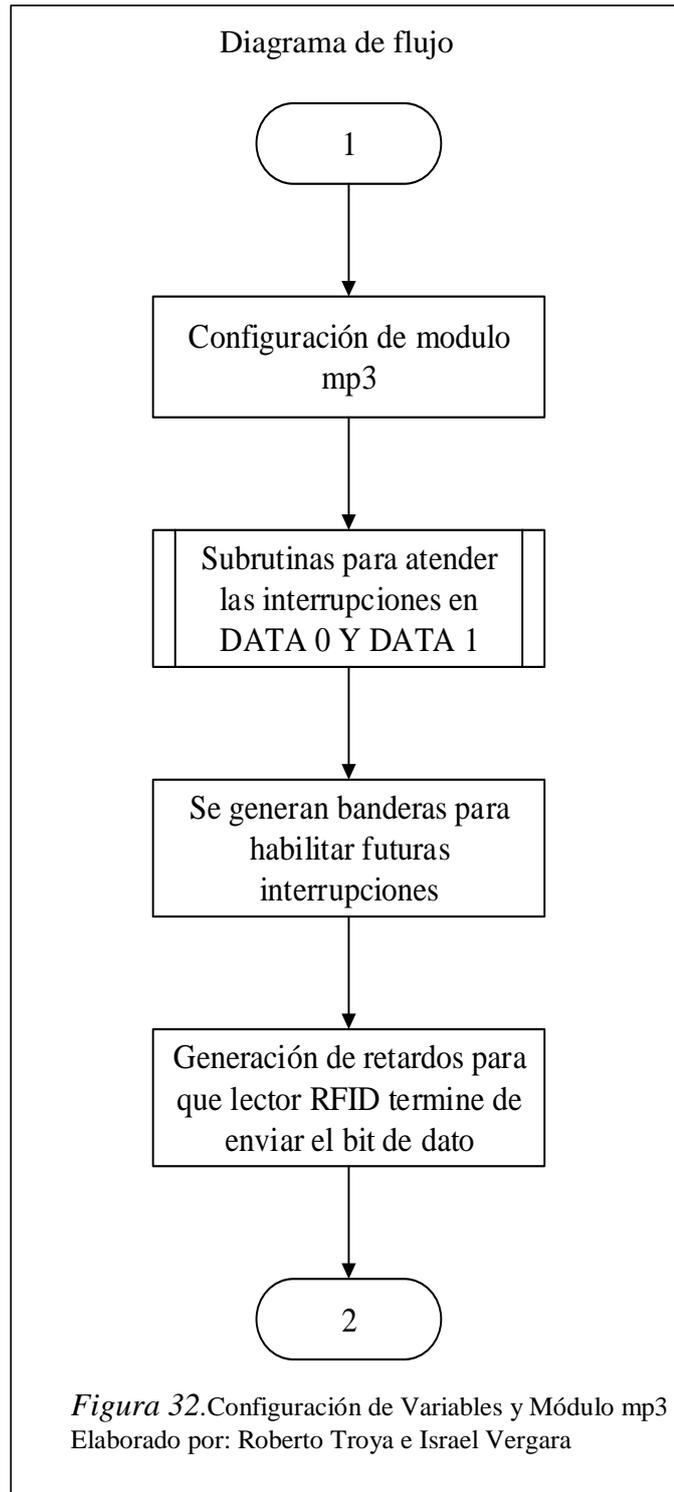


En la figura 30, se visualiza el circuito electrónico y los componentes electrónicos del lector RFID, este incorpora una bocina y un led indicador que se activan cuando la tarjeta pasa por la antena, también los cables de diferentes colores para la conexión, como: rs232, rs485 y wiegand.

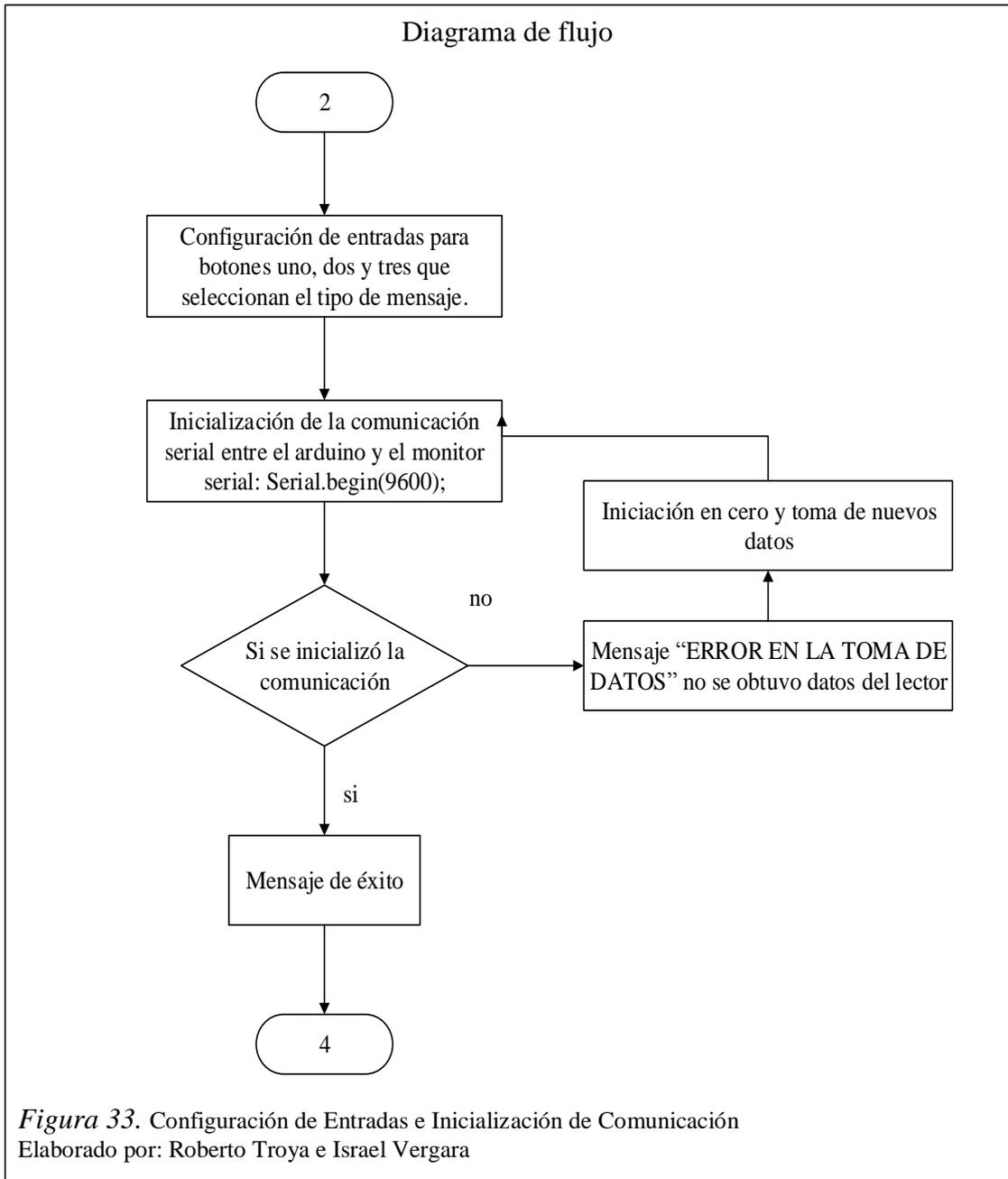
### 3.3.5 Diagrama de Flujo del Programa Empleado en Prototipo



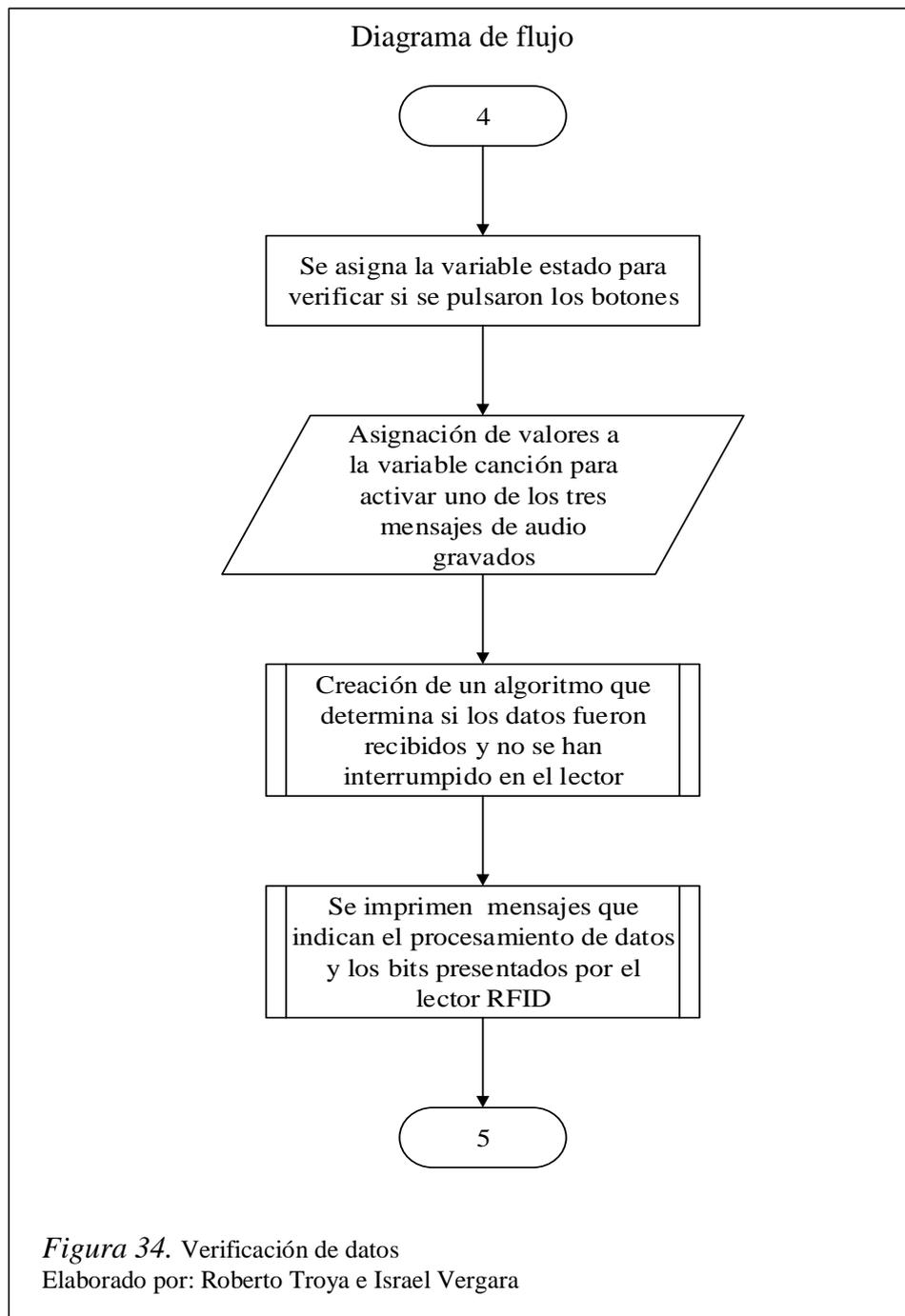
La programación inicia con la inclusión de las librerías necesarias, en este caso las librerías del módulo mp3 (`#include <Wtv020sd16p.h>`), y la asignación de pines del mismo, además el arduino reconoce esta librería y no permite que salgan errores al momento de compilar el programa, luego se procede a definir variables para el vector, asignación de pines, almacenamiento de variables, etc. El vector se crea ya que se necesita almacenar códigos de identificación de los tags en el cual se escribe el facility code y el user code de cada tag.



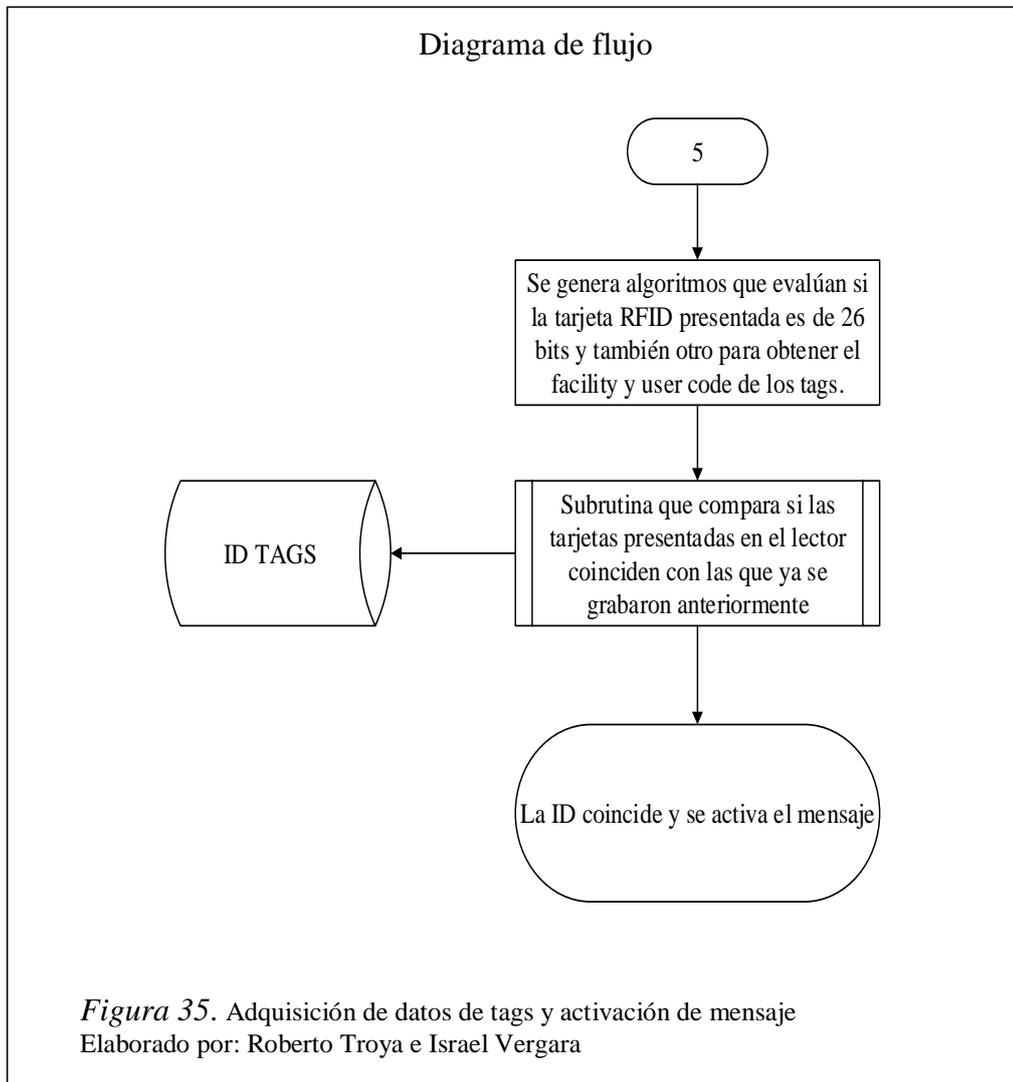
Después de asignados los pins de entrada y salida para configurar el módulo mp3, además se crea una subrutina la cual se atienden las interrupciones de data 0 y data 1 que el lector envía al arduino, también se generan banderas la cuales habilitan las interrupciones nuevamente de data 0 y data 1 y se da el tiempo necesario con retardos de enviar los datos al arduino para procesar esos datos.



Se configuran las entradas para los tres botones que activaran el mensaje de audio, siguiendo por la inicialización de la comunicación entre el arduino y el monitor serial, para visualizar si se intercambiaron los datos con un mensaje de éxito o si no lo ha hecho con un mensaje de error.



Se verifica el estado de la variable canción que contiene a los pulsadores si estos fueron pulsados se activara el mensaje si fue pulsado cualquier botón, se crea un algoritmo que determina si los datos fueron recibidos y no se han interrumpido en el lector se imprime en un mensaje el cual indica el procesamiento de datos y de bits que presenta el lector.



Se genera un algoritmo que evalúa si el tag presenta los 26 bits correspondientes y también otro algoritmo para obtener el facility code y el user code de cada tag, se crea una subrutina que compara la ID almacenada con la ID que el lector está obteniendo ese instante, si este ID coincide con uno que fue grabado reproduce el mensaje.

## CAPÍTULO 4

### Pruebas y resultados

#### 4.1 Introducción

En el presente capítulo se detalla las pruebas de funcionamiento que se realizaron en el prototipo de señalética auditiva que se espera implementar dentro de la Universidad Politécnica Salesiana, con la finalidad de verificar el correcto funcionamiento del mismo y documentar las capacidades reales con que se cuenta. Se realizan pruebas básicas tales como la distancia de lectura, si existen errores de lectura, que sucede si existe más de una etiqueta dentro de la zona de lectura, si el audio proporcionado es adecuado para el oído de las personas no videntes. Los resultados se presentan a continuación.

#### 4.2 Pruebas de lectura del RFID

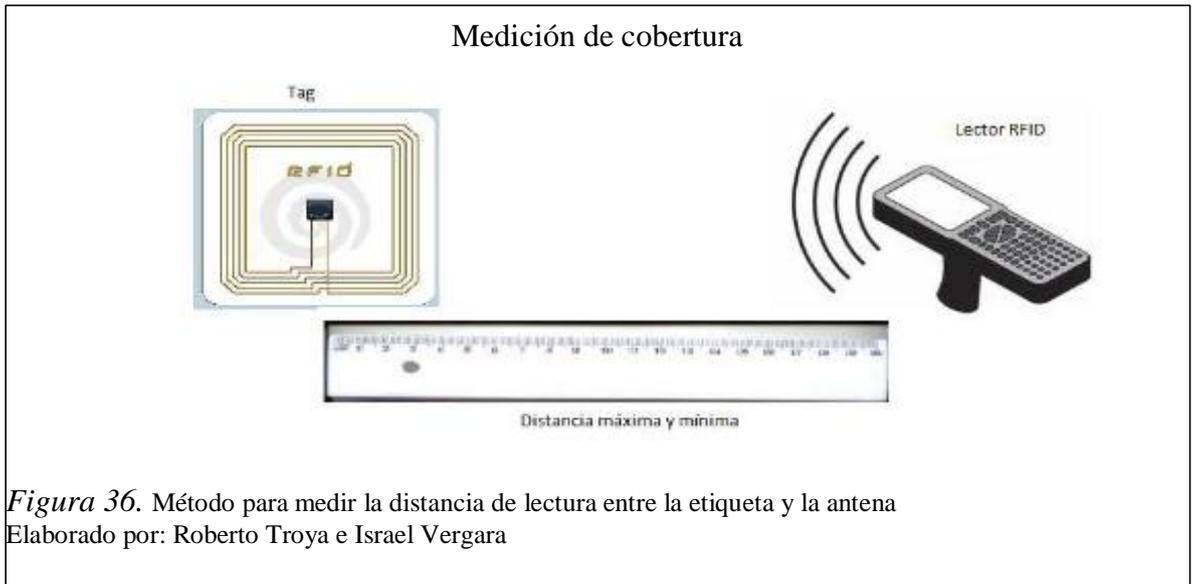
Se realizaron pruebas con varios tipos de antena y etiquetas. La finalidad de estas mediciones es optimizar el desempeño del prototipo y determinar si el prototipo puede cumplir con los requerimientos y las necesidades de los usuarios. Para esto se seleccionó dos tipos de antenas para poder determinar cuál presenta el comportamiento más óptimo para la aplicación, seguido de pruebas de lectura con diferentes tipos de etiquetas para comparar su desempeño.

##### 4.2.1 Antenas y distancia de lectura

Se evaluó la antena seleccionada en el capítulo 3 previo al análisis ya mencionado, realizando mediciones para determinar la distancia máxima y mínima de lectura, es decir el rango de lectura del módulo. Como no es objetivo del presente trabajo el diseño de una antena para el módulo RFID se tomó una antena común del mercado para su análisis y adaptación del módulo RFID.

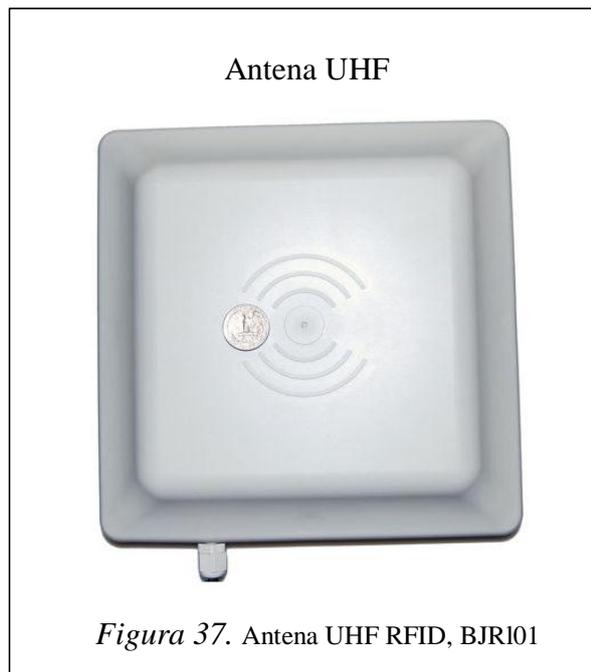
El método consiste en colocar el módulo RFID en modo de lectura continua, mientras se varía el parámetro de distancia entre la antena del lector RFID y la etiqueta electrónica que se desea leer, utilizando la potencia máxima del lector (31 dBm) y la

potencia mínima (8dBm) para determinar la distancia máxima de lectura como se puede observar en la Figura 36



La antena utilizada es:

a. UHF RFID, BJRI01



### 4.3 Resultados obtenidos

Al proceder a medir la distancia de cobertura de la antena se realizó varias mediciones en diferentes alturas y en diferentes ganancias lo cual se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 22.  
Resultado de las Mediciones

<b>Antena</b>	<b>Distancia mínima de lectura</b>	<b>Ganancia</b>
<b>BJRI01</b>	0.40m	8dBm
	0.80m	10dBm
	1.20m	12dBm
	1.60m	14 dBm
	2.00m	16 dBm
	2.40m	18 dBm
	2.80m	20 dBm
	3.20m	22 dBm
	3.60m	24 dBm
	4.00m	26 dBm
	4.40m	28 dBm
	4.80m	30 dBm
	5.20m	32dBm

Nota: mediciones en dbm a diferentes valores  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

Con los resultados obtenidos se escogió la antena BJRI01 por los siguientes motivos:

- Es una antena que su rango de lectura va desde los 0.40m hasta los 5.20m utilizando la potencia de 32dbm o cual permite tener un mejor rango de cobertura mientras el usuario está cerca de la antena.
- Su tamaño es apropiado para el prototipo ya que se puede empotrar fácilmente en cualquier superficie.

- Es una antena omnidireccional lo cual permite que en espacios abiertos pueda captar de mejor manera la señal.

#### 4.4 Pruebas de laboratorios de la Antena

Para sustentar el comportamiento de la antena se realizó varias pruebas con el equipo Fieldfox N9917A que trabaja a una frecuencia mínima de 30kHz a 18GHz el cual consta con varias funciones, las que permitirán visualizar el espectro, la frecuencia y el rango en el que trabaja la antena.

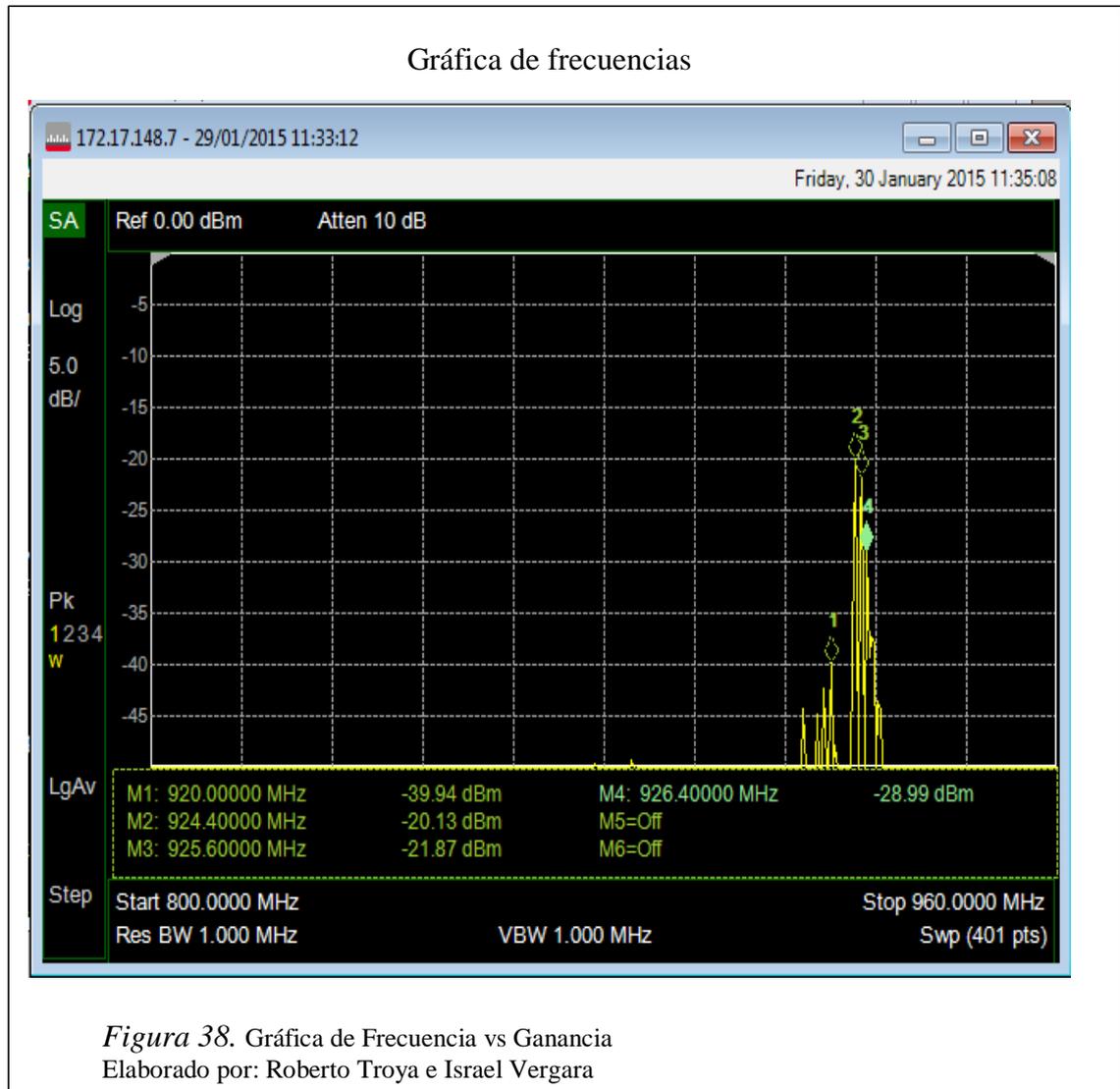
##### 4.4.1 Las pruebas realizadas son las siguientes:

Se Determina la frecuencia y la ganancia de funcionamiento de la antena RFID utilizando un equipo llamado fieldfox el cual fue prestado por el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana, el que permite visualizar las ondas emitidas por la antena y capturar los picos de frecuencia en los que trabaja la antena seleccionada para la elaboración del proyecto de titulación, este equipo de laboratorio también muestra todas las señales que se emiten en el espacio en tiempo real en los parámetros de configuración.

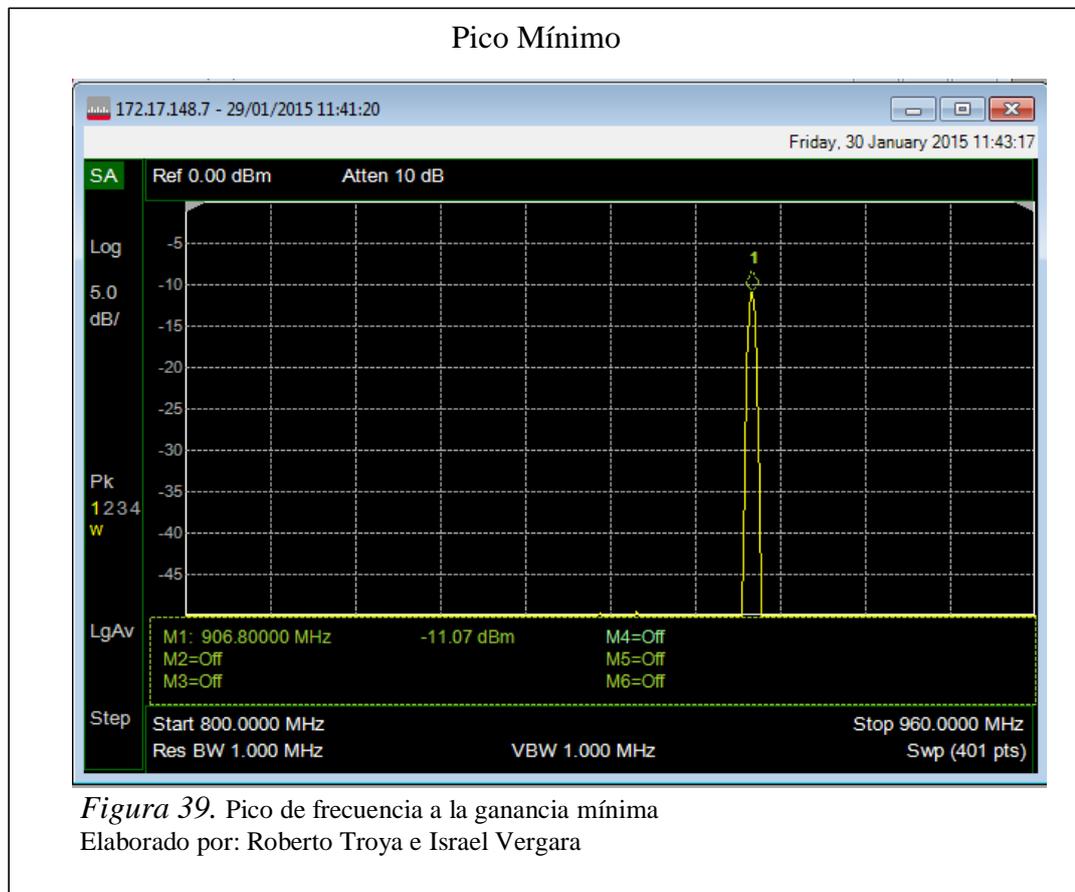
Los parámetros seleccionados para las pruebas son:

- Reconozca ondas de frecuencia en un rango de 850 y 980MHz, ya que esto permitirá una mayor facilidad al momento de detectar la frecuencia de la antena seleccionada.
- La ganancia a reconocer por el dispositivo de laboratorio está configurada en 5dbm a 50dbm lo cual está en el rango de cobertura de la antena.

En la figura 38, se puede observar el funcionamiento de la antenna teniendo en el eje Y la frecuencia y en el eje X la ganancia, dando como resultados las señales de la antenna emitida en el espacio. Así se tiene, el pico más alto a: M2, la cual trabaja a una frecuencia de 924MHz y a una ganancia de 20,13dBm.



Así también, en la figura 39 se puede observar en el eje Y la frecuencia emitida por la antena y en el eje de las X la ganancia. Al emitir un pulso desde el tag hacia el lector RFID, se obtiene que la frecuencia de funcionamiento de la antena es de 90680000Mhz a una ganancia de 11.07dBm. Demostrando de esta manera, que la antena seleccionada está en el rango de frecuencia establecido por el fabricante.



## Pico de frecuencia

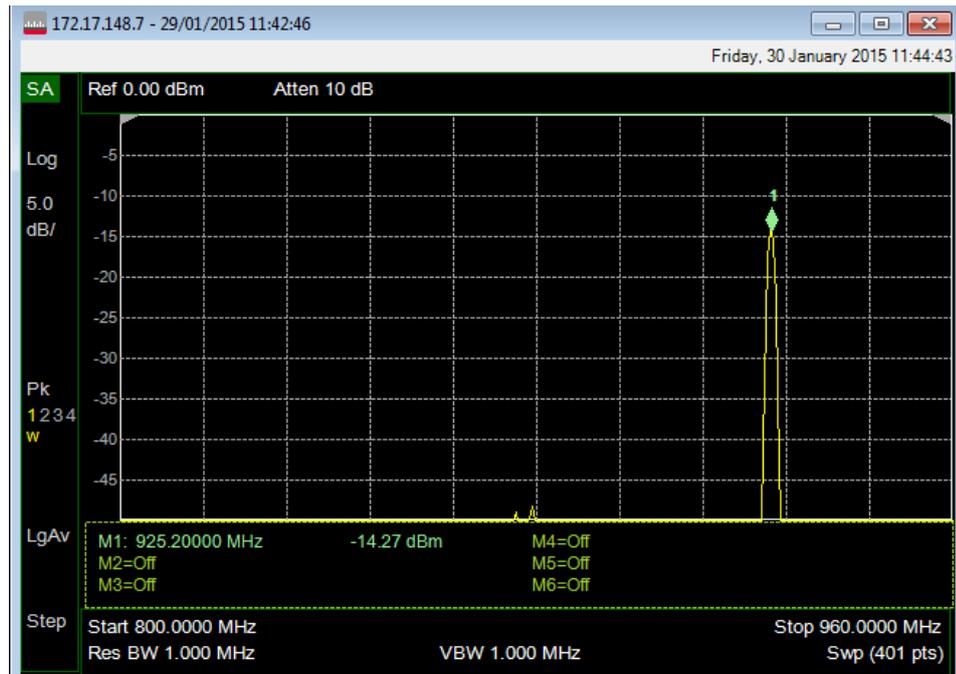


Figura 40. Pico de frecuencia

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

En las pruebas realizadas se utilizó rangos de 860-980MHz; sin embargo, en las figuras 38, 39 y 40 se puede observar la frecuencia real de la antena, establecida por el fabricante que demuestra que las pruebas son idóneas e igualmente que una buena comunicación entre la antena y el tag.

#### 4.4.2 Espectrograma

A continuación utilizamos un espectrograma, equipo que mide las señales que se encuentran en el ambiente. En primera instancia, realizamos pruebas con las tarjetas RFID y la antena, dando como resultado el rango de funcionamiento de la antena y los picos emitidos al momento de ser activada por las tarjetas RFID.

Teniendo en la figura 41 y 42 las señales que se encuentran en el ambiente, las cuales pueden ser interferencia o ruido, las que son capturadas continuamente por el FieldFox en el rango de frecuencia de la antena UHF. Así también, los pulsos emitidos por el tag, se pueden observar como pequeños puntos (lado derecho gráfica).

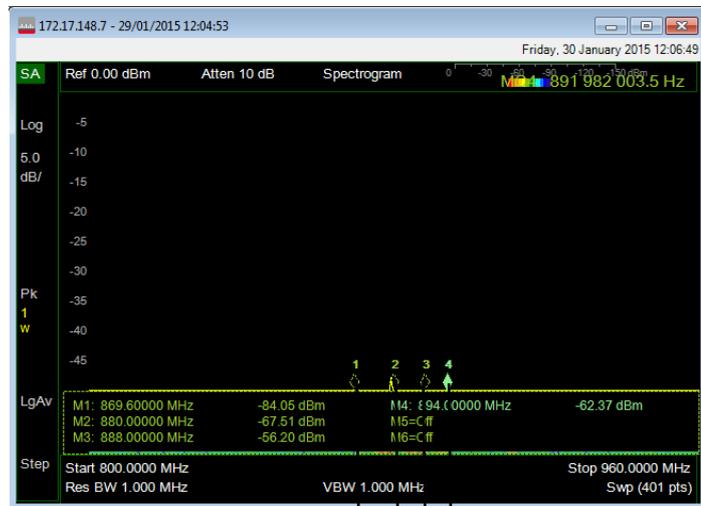


Figura 41. Rango de Frecuencias del Espectro

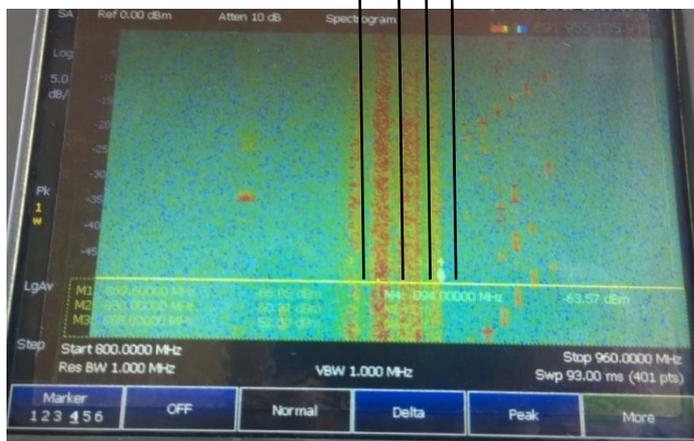


Figura 42. Espectro de Frecuencia  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

#### 4.4.3 Rango de Funcionamiento de la antena

Se puede observar en la figura 43 y 44 que al pasar la etiqueta por la antena y la misma, esté emitiendo señal, se tiene que el rango de frecuencia a la que la antena trabaja es de 905-926 MHz. Adicionalmente, se verifica en las figuras que existen muchas señales en el ambiente, las cuales son detectadas por el FieldFox, dentro de un rango de 860 MHz-890 MHz. Cabe indicar, que estas señales pueden afectar la detección, ya que dicho rango de frecuencia se aproxima al que trabaja la antena RFID.

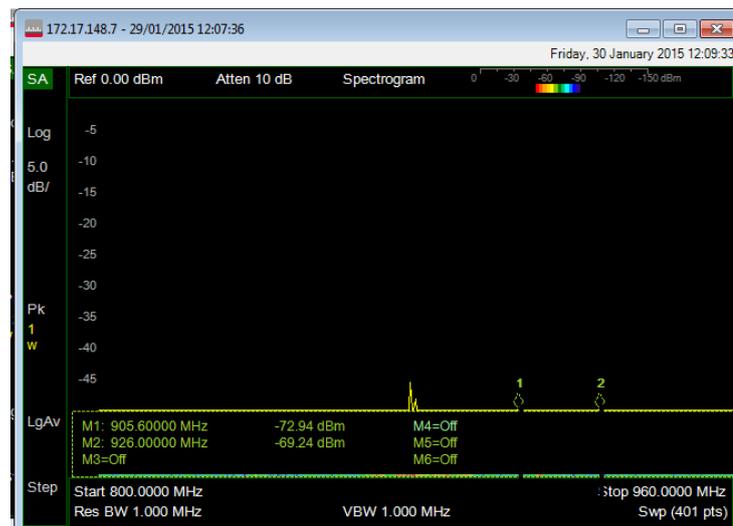


Figura 43. Gráfica de frecuencias de funcionamiento del lector

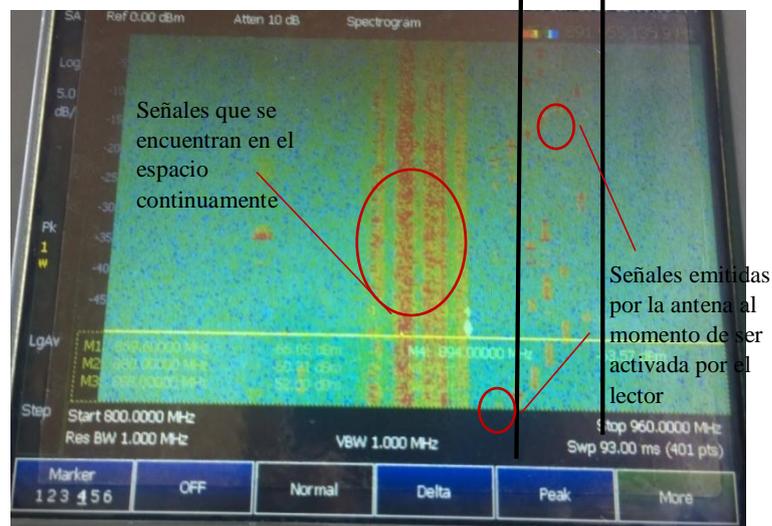


Figura 44. Señales emitidas por el tag  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

#### 4.5 Pruebas con Etiquetas

Se realizaron pruebas de lectura con 2 tipos de etiquetas con la finalidad de comparar su desempeño

Las etiquetas utilizadas para la comparación son las siguientes:

- Etiqueta ISO18000-6B
- Etiqueta EPC Class1 Gen1 ALL-9338

Sus características técnicas se presentan en la tabla

Tabla 23.

*Características de las etiquetas RFID*

<b>Etiqueta</b>	<b>Frecuencia central</b>	<b>Frecuencia de operación</b>	<b>Memoria de uso</b>	<b>Tamaño de identificador único</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Fabricante</b>
ISO 18000-6B TTF-Label 12x180-PH46	868 Mhz	860-960 Mhz	1728 bits	64 bis	12x180mm	X-Ident Technology
EPC Class1 Gen1 ALL-9338	915Mhz	860-960 Mhz	128 bits	96 bits	98.2x12.3 mm	Alien Technology

Nota. Tabla de frecuencias las etiquetas

Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

Se realizaron pruebas para determinar cuál es la etiqueta con mejor desempeño al momento que el usuario pasa cerca del lector determinando que la tarjeta más óptima es la ISO 18000-6B.

Tabla 24.  
Resultados de Lectura

Etiqueta	Distancia Promedio de lectura
ISO 18000-6B	3.5m
EPC Class 1 Gen1 All 9338	16,5cm

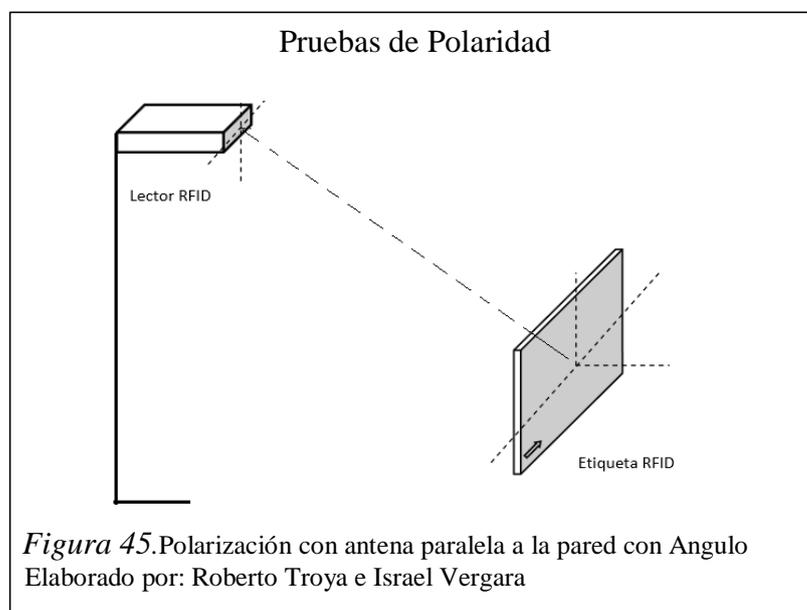
Nota. Distancias promedio de medición de la etiqueta  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

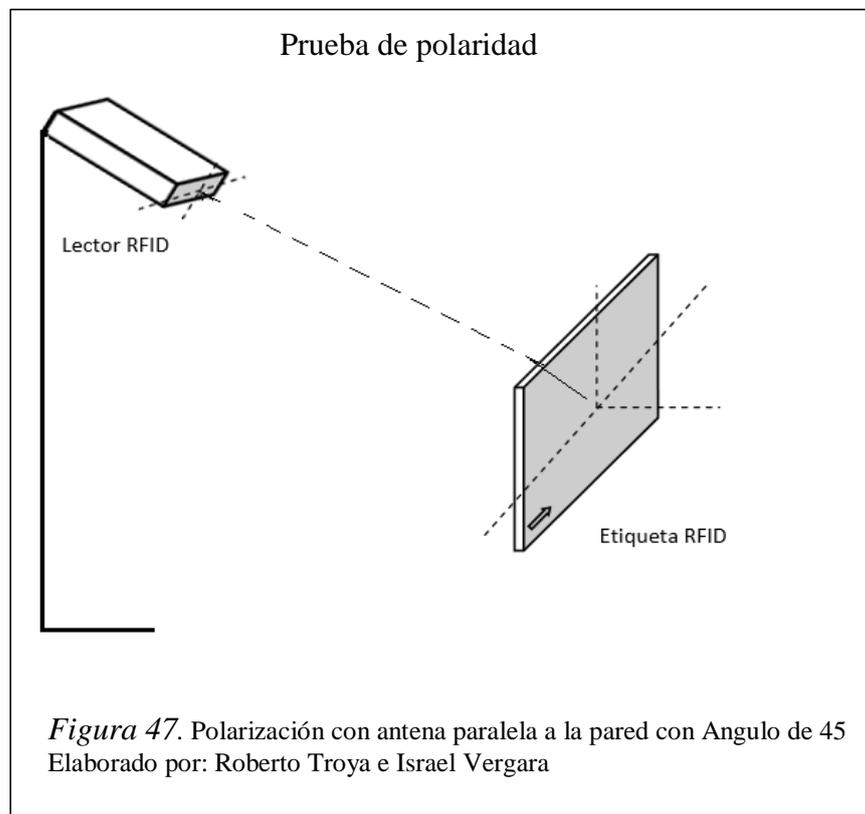
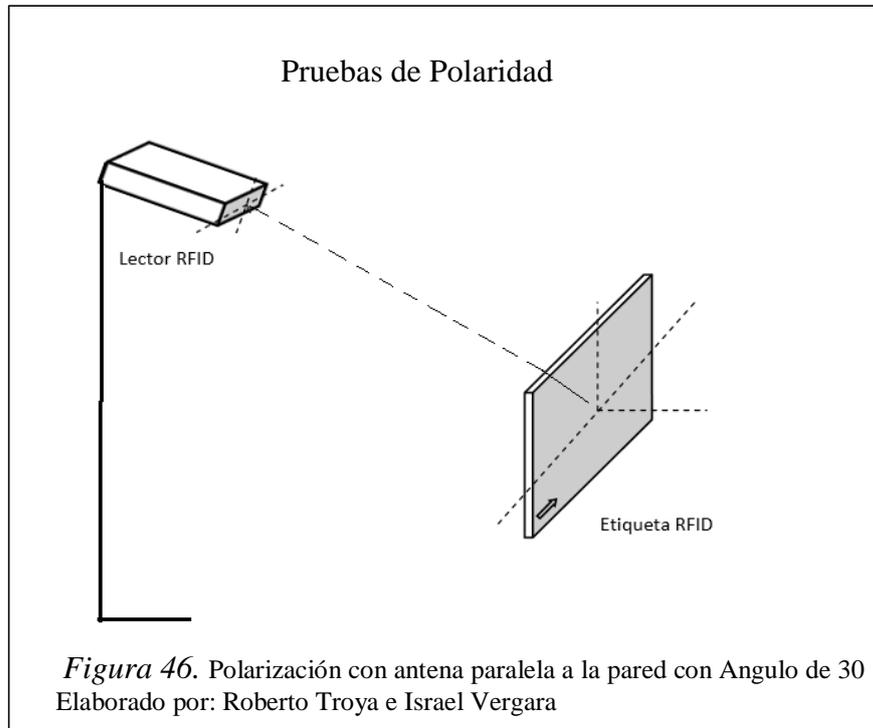
Estas mediciones indican que la etiqueta ISO 18000 6-B del fabricante X-Technology tiene un mejor desempeño que las otras etiquetas bajo las mismas condiciones de prueba. Sus dimensiones son apropiadas para ser portadas por los usuarios en un colgante como una tarjeta de presentación.

#### 4.6 Pruebas de lectura bajo diferentes polarizaciones

La antena utilizada para la implementación tiene una polarización omnidireccional, por lo cual es importante realizar pruebas del efecto que tiene esta característica en la distancia de lectura. Se debe comprobar el efecto que produce la orientación de la antena con respecto de la etiqueta.

A continuación se comparan los siguientes casos con la antena a diferentes alturas y diferentes ángulos, ya que esto siempre variará dependiendo del lugar y la infraestructura a instalar.





Como se muestra en las figuras 39, 40 y 41 se ha realizado pruebas a través de la polarización con ángulos de  $90^\circ$ ,  $30^\circ$  y  $45^\circ$ , pudiendo determinar que la antena tiene una mayor eficiencia de trabajo en el aire libre al usar un ángulo de  $45^\circ$ .

#### 4.7 Análisis del desempeño del Prototipo

Con la finalidad de evaluar el desempeño del prototipo de Señalética Auditiva se realizaron pruebas dentro de la Universidad Politécnica Salesiana - campus El Girón. Las pruebas realizadas son mediante la evaluación del tiempo de respuesta del equipo, en el momento en que una persona no vidente pasa cerca del lector y se activa el audio, en un volumen óptimo para ellos, debido a que son más sensibles que las personas sin discapacidad visual.

Se inician las pruebas facilitando una tarjeta RFID a la persona no vidente, la cual la portará en el cuello en forma de identificación. Posterior, la persona no vidente al encontrarse cerca del ingreso de la Tiflobiblioteca, lugar donde se encuentra ubicada la antena. Entonces, la antena recibe la señal de la tarjeta que la persona no vidente porta y le indica la ubicación que dicha persona tiene en ese mismo instante, dándole la facilidad de mejorar sus referencias para movilizarse de un lugar a otro. Por lo tanto, el equipo se activará al momento de cada pasada del portador de una tarjeta RFID.

Para determinar si el audio es óptimo para el oído de las personas no videntes se procedió a realizar una prueba de sonido con varias personas no videntes, las cuales dijeron que el audio del parlante usado es óptimo para el prototipo del equipo. Sin embargo, cabe denotar que el audio del equipo es regulable, para permitir cambios dependiendo del medio donde será implementado el dispositivo.

Pruebas dentro del campus el Girón



*Figura 48.* Prueba de desempeño del equipo  
Elaborado por: Roberto Troya e Israel Vergara

## Conclusiones

Luego de las pruebas realizadas y los resultados conseguidos se considera que se han alcanzado los objetivos planteados para el proyecto.

Se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Se implementó un prototipo de señalética auditiva multimodo con tres diferentes modos de uso, que permite a las personas no videntes conocer su ubicación dentro de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón con los mensajes de audio que son activados cuando la etiqueta pasa por el prototipo.
- Se utilizó la plataforma arduino en este proyecto por sus diferentes características técnicas para configurar y manejar el equipo RFID que consta del lector, antenas y etiquetas, con la utilización de librerías, sentencias, vectores ya que el software y hardware es libre y que permitirá el óptimo funcionamiento del equipo.
- Las pruebas realizadas con el prototipo han sido satisfactorias. Se pudo comprobar que la detección de la antena en un rango de 1 a 3 m (11 dbm – 21dbm) es óptimo, no trabaja a 5 m ya que existe pérdidas, interferencia, perturbaciones por las ondas electromagnéticas existentes en el ambiente, además que el audio no se escucharía con claridad a 5 m por la distancia y el ruido que las personas producen cuando pasan cerca del dispositivo. Sin embargo, para las necesidades de este proyecto se cumplió con el objetivo planteado.
- Se comprobó que la tecnología RFID se la puede emplear en distintas áreas ya que tiene diferentes aplicaciones, gracias a las características como frecuencia, ganancia, cobertura que va desde 0.15 m (baja frecuencia 13.56 M Hz) hasta sobre pasar los 20 m o más (micro ondas 1G Hz) también la velocidad de transmisión la cual es rápida y no se pierde en el envío.
- Se realizó una prueba de eficiencia del equipo con estudiantes no videntes de la Universidad Politécnica Salesiana la que permitió valorar el desempeño del prototipo al ser instalado en diferentes áreas dentro del campus realizando una encuesta la que permitió determinar que de cada 10 estudiantes no videntes que

frecuentan la Tiflobiblioteca 9 están de acuerdo con la implementación de este dispositivo, ya que de esta manera se sienten más cómodos e incluso más seguros al momento de caminar dentro de la Universidad.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda que la tarjeta RFID sea entregada por los guardias de seguridad al ingreso de la Universidad ya que de esta manera las personas no videntes sabrán la manera correcta de portarla y esto ayudara a un mejor desempeño del equipo.
- Se pueden realizar mejoras a la funcionalidad del equipo con la utilización de otras tecnologías tales como WI-FI O RF las cuales podrían ser utilizadas como mecanismos de comunicación.
- Para que el prototipo diseñado en este proyecto de titulación sea rentable y factible para una implementación, se recomienda trabajar en conjunto con el área de telecomunicaciones ya que esta permitiría la fabricación de las antenas RFID y de esta manera bajar costos al momento de elaborar el proyecto y así poder hacer la implementación completa dentro de la Universidad.

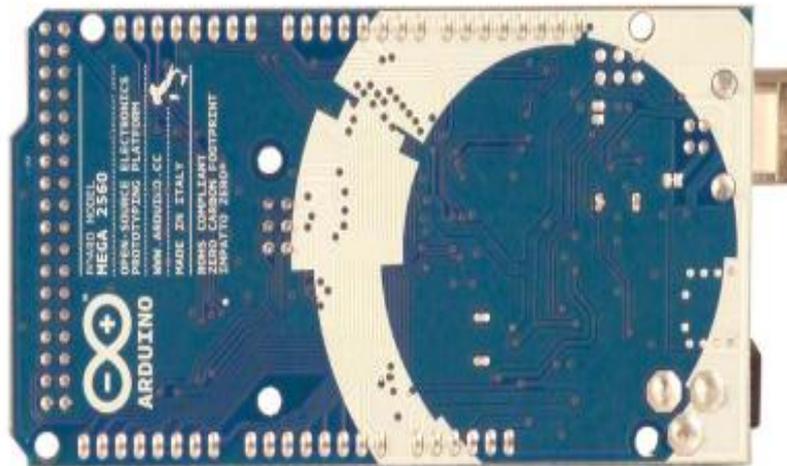
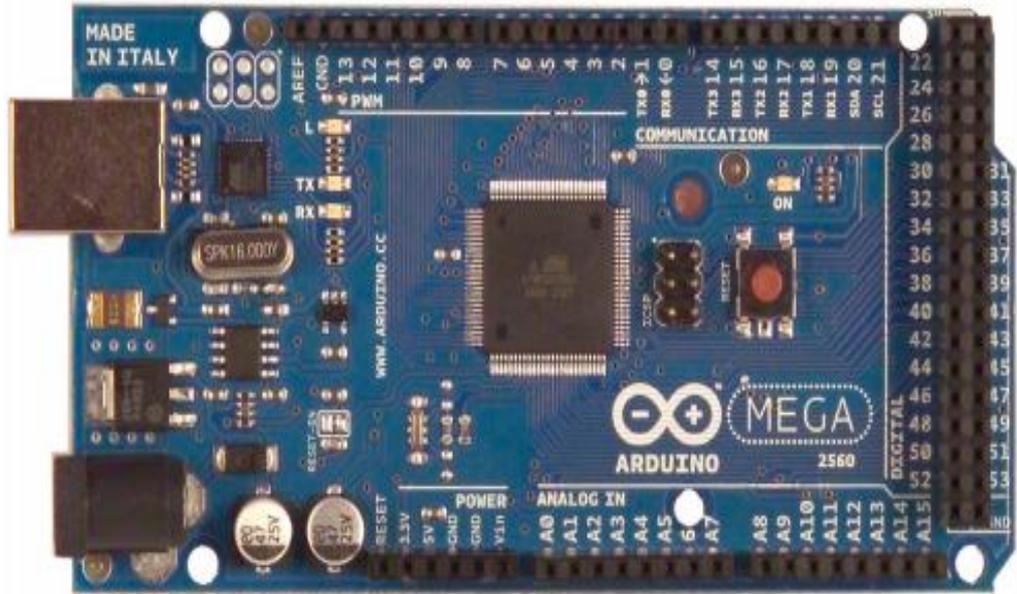
## Lista de referencias

- 3DSO. (14 de Febrero de 2012). *3DSO*. Obtenido de <http://3dsmallobject.com/media/imatges/iconos5.gif>
- Aliexpress. (07 de febrero de 2015). *Aliexpress*. Obtenido de [http://i01.i.aliimg.com/wsphoto/v0/1986499473\\_1/2014-New-RC522-Card-Read-font-b-Antenna-b-font-font-b-RFID-b-font-font.jpg](http://i01.i.aliimg.com/wsphoto/v0/1986499473_1/2014-New-RC522-Card-Read-font-b-Antenna-b-font-font-b-RFID-b-font-font.jpg)
- Bezugsquelle. (07 de Febrero de 2015). *Regnerischer Nachmittag*. Obtenido de <https://regnerischernachmittag.wordpress.com/2013/07/03/liste-aller-nfc-rfid-evalboards-arduino-shields/>
- bot, p. (25 de enero de 2011). *project bot*. Obtenido de <http://projectbot.blogspot.com/2011/01/sobre-arduino-y-su-lenguaje.html>
- buildcircuit. (marzo de 2012). *buildcircuit*. Obtenido de <http://www.buildcircuit.net/audio/9-wtv020sd-16p-music-module.html>
- Cadena Moran, D. A., & Romero Sanchez, L. G. (13 de Junio de 2011). *Repositorio Espe*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4697/1/T-ESPE-032816.pdf>
- CO, G. W. (09 de noviembre de 2009). *avrproject*. Obtenido de <http://avrproject.ru/chasy-budilnik/WTV020SD.pdf>
- Design, P. (04 de Octubre de 2014). *Señalética Orientadora*. Obtenido de Blogger: [http://4.bp.blogspot.com/\\_HJKoKAwUuJM/S8UwPsG616I/AAAAAAAAAA4k/uvve0Ljt9T0/s1600/orientadora+montada+2+copia.JPG](http://4.bp.blogspot.com/_HJKoKAwUuJM/S8UwPsG616I/AAAAAAAAAA4k/uvve0Ljt9T0/s1600/orientadora+montada+2+copia.JPG)
- Dipole. (07 de Julio de 2013). *Dipole RFID Engineers*. Obtenido de <http://www.lectoresrfid.com/>
- Duarte, A. (07 de Febrero de 2015). *ARTINTERACTIVO*. Obtenido de <http://www.artinteractivo.com/tutorial-arduino>
- eard3d. (2014). *eard3d*. Obtenido de <http://www.eard3d.com/#!product/prd14/2582112471/arduino-mega-%28gen%C3%A9rico%29>
- espe, r. (2011). *repositorio espe*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4661/1/T-ESPE-032742.pdf>
- Favicon. (04 de Enero de 2015). Obtenido de [http://wiki.ead.pucv.cl/images/thumb/8/8d/Se%C3%B1alética\\_por\\_piso.jpg/500px-Se%C3%B1alética\\_por\\_piso.jpg](http://wiki.ead.pucv.cl/images/thumb/8/8d/Se%C3%B1alética_por_piso.jpg/500px-Se%C3%B1alética_por_piso.jpg)
- Fernandez, L. E. (09 de Diciembre de 2012). *dspace*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1925/13/UPS-CT002362.pdf>

- Imagi. (29 de Marzo de 2012). *Imagi*. Obtenido de [http://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml\\_\\_get\\_\\_3eacf3a5-7a06-11e1-8123-ed15e3c494af/informativas3.gif](http://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml__get__3eacf3a5-7a06-11e1-8123-ed15e3c494af/informativas3.gif)
- Ing. Marcel Pedreira Marcel, D. V. (septiembre de 2013). *scielo*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282013000300008&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282013000300008&script=sci_arttext)
- Jose Luis Navarro Lizandra. (13 de Noviembre de 2014). *Fundamentos del diseño*. Obtenido de <http://books.google.com.ec/books?id=hUyevVdFgk8C&pg=PA69&dq=se%C3%B1aletica&hl=es-419&sa=X&ei=3PaVU77cDemhsASyi4HoAw&ved=0CEkQ6AEwBg#v=onepage&q&f=false>
- kernel\_reloaded. (07 de Febrero de 2015). *kernel\_reloaded*. Obtenido de <http://kernelreloaded.blog385.com/index.php/archives/fix-arduino-mega-2560-avr-libc-issue/>
- nextiafenix. (24 de enero de 2015). *nextiafenix*. Obtenido de <http://www.nextiafenix.com/arduino-vs-pic-la-gran-batalla/>
- Portillo, J. I. (10 de DICIEMBRE de 2007). *CEDITEC*. Obtenido de [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ceditec.etsit.upm.es%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_docman%26task%3Ddoc\\_download%26gid%3D28%26Itemid%3D78%26lang%3Des&ei=ygnuVNWyJIWkNsOegtAM&usg=](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ceditec.etsit.upm.es%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D28%26Itemid%3D78%26lang%3Des&ei=ygnuVNWyJIWkNsOegtAM&usg=)
- Senalessegan. (30 de Julio de 2010). *Senalessegan*. Obtenido de <http://www.senalessegan.com/img/senales.png>
- Tenrife, P. d. (09 de Junio de 2009). *Puertos de Tenrife*. Obtenido de <http://www.puertosdetenerife.org/memorias/memoria2008/08/images/Actualizar/Se%C3%B1al%C3%A9tica%20puerto%20SCTFE6.jpg>
- Troya, E., & Vergara, I. (s.f.). Señalética Auditiva Para estudiantes no videntes de la UPS. Quito, Pichincha.
- Uno, A. (05 de Enero de 2015). *Arduino Uno*. Obtenido de Fuente : <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>

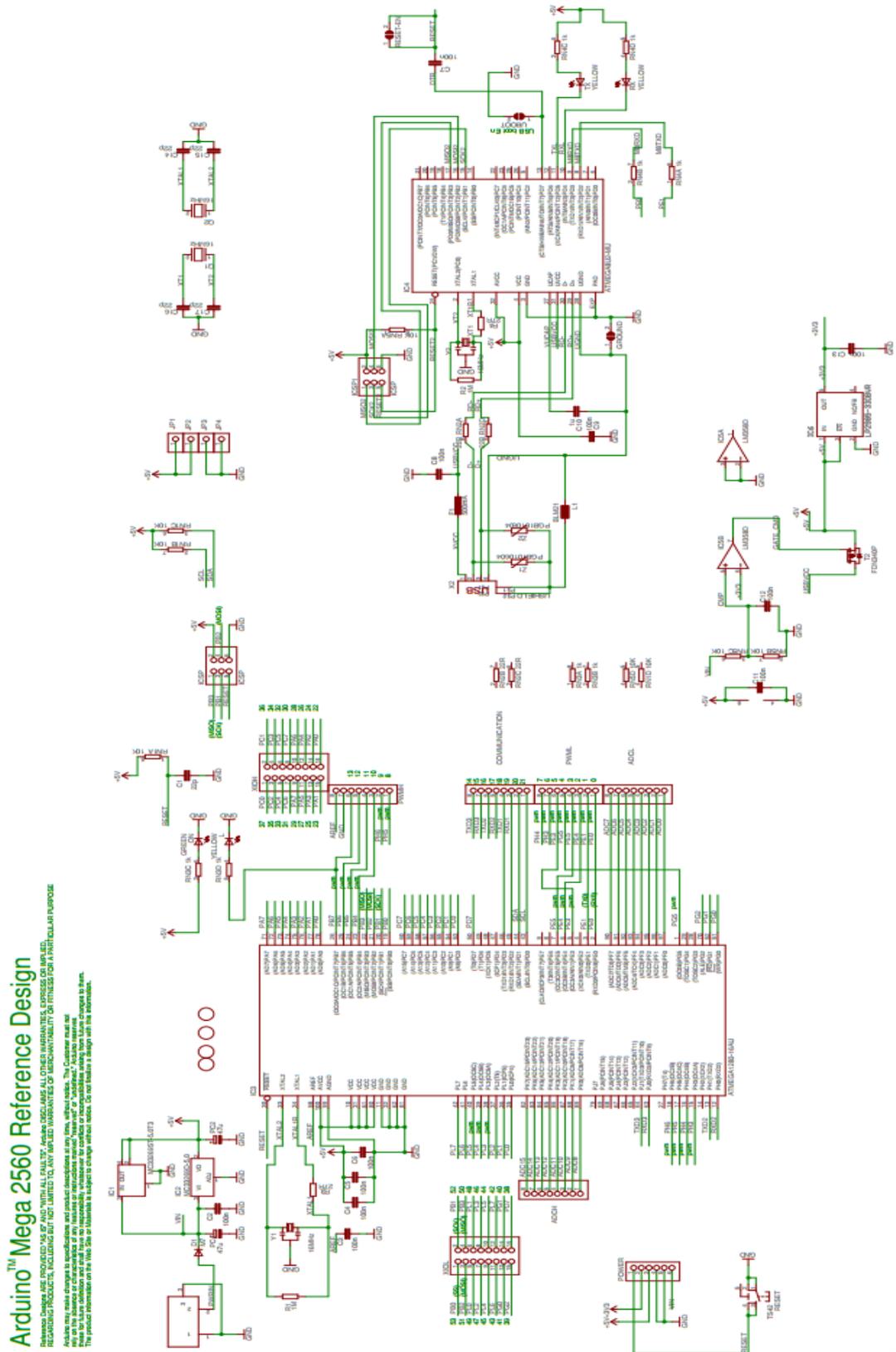
## ANEXOS

Anexo 1. ARDUINO MEGA Y MICROCONTROLADOR ATMEGA 2560



Nota. Placa arduino. Fuente: (arduino, arduino.cc, 2015)

## Anexo 2. Diagrama esquemático Arduino



Elaborado por: (arduino, arduino.cc, 2015)

## Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 64K/128K/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
  - 4Kbytes EEPROM
  - 8Kbytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
    - Endurance: Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
- Atmel® QTouch® library support
  - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
  - QTouch and QMatrix® acquisition
  - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE std. 1149.1 compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four 8-bit PWM Channels
  - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Output Compare Modulator
  - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 54/86 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
  - 64-pad QFN/MLF, 64-lead TQFP (ATmega1281/2561)
  - 100-lead TQFP, 100-ball CBGA (ATmega640/1280/2560)
  - RoHS/Fully Green
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C Industrial
- Ultra-Low Power Consumption
  - Active Mode: 1MHz, 1.8V: 500µA
  - Power-down Mode: 0.1µA at 1.8V
- Speed Grade:
  - ATmega640/ATmega1280V/ATmega1281V:
    - 0 - 4MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega2560V/ATmega2561V:
    - 0 - 2MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
  - ATmega640/ATmega1280/ATmega1281:
    - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V
  - ATmega2560/ATmega2561:
    - 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V



**8-bit Atmel  
Microcontroller  
with  
64K/128K/256K  
Bytes In-System  
Programmable  
Flash**

**ATmega640/V  
ATmega1280/V  
ATmega1281/V  
ATmega2560/V  
ATmega2561/V**

2549P-AVR-10/0012

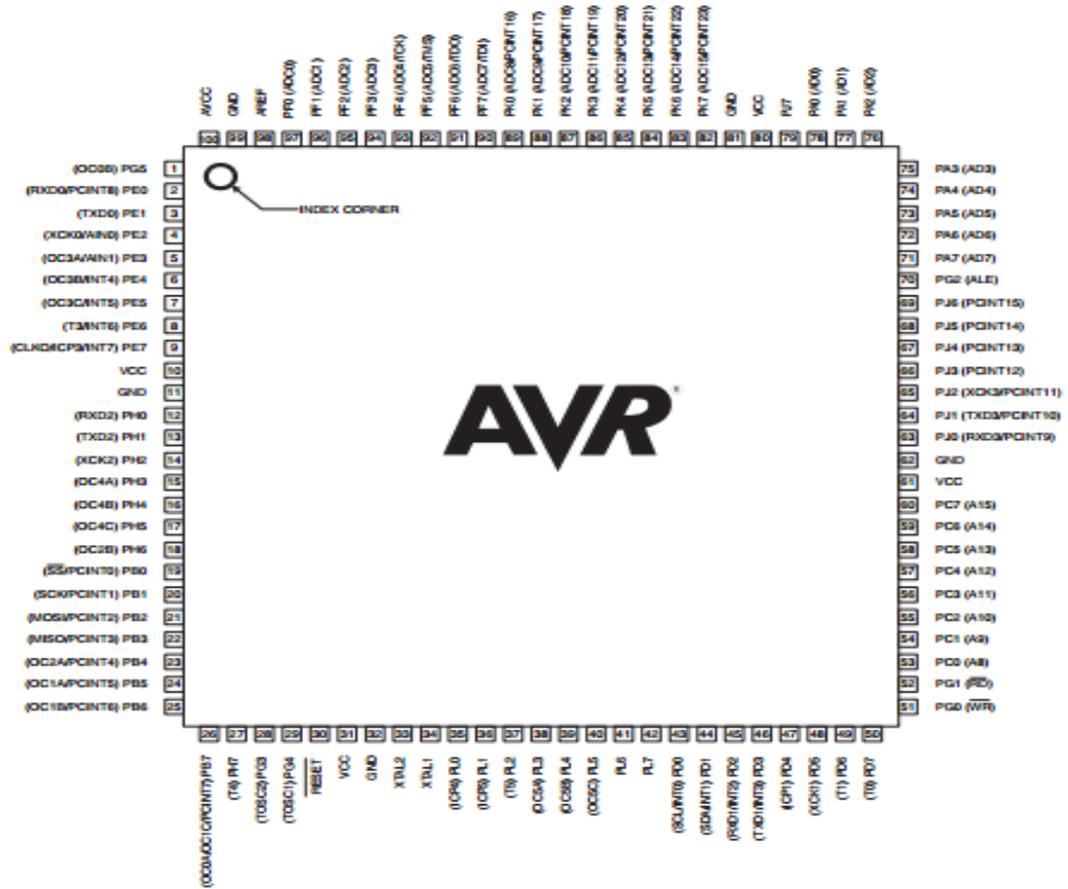


Anexo 4. Pines de configuracion Arduino Mega

**ATmega640/1280/1281/2560/2561**

**1. Pin Configurations**

Figure 1-1. TQFP-pinout ATmega640/1280/2560



Elaborado por: (atmel, 2012, pág. 2)

Anexo 5. Pines de Avr

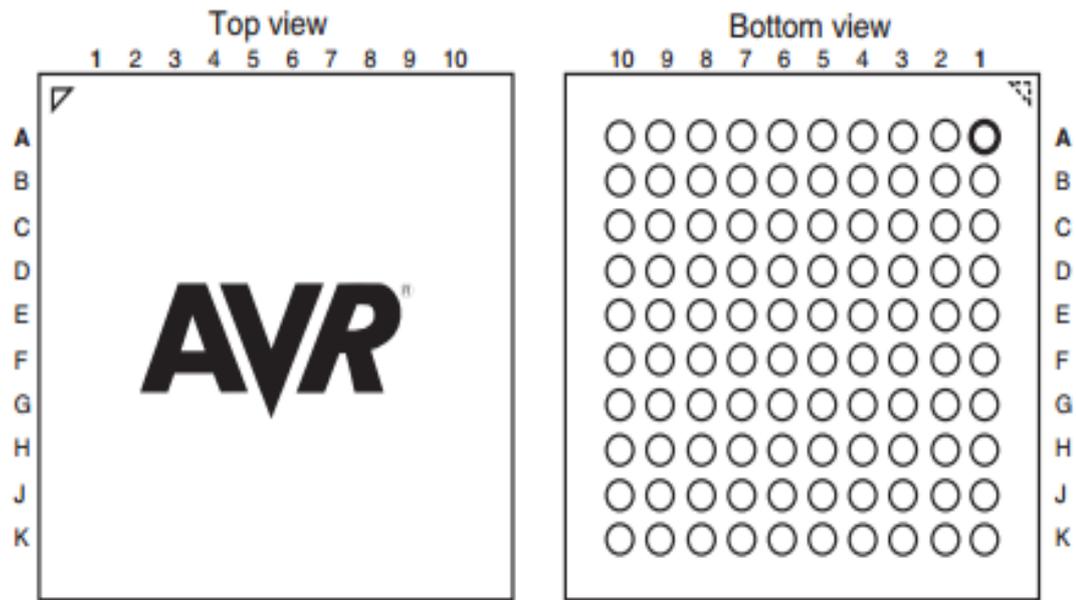


Table 1-1. CBGA-pinout ATmega640/1280/2560

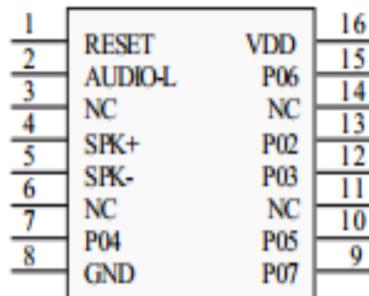
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	GND	AREF	PF0	PF2	PF5	PK0	PK3	PK6	GND	VCC
B	AVCC	PG5	PF1	PF3	PF6	PK1	PK4	PK7	PA0	PA2
C	PE2	PE0	PE1	PF4	PF7	PK2	PK5	PJ7	PA1	PA3
D	PE3	PE4	PE5	PE6	PH2	PA4	PA5	PA6	PA7	PG2
E	PE7	PH0	PH1	PH3	PH5	PJ6	PJ5	PJ4	PJ3	PJ2
F	VCC	PH4	PH6	PB0	PL4	PD1	PJ1	PJ0	PC7	GND
G	GND	PB1	PB2	PB5	PL2	PD0	PD5	PC5	PC6	VCC
H	PB3	PB4	RESET	PL1	PL3	PL7	PD4	PC4	PC3	PC2
J	PH7	PG3	PB6	PL0	XTAL2	PL6	PD3	PC1	PC0	PG1
K	PB7	PG4	VCC	GND	XTAL1	PL5	PD2	PD6	PD7	PG0

Elaborado por: (atmel, 2012, pág. 3)

## Anexo 6. Módulo MP3



### 5.2.WTV020-SD-16P



PIN	SYS.	DESCRIPTION	FUNCTION
1	RESET	RESET	Reset pin
2	AUDIO-L	DAC+	DAC audio output(+) to amplifier
3	NC	NC	NC
4	SP+	PWM+	PWM audio output to speaker
5	SP-	PWM-	PWM audio output to speaker
6	NC	NC	NC
7	P04	K3/A2/CLK	Key /CLK in two line serial
8	GND	GND	Address pin
9	P07	K5/A4/SBT	Key
10	P05	K4/A3/DI	Key /DI in two line serial
11	NC	NC	NC
12	P03	K2/A1	Key
13	P02	K1/A0	Key
14	NC	NC	NC
15	P06	BUSY	BUSY pin
16	VDD	VDD	Power input

## 6.MODULE SELECTION

WTV020-SD-20S and WTV020-SD-16P are the same but chip package.

MODE	VOICES	TRIGGER	BUSY	AUDIO	NOTE
MP3	256	KEY	YES	DAC/PWM	
KEY (3 group of voice )	3	KEY	YES	DAC/PWM	EDGE IRRETRIGGER
KEY (5 group of voice )	5	KEY	YES	DAC/PWM	EDGE RETRIGGER
	5	KEY	YES	DAC/PWM	ON/OFF(unloop)

Fuente: (CO, 2009, pág. 5)

## Anexo 7. Código fuente

```
#include <Wtv020sd16p.h>
#define bits_tarjeta 100
#define tiempo_w
unsigned char bit_datos[bits_tarjeta];
unsigned char cont_bit;
unsigned char bandera;
unsigned int w_contador;

unsigned long f_code=0;
unsigned long c_code=0;

int resetPin = 6;
int clockPin = 5;
int dataPin = 7;
int busyPin = 4;

int boton_uno = 8;
int boton_dos = 9;
int boton_tres = 10;

int estado = 0;
int cancion = 0;

Wtv020sd16p wtv020sd16p(resetPin,clockPin,dataPin,busyPin);

void intdata0()    {

cont_bit++;
bandera = 0;
w_contador = tiempo_w;
}

void intdata1()
{
bit_datos[cont_bit] = 1;
cont_bit++;
bandera = 0;
w_contador = tiempo_w;
}

void setup() {
wtv020sd16p.reset();
pinMode(2, INPUT);
pinMode(3, INPUT);

pinMode(boton_uno,INPUT);
pinMode(boton_dos,INPUT);
pinMode(boton_tres,INPUT);

Serial.begin(9600);
Serial.println("Lector RFID");

attachInterrupt(0, intdata0, FALLING);
attachInterrupt(1, intdata1, FALLING);

w_contador = tiempo_w;
}
```

```

void loop() {
estado = digitalRead(boton_uno);

if (estado==HIGH){
cancion = 1;
Serial.println("Selecciono el audio N°1 ");
}

estado = digitalRead(boton_dos);

if (estado==HIGH){
cancion = 2;
Serial.println("Selecciono el audio N°2 ");
}

estado = digitalRead(boton_tres);

if (estado==HIGH){
cancion = 3;
Serial.println("Selecciono el audio N°3 ");
}
if(!bandera){
if(--w_contador == 0)
bandera = 1;
}
if(cont_bit > 0 && bandera){
unsigned char i;

Serial.println("Leyendo datos ");
Serial.print(cont_bit);
Serial.print(" bits. ");

if (cont_bit == 26){
for(i=1; i<9; i++){
f_code <<= 1;
f_code |= bit_datos[i];
}
for(i=9; i<25; i++){
c_code <<= 1;
c_code |= bit_datos[i];
imprimir_datos();
comparar_en();
delay(4000);
}
else{
Serial.println("ERROR EN LA TOMA DE DATOS");
}
cont_bit=0;
f_code=0;
c_code=0;
for(i=0; i<bits_tarjeta ; i++){
bit_datos[i]=0;
}

}

}

void imprimir_datos(){
Serial.print(" F_CODE= ");

```

```
Serial.print(f_code);  
Serial.print(" , C_CODE= ");  
Serial.println(c_code);  
}  
void comparar(){  
  if (c_code == 265){  
    wtv020sd16p.playVoice(cancion);  
    delay(3000);  
  }  
  if(c_code==264){  
    wtv020sd16p.playVoice(cancion);  
    delay(3000);  
  }  
}
```

## Anexo 8. Encuesta

### Universidad Politécnica Salesiana

#### Encuesta sobre señalética para no videntes en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón

Indicación: Por favor conteste el presente cuestionario según su criterio.

1. ¿Considera usted que la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón posee señalética para las personas no videntes?

Si \_\_\_ No \_\_\_

Si su respuesta fue si díganos cuales son:

---

---

2. ¿Cree usted que las personas no videntes se extravían por no tener señalética adecuada dentro de la universidad?

Si \_\_\_ No \_\_\_

3. ¿Cree usted que las personas no videntes no se extraviarían si hubiera un dispositivo de señalética auditiva que les informe de su ubicación dentro de la universidad?

Si \_\_\_ No \_\_\_

La encuesta fue realizada en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus El Girón, a 10 alumnos de las distintas carreras de la universidad, 9 de estos alumnos considera que se debe colocar un dispositivo de señalética auditiva en cada departamento de la universidad para que los no videntes no se extravíen y que ellos puedan ubicarse fácilmente dentro de la universidad.