



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES.**

**“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en
Electrónica y Telecomunicaciones.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIRIGIDO A
PERSONAS NO VIDENTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS
CERCANOS”**

Autor: Fabián Alonso Paredes Fierro

Director: Ing. Fabián Gunsha

Riobamba – Ecuador

2013

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIRIGIDO A PERSONAS NO VIDENTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS CERCANOS”

Presentado por:

Fabián Alonso Paredes Fierro

Y dirigida por:

Ing. Fabián Celso Gunsha Maji

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Edmundo Cabezas
Presidente del Tribunal

Firma

Ing. Fabián Gunsha
Director

Firma

Ing. Daniel Santillán
Miembro del Tribunal

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Fabián Alonso Paredes Fierro y del Director del Proyecto: Ing. Fabián Gunsha; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

Fabián Paredes

Autor

Ing. Fabián Gunsha

Director

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme para lograr culminar esta etapa de mi vida por hacer realidad este sueño tan anhelado.

A la Universidad Nacional de Chimborazo que me albergó durante mi vida universitaria. A mi director de tesis por su apoyo intelectual.

DEDICATORIA

A Dios.

A mi familia por ser el pilar fundamental de mi vida por su apoyo incondicional a través del tiempo.

Gracias papá y mamá por creer en mí y brindarme todo su amor.

Especialmente les dedico esta Tesis, por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, por ser tal como son. Porque los quiero.

A mis hermanos Carina y Kléber Mauricio por estar conmigo y apoyarme siempre los quiero mucho.

A ti Martha por apoyarme en cada momento de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
HOJA DE CALIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	2
1.1. PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL ECUADOR.....	2
1.1.1. Personas registradas en el CONADIS	2
1.2. TECNOLOGÍA RFID	4
1.2.1. Introducción.....	5
1.2.2. Identificación por radio frecuencia.....	7
1.2.2.1. Descripción de la tecnología	7
1.2.3. Arquitectura de RFID	8
1.2.3.1. Transpondedores (Tags)	9
1.2.3.2. Lectores	13
1.2.3.3. Middleware o interfaz de comunicación	17
1.2.3.4. Sistemas de información.....	18
1.2.4. Frecuencia de operación de RFID	19
1.2.4.1. Low frequency (baja frecuencia LF 9-125 KHz):	20
1.2.4.2. High frequency (alta frecuencia HF 13.56 Mhz):	20
1.2.4.3. Ultra high frequency (ultra alta frecuencia UHF 860-960 Mhz):..	20
1.2.4.4. Microwave (microondas 2.45 Ghz):.....	21
1.2.5. Acoplamiento de RFID.....	22
1.2.5.1. Acoplamiento por retrodispersión	22
1.2.5.2. Acoplamiento inductivo	23

1.2.5.3.	Acoplamiento magnético.....	24
1.2.5.4.	Acoplamiento capacitivo	24
1.2.6.	Tags de RFID	25
1.2.6.1.	Fuente de energía.....	25
1.2.6.2.	Etiquetas activas	25
1.2.6.3.	Etiquetas semi-activas	26
1.2.6.4.	Etiquetas pasivas	26
1.2.6.5.	Características de los tags de RFID.....	27
1.2.6.6.	Formas físicas de los tags de RFID	29
1.2.6.7.	Clases de tags	31
1.2.7.	Estándares.....	31
1.2.8.	Ventajas y desventajas.....	33
1.2.9.	Limitaciones de RFID	34
1.3.	TECNOLOGÍA BLUETOOTH	35
1.3.1.	Antecedentes de la tecnología bluetooth	35
1.3.2.	Clases bluetooth.....	37
1.3.3.	Versiones de bluetooth	38
1.3.4.	Arquitectura del Sistema Bluetooth.....	39
1.3.5.	Protocolos	40
1.3.6.	Maestros y esclavos	44
1.3.7.	Piconets y scatternets.....	45
1.3.8.	Características de modulación.....	46
1.3.9.	Establecimiento de conexiones bluetooth	47
1.3.10.	Paquetes	49
1.3.11.	Ventajas y desventajas de la tecnología bluetooth	49
1.3.11.1.	Ventajas	50
1.3.11.2.	Desventajas.....	50
CAPITULO II METODOLOGÍA		52
2.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	52
2.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	53
2.2.1.	Identificación de la muestra.....	53
2.3.	Operacionalización de variables.....	53

2.3.1.	Análisis de variables.....	54
2.4.	PROCEDIMIENTOS	55
2.4.1.	Descripción de los módulos.....	55
2.4.1.1.	Módulo RFID ID-12.....	55
2.4.1.2.	Área de cobertura	56
2.4.1.3.	Modo de conexión del módulo ID-12	57
2.4.1.4.	Comunicación serial	58
2.4.1.5.	Protocolo de comunicación	58
2.4.1.6.	Conexión del lector.....	59
2.4.1.7.	Etiqueta o tag de RFID	59
2.4.1.8.	Orientación de la etiqueta (Tag)	60
2.4.2.	Chip grabador-reproductor de voz (ISD4004-16M).....	60
2.4.2.1.	Características del ISD4004-16M	62
2.4.2.2.	Configuración de pines.....	62
2.4.3.	Modulo Bluetooth HC-05 y HC-06.....	66
2.4.3.1.	Características:	66
2.4.3.2.	Especificaciones:	67
3.1.1.1.	Descripción de funciones	67
3.1.1.2.	Software.....	68
3.1.1.3.	Campos de aplicación.....	68
3.1.1.4.	Diagrama de bloques	68
3.1.1.5.	Diagrama esquemático	69
3.1.1.6.	Definiciones de los pines:.....	69
3.1.1.7.	Comandos AT del HC-06.....	70
3.1.1.8.	Comandos AT del HC-05.....	71
3.1.1.9.	Rol de instrucciones	72
3.1.1.10.	Comandos AT códigos de error.....	72
3.1.2.	Microcontrolador PIC 16F870A.....	73
3.1.3.	Diseño electrónico del prototipo	76
3.1.4.	Diseño del software	90
CAPITULO III. RESULTADOS		96
3.1.	Pruebas realizadas al lector ID-12 RFID.....	96

3.2.	Pruebas realizadas a los módulos de Tx/Rx bluetooth	98
3.3.	Puertos utilizados del pic 16F870A.....	101
3.4.	Consumo de corriente.....	102
CAPITULO IV DISCUSIÓN.....		107
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		108
4.1.	CONCLUSIONES.....	108
4.2.	RECOMENDACIONES	109
CAPITULO VI PROPUESTA		110
5.1.	TITULO DE LA PROPUESTA	110
5.2.	INTRODUCCIÓN.....	110
5.3.	OBJETIVOS.....	111
5.3.1.	Objetivo General	111
5.3.2.	Objetivos Específicos	111
5.4.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO- TÉCNICO	111
5.7.	MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	114
BIBLIOGRAFÍA.....		115
ANEXOS.....		118

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1	Componentes de un sistema RFID.....	8
FIGURA N° 2	Etiquetas RFID pasivas.....	9
FIGURA N° 3	Etiquetas RFID activas.....	10
FIGURA N° 4	Fotografía de un microchip.....	10
FIGURA N° 5	Aspecto de los dos principales diseños de una etiqueta.....	12
FIGURA N° 6	Esquema de un lector RFID.....	14
FIGURA N° 7	Lector RFID fijo.....	16
FIGURA N° 8	Lector RFID de mano.....	17
FIGURA N° 9	Frecuencias utilizadas en cada una de las bandas por los diferentes continentes y países.....	19
FIGURA N° 10	Acople magnético.....	24
FIGURA N° 11	Acoplamiento por retrodispersión.....	25
FIGURA N° 12	Diferentes tipos de tags de RFID.....	30
FIGURA N° 13	Diferentes tipos de tags de RFID.....	30
FIGURA N° 14	Host y controlador de bluetooth.....	39
FIGURA N° 15	Pila de protocolos.....	40
FIGURA N° 16	Comparación del modelo OSI con la pila bluetooth.....	43
FIGURA N° 17	Ejemplo de piconet.....	45
FIGURA N° 18	Ejemplo de scatternet.....	45
FIGURA N° 19	Tipo de modulación para la transmisión de datos.....	47
FIGURA N° 20	Establecimiento de conexiones bluetooth.....	47
FIGURA N° 21	Estándar para el formato del paquete.....	49
FIGURA N° 22	Lector ID-12.....	55
FIGURA N° 23	Patron de radiación real y aproximado.....	57
FIGURA N° 24	Diagrama de pines y conexión del módulo.....	57
FIGURA N° 25	Salida de datos (formato ASCII) del lector ID-12.....	58
FIGURA N° 26	Tags usados circulo transparente y llavero.....	60
FIGURA N° 27	Diagrama de bloques del ISD 4004-16M.....	61
FIGURA N° 28	Configuración de pines del ISD4004-16M.....	62
FIGURA N° 29	Esquema de una instrucción para el grabador de voz.....	64
FIGURA N° 30	Bluetooth.....	66

FIGURA N° 31	Diagrama de bloques del módulo HC-05 y HC-06.....	68
FIGURA N° 32	Diagrama esquemático del modulo bluetooth	69
FIGURA N° 33	Distribución de pines del pic 16F870A.....	74
FIGURA N° 34	Diseño general del prototipo de identificación de objetos cercanos.....	76
FIGURA N° 35	Fuente de alimentación del prototipo.....	77
FIGURA N° 36	Fuente de alimentación del prototipo.....	77
FIGURA N° 37	Circuito del microcontrolador	78
FIGURA N° 38	Conexión lector ID-12 con el microcontrolador	79
FIGURA N° 39	Conexión bluetooth con el microcontrolador.....	80
FIGURA N° 40	Diagrama etapa de RFID y Rx bluetooth.....	80
FIGURA N° 41	Conexión ISD 4004-16M con el microcontrolador	82
FIGURA N° 42	Conexión del amplificador con una ganancia de 20	83
FIGURA N° 43	Conexión bluetooth con el microcontrolador.....	83
FIGURA N° 44	Diagrama etapa de chip de voz y Tx bluetooth.....	84
FIGURA N° 45	Conexión del filtro y un amplificador con una ganancia de 200.....	85
FIGURA N° 46	Librería del software isis proteus	86
FIGURA N° 47	Configuración del grosor de pistas en ares proteus.....	87
FIGURA N° 48	Placas de la primera y segunda etapa del prototipo	88
FIGURA N° 49	Vista superior de la caja	88
FIGURA N° 50	Montaje de las placas de la primera y segunda etapa del prototipo	89
FIGURA N° 51	Vista frontal del prototipo terminado.....	89
FIGURA N° 52	Compilador pic MicroCode Studio.....	90
FIGURA N° 53	Diagrama de flujo del lector.....	91
FIGURA N° 54	Diagrama de flujo del chip de voz	92
FIGURA N° 55	Subrutina de grabación.....	93
FIGURA N° 56	Subrutina de reproducción	94
FIGURA N° 57	Subrutina de pausa	95
FIGURA N° 58	Porcentaje de error de lecturas del lector ID-12	97
FIGURA N° 59	Porcentaje de error en la reproducción	99

FIGURA N° 60	Porcentaje de error en el borrado	99
FIGURA N° 61	Porcentaje de error en la grabación de mensajes	100

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I	Personas registradas en el CONADIS	3
TABLA II	Resumen de la evolución RFID	7
TABLA III	Principales características de los modos de propagación.	13
TABLA IV	Frecuencias de operación de RFID.....	21
TABLA V	Características de las etiquetas RFID.	27
TABLA VI	Clases de tags.....	31
TABLA VII	Rangos de las clases de bluetooth.....	37
TABLA VIII	Ancho de banda de cada versión.....	39
TABLA IX	Análisis de variables	53
TABLA X	Operacionalización de variables	54
TABLA XI	Características generales del lector ID-12	56
TABLA XII	Distribución de pines del lector ID-12.....	58
TABLA XIII	Conexión para obtener datos en formato ASCII.....	59
TABLA XIV	Principales características de los tags EM4001	60
TABLA XV	Características de frecuencia del grabador de voz.....	64
TABLA XVI	Registros del grabador de voz.....	65
TABLA XVII	Instrucciones del grabador de voz	66
TABLA XVIII	Especificaciones del módulo bluetooth	67
TABLA XIX	Definición de pines módulos bluetooth	69
TABLA XX	Comandos AT códigos de error	72
TABLA XXI	Características generales del pic16F870A.....	73
TABLA XXII	Resultado del alcance del lector ID-12	96
TABLA XXIII	Resultado del alcance de módulos bluetooth.....	98
TABLA XXIV	Descripción de puertos del microcontrolador etapa RFID y Rx bluetooth	101
TABLA XXV	Descripción de puertos chip de voz y Tx bluetooth.....	101
TABLA XXVI	Consumo de corriente en la etapa de RFID y Tx bluetooth ...	102
TABLA XXVII	Consumo de corriente en la etapa de RFID y Tx bluetooth ...	102
TABLA XXVIII	Consumo de corriente en la reproducción del mensaje	103
TABLA XXIX	Presupuesto final de materiales	104
TABLA XXX	Costo total.....	106

RESUMEN

El propósito de esta investigación es el diseño y la implementación de un prototipo de reconocimiento de objetos cercanos, El prototipo será una herramienta tecnológica útil donde puedan desenvolverse de manera más independiente y con facilidad dentro del entorno diario las personas no videntes. El prototipo permite diferenciar objetos cercanos mediante mensajes de voz. Los objetos deben encontrarse en un lugar específico y de modo más ordenado posible, el prototipo permite grabar y asociar un mensaje de voz que va hacia a una tarjeta RFID. Este prototipo podrá reproducir hasta 100 objetos y la persona no vidente podrá realizar la grabación de un objeto nuevo para asociarlo a una tarjeta RFID.

SUMMARY

The purpose of this research is the design and implementation of a prototype nearby object recognition. The prototype will be a useful technological tool that can unfold in a somewhat more independent and easily into your everyday environment the blind. The prototype allows differentiating objects nearby by voice messages and objects that are in a specific place and tidy, the prototype can record and attach a voice message to an RFID card. This prototype can play up to 100 objects and blind person can make the recording of a new object to associate an RFID card.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad dado el avance y rápido desarrollo de la tecnología y en particular de la microelectrónica es muy común el uso de dispositivos y elementos electrónicos portátiles de mediano y alto valor. Pretendiendo con este trabajo de investigación el diseño e implementación de un prototipo capaz de convertirse en una herramienta tecnológica útil para la población con discapacidad visual de nuestro país, ayudándoles para la identificación de objetos cercanos de tal manera que permita realizar sus actividades de forma más independiente. Por esta razón se inició la búsqueda de alternativas tecnológicas prácticas y relativamente económicas para implementar una posible solución al problema, considerando la utilización de dispositivos RFID (Radio Frequency Identification) una tecnología de identificación marcación y detección por radio frecuencia. La Identificación por Radio Frecuencia RFID (Radio Frequency Identification), es una tecnología de identificación automática similar a la tecnología del Código de Barras, pero utiliza ondas de radio para capturar los datos electrónicos contenidos en una etiqueta. Una de las características particulares de esta tecnología es que no requiere que la etiqueta sea vista para leer la información contenida en ella.

CAPITULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN EL ECUADOR

Datos proporcionados por el CONADIS (Consejo Nacional de Discapacidades) señalan que el colectivo de personas con discapacidad alcanza la cantidad de 1'608.334 es decir el 12,14% del total de la población en el Ecuador. De ese grupo:

- ◆ 592 mil registra discapacidad física
- ◆ 432 mil las tiene discapacidad de tipo mental
- ◆ 363 mil tiene discapacidad visual
- ◆ 213 mil tiene discapacidad auditiva.

Constituyéndose las personas con discapacidad visual el 2.59 % (363.000 personas) de la población total del Ecuador que es de unos (14'000.000 de habitantes aproximadamente)¹.

1.1.1. Personas registradas en el CONADIS

El proceso de calificación y carnetización a las personas con capacidades diferentes que realiza el CONADIS a nivel nacional, consiste en registrar a las personas con discapacidad en el Registro Nacional de Discapacidades y así obtener el carnet de discapacidad, permitiendo acceder a la condición legal de “persona con discapacidad”. Detallando a continuación la información de las personas carnetizadas y registradas en el CONADIS desde el año 1996 hasta la fecha.

¹FUENTE:http://www.conadis.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=69

TABLA I Personas registradas en el CONADIS

PROVINCIA	AUDITIVA	FISICA	INTELECTUAL	LENGUAJE	PSICOLOGICO	VISUAL	TOTAL
AZUAY	2381	13657	4530	353	592	2556	24069
BOLIVAR	922	2171	1205	153	140	770	5361
CARCHI	1005	2236	871	79	236	526	4953
CAÑAR	792	2849	1433	183	254	662	6173
CHIMBORAZO	2329	4947	2823	163	142	1123	11527
COTOPAXI	1259	3799	1989	270	180	1083	8580
EL ORO	1522	7597	5084	164	750	1709	16826
ESMERALDAS	944	5657	3390	241	272	1513	12017
GALAPAGOS	28	109	93	2	14	29	275
GUAYAS	8084	36693	19385	893	2656	8574	76285
IMBABURA	2112	3972	1677	142	315	969	9187
LOJA	1528	4895	4102	149	595	1449	12718
LOS RIOS	1204	9485	3589	239	365	1677	16559
MANABI	3378	22603	5449	292	3539	5347	40608
MORONA SANTIAGO	319	1760	906	107	163	594	3849
NAPO	475	1646	827	131	74	464	3617
ORELLANA	425	2080	718	120	185	902	4430
PASTAZA	314	1023	532	29	77	303	2278
PICHINCHA	7490	22079	10607	692	2065	5574	48507
SANTA ELENA	930	4070	1854	77	158	765	7854
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	888	4680	1855	98	390	989	8900
SUCUMBIOS	494	2229	1077	78	173	693	4744
TUNGURAHUA	1942	4005	2406	171	305	861	9690
ZAMORA CHINCHIPE	359	1458	793	60	94	323	3087
TOTAL	41124	165700	77195	4886	13734	39455	342094

FUENTE:http://www.conadis.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=69

1.2. TECNOLOGÍA RFID

RFID (Radio Frequency Identification) por sus siglas en inglés, es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos. El objetivo principal de esta tecnología es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio. Sin lugar a dudas, 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 (idea similar a la de los lectores infrarrojos utilizados para leer códigos de barras). El funcionamiento de esta tecnología es bastante simple.

La etiqueta RFID, contiene datos de identificación del objeto adherido, genera una señal de radiofrecuencia con dichos datos. Esta señal es interpretada por un lector RFID, el cual interpreta la información y la pasa en formato digital a la aplicación que usa el RFID. Es sin lugar a dudas una tecnología que remplazará poco a poco a la tecnología de código de barras.²

Los RFID de frecuencia baja son utilizados comúnmente para la identificación de animales, seguimiento de barricas de cerveza, o como llave de automóviles con sistema antirrobo. Las RFID de alta frecuencia utilizado en bibliotecas y seguimientos de equipaje de aerolíneas, seguimiento de artículos de ropa entre otros.

Cabe indicar la sustitución de tarjetas de banda magnética de identificación hacia tarjetas de acreditación usando esta nueva tecnología, también existe el uso de las mismas en los coches para la recaudación con peaje electrónico.

²FUENTE: <http://www.rfidpoint.com/noticias/tecnologia-rfid/>

1.2.1. Introducción

La tecnología RFID data sus orígenes desde comienzos de la década de 1920 y está relacionada con la guerra, concretamente con la II Guerra Mundial, los alemanes, japoneses, americanos y británicos utilizaban radares para detectar el acercamiento de aviones. El problema radicaba en que no había forma de identificar si los aviones pertenecían al enemigo o al propio país que regresaban de una misión. El ejército alemán descubrió que si los pilotos balanceaban sus aviones al volver a la base cambiaría la señal de radio reflejada de vuelta, con este método se podía distinguir a los aviones alemanes de los aliados y convirtiéndose en el primer dispositivo de RFID pasivo³.

El sistema de identificación IFF corresponden a la abreviatura inglesa "Identification Friend or Foe" (Identificación Amigo o Enemigo). Fue una tecnología para identificación de aeroplanos, inventada por británicos en 1939, y utilizada en la Segunda Guerra Mundial. La primera serie de equipos electrónicos que se construyeron para la identificación recibieron el nombre de "Transponders" (Equipos que reciben en una frecuencia y transmiten en otra) desarrollado por la industria inglesa y estuvo en operación desde 1940, recibiendo el nombre de MARK I. En general era un equipo de capacidad limitada. Uno de los investigadores más destacados, publicó en 1948 un artículo titulado "Comunicación por medio de la energía reflejada", Harry Stockman, quien dictaminó que las dificultades para la comunicación usando ondas de radio reflejadas en objetos estaban superadas con todas las aplicaciones que esto podía permitir.

Fue en el período de los 50 cuando diferentes sectores de la tecnología RFID se vieron impulsados, entre ellos los sistemas con transponders de largo alcance, especialmente los conocidos como IFF. Trabajos como los creados por D.B. Harris "Sistema de Radio Transmisión con Respuesta Moduladora Pasiva" fueron determinantes para que la tecnología RFID dejase de ser una idea, convirtiéndose en una solución.

³FUENTE: <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8699/5/T10709CAP1.pdf>

En la década de los 60 la actividad comercial comenzó a existir en este campo, el primer sistema que fue usado era el EAS “Electronic Article Surveillance” (Vigilancia Electrónica de Artículos) para detectar robos en grandes almacenes. El sistema era sencillo con un único bit de información, para detectar la etiqueta o no, dentro del radio de acción del lector y hacer sonar una alarma acústica en caso de que una etiqueta no desactivada pasase por el alcance del lector. Típicamente son dos lectores ubicados de tal forma que el cliente pase entre ellos para salir del establecimiento, a pesar de sus limitaciones, era económico y efectivo. Su uso comenzó a extenderse de manera rápida.

En los 70 hubo notables avances, las primeras patentes para dispositivos RFID fueron solicitadas en Estados Unidos, concretamente en Enero de 1973 cuando Mario W. Cardillo presentó una etiqueta RFID activa que portaba una memoria reescribible. En el mismo año, Charles Walton recibió la patente para un sistema RFID pasivo que abría las puertas sin necesidad de llaves. Una tarjeta con un transpondedor comunicaba una señal al lector de la puerta que cuando validaba la tarjeta desbloqueaba la cerradura. Hubo un gran desarrollo técnico del sistema, sobre todo enfocado a aplicaciones de seguimiento de ganado, vehículos y automatización industrial; la creación de nuevas empresas dedicadas a la tecnología RFID aumentaba continuamente, era un signo positivo del potencial que tenían los sistemas RFID.

Posteriormente en la década de los 80 llega la implementación de tantos estudios y desarrollos logrados en años anteriores, EEUU encontró interés por aplicaciones en el transporte, accesos y en menor grado en los animales. Países europeos como Francia, España, Portugal e Italia centraron más en aplicaciones industriales y sistemas de corto alcance para controlar animales.

En los primeros años de los 90 inició el uso en EEUU del peaje con control electrónico, autopistas de Houston y Oklahoma incorporaban un sistema que gestionaba el paso de los vehículos por los pasos de control. En Europa igualmente se investigó en este campo y usaron sistemas de microondas e

inductivos para controles de accesos y billetes electrónicos. Un nuevo avance en el mundo del automóvil vino con la tecnología RFID, sistema de control de encendido y de acceso del automóvil, entre otras acciones. Aplicaciones para autopistas y billetes electrónicos se extendieron por Asia, África, Suramérica y Australia. A partir de aquí el éxito de la tecnología RFID en estos campos se extiende a otros segmentos económicos.

TABLA II Resumen de la evolución RFID

Década	Avances Tecnológicos
1940-1950	Se rediseña el radar para uso militar tomando gran relevancia en la II ^a Guerra Mundial. RFID aparece en 1948.
1950-1960	Primeras experimentos con RFID en laboratorios.
1960-1970	Desarrollo de la tecnología RFID, primeros ensayos en algunos campos de la tecnología.
1970-1980	Explosión de la tecnología. Se realizan más tests. Primeras aplicaciones.
1980-1990	Aparecen más aplicaciones para la tecnología.
1990-2000	RFID toma relevancia en el mundo cotidiano. Aparecen los estándares.

FUENTE:<http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8699/5/T10709CAP1.pdf>

1.2.2. Identificación por radio frecuencia

1.2.2.1. Descripción de la tecnología

La identificación por radiofrecuencia es una tecnología; básicamente aunque no sólo es de captura e identificación automática de información contenida en etiquetas (etiquetas o transpondedores). Cuando estos transpondedores entran en el área de cobertura de un lector RFID, éste envía una señal para que la etiqueta (tags) transmita la información almacenada en su memoria. Una de las claves de esta tecnología es la recuperación de la información contenida en la etiqueta se realiza vía radiofrecuencia y sin necesidad de que exista contacto físico o visual (Línea de vista) entre el dispositivo lector y las etiquetas, aunque en muchos casos exige una cierta proximidad de esos elementos.

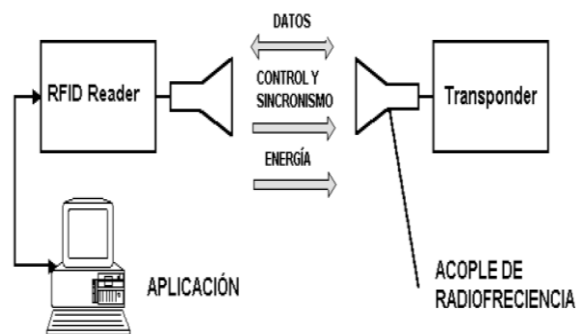
Desde este punto de vista, resulta claro que RFID ofrece interesantes potencialidades, siquiera como sustituto más versátil de las aplicaciones de identificación tradicionales basadas en el código de barras⁴.

Inmediatamente mostrando que las posibilidades que ofrece RFID trascienden esa mera sustitución, y hacen un candidato idóneo en muchos otros campos donde precise una identificación fiable de objetos o personas y una localización de los mismos (junto con otras potenciales aplicaciones). RFID puede proporcionar ventajas estratégicas en muy diversas áreas de negocio, ofreciendo seguimiento exacto en tiempo real de la cadena de suministro de bienes o materias primas, y en general, la posibilidad de monitorización en tiempo real de los activos de una empresa.

RFID (Identificación por Radiofrecuencia) es un método de almacenamiento y recuperación remota de datos, basado en el empleo de etiquetas o “tags” en las que reside la información. RFID se fundamenta en un concepto similar al del sistema de código de barras; la principal diferencia entre ambos reside en que el segundo utiliza señales ópticas para transmitir los datos entre la etiqueta y el lector, y RFID, en cambio, emplea señales de radiofrecuencia (en diferentes bandas dependiendo del tipo de sistema, típicamente 125 KHz, 13,56 MHz, 433-860-960 MHz y 2,45 GHz).

1.2.3. Arquitectura de RFID

FIGURA N° 1 Componentes de un sistema RFID



FUENTE: <http://rfid-handbook.de/about-rfid.html>

⁴FUENTE: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

Todo sistema RFID está compuesto principalmente de cuatro elementos:

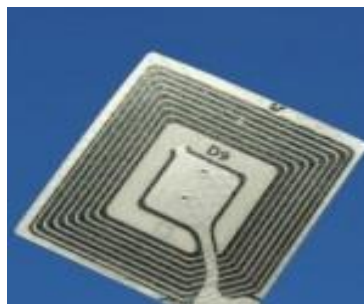
- Una etiqueta RFID
- Un lector o interrogador
- Un ordenador, host o controlador
- Middleware

1.2.3.1. Transpondedores (Tags)

Cuando el lector transmite en el espacio, espera normalmente una respuesta de otro elemento para mantener la comunicación, en los sistemas RFID es el tag quien responde.

Un tag RFID está compuesta principalmente por tres partes: el chip o circuito integrado (IC -Integrated Circuit), la antena y un sustrato (inlay). El chip es un minúsculo ordenador que almacena una serie de información, además contiene lógica de lo que hay que hacer para responder a un lector. La antena, más bien la micro antena permite al chip recibir la energía y comunicación procedente del lector, para emitir la suya y poder intercambiar flujos de datos entre ellos⁵.

FIGURA N° 2 Etiquetas RFID pasivas.



FUENTE: <http://www.rfidpoint.com/general/sobre-rfid/>

⁵ **FUENTE:** http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf

FIGURA N° 3 Etiquetas RFID activas.



FUENTE: <http://www.therfidstore.eu/es/1626-tag-rfid-activo-r155-humidity-temperature.html>

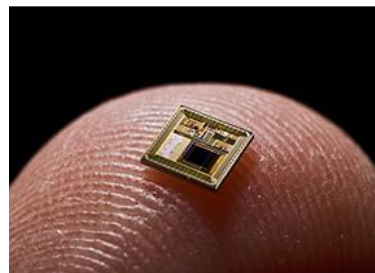
❖ Estructura del Tag

Está compuesto principalmente por un microchip y una antena. Adicionalmente puede incorporar una batería para alimentar sus transmisiones o incluso algunas etiquetas más sofisticadas pueden incluir una circuitería extra con funciones adicionales de entrada/salida, tales como registros de tiempo u otros estados físicos que pueden ser monitorizados mediante sensores apropiados de: temperatura, humedad, etc⁶.

❖ Microchip o circuito integrado

El microchip almacena la información y ejecuta los comandos específicos. La mayoría de los tags pasivos que deben cumplir solo con la misión de matrícula de producto tiene 96 bits (como el EPC), pero pueden tener una capacidad mayor. Entendiendo que a mayor capacidad mayor es el costo de producción. El diseño del chip determina el tipo de memoria, si es de solo lectura o tiene la capacidad de leer y escribir.

FIGURA N° 4 Fotografía de un microchip.



FUENTE: www.rfidjournal.com/articles/view?9543

⁶ **FUENTE:** http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf

El microchip incluye:

- Una circuitería analógica es encargada de realizar la transferencia de datos y proporcionar la alimentación⁷.
- Una circuitería digital que incluye:
 - ✓ La lógica de control.
 - ✓ La lógica de seguridad.
 - ✓ La lógica interna o microprocesador
- Una memoria para almacenar los datos. Esta memoria suele contener:
 - ✓ Una ROM (Read Only Memory) o memoria de sólo lectura, para alojar los datos de seguridad e instrucciones de funcionamiento del sistema.
 - ✓ Una RAM (Random Access Memory) o memoria de acceso aleatorio, utilizada para facilitar el almacenamiento temporal de datos durante el proceso de interrogación y respuesta.
 - ✓ Una memoria de programación no volátil. Utilizada para asegurar que los datos están almacenados aunque el dispositivo esté inactivo. Típicamente suele tratarse de una EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM).
- Registros de datos (buffers) que soportan de forma temporal, tanto los datos entrantes después de la demodulación como los salientes antes de la modulación, conjuntamente actúa de interfaz con la antena.

❖ Antena

La función de la antena es absorber las ondas RF (Radio Frecuencia) y difundir por el mismo medio la información contenida en el chip. La energía para activar el chip la colecta del campo RF (en HF del campo electromagnético y en UHF del campo eléctrico). Este proceso es llamado acoplamiento (coupling),

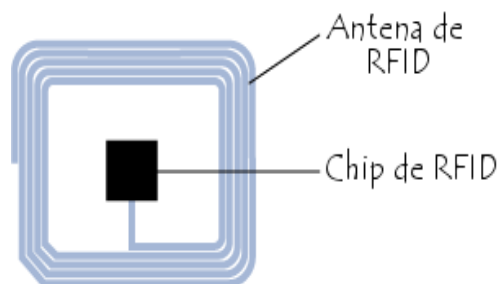
⁷ FUENTE: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

en términos más técnicos un coupling describe cuando la energía se transfiere de un sistema a otro⁸.

El tamaño de la antena es crítico para el comportamiento del tag porque normalmente determina el rango de lectura del tag. Sencillamente al poner una antena más grande, esta puede recolectar mayor energía y por lo tanto puede transmitir con más potencia. Otras características de las antenas es la frecuencia de emisión y recepción, con frecuencias: Low Frequency (LF) y High Frequency (HF) donde las antenas son espirales por ser frecuencia magnética en la naturaleza, o Ultra High Frequency (UHF) más puramente eléctrica. El tamaño también afecta a la frecuencia de emisión recepción. La antena que incorporan las etiquetas para ser capaces de transmitir los datos almacenados en el microchip puede ser de dos tipos:

- Un elemento inductivo (bobina).
- Un dipolo.

FIGURA N° 5 Aspecto de los dos principales diseños de una etiqueta.



FUENTE:http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion=VT13_RFID.pdf

⁹ Hay dos mecanismos por los cuales es posible transferir la potencia de la antena del lector a la antena de la etiqueta, para que ésta transmita su información: acoplamiento inductivo y propagación por ondas electromagnéticas. Estos dos tipos de acoplamiento dependen del trabajo en campo cercano o en campo lejano. En la Tabla III resume las principales características de ambos modos.

⁸ **FUENTE:** http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

⁹ **FUENTE:** http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

TABLA III Principales características de los modos de propagación.

PROPAGACIÓN/ ACOPLAMIENTO INDUCTIVO	PROPAGACIÓN POR ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS
Trabaja en el campo cercano: cobertura baja.	Trabaja en el campo lejano: cobertura mayor.
Hay que considerar la orientación de la antena.	La orientación de la antena es indiferente.
Suele trabajar a bajas frecuencias.	Suele trabajar a altas frecuencias.
Suele utilizar etiquetas pasivas.	Suele utilizar etiquetas activas.
Es muy sensible a las interferencias electromagnéticas.	Necesita regulación.

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

1.2.3.2. Lectores

Lector o interrogador dispositivo que proporciona energía a las etiquetas, lee los datos que le llegan de vuelta y los envía al sistema de información. Igualmente, también gestiona la secuencia de comunicaciones con el lector. Con el fin de cumplir tales funciones, está equipado con un módulo de radiofrecuencia (transmisor y receptor), una unidad de control y una antena. De esta manera, el lector incorpora un interfaz a un PC, host o controlador, a través de un enlace local o remoto: RS232, RS485, Ethernet, WLAN (RF, WiFi, Bluetooth, etc.), que permite enviar los datos del transpondedor al sistema de información¹⁰.

No solo genera la señal que a través de las antenas sino transmite en el aire, también escucha las respuestas de los tags. Transmite y recibe ondas analógicas que transforma en cadenas de bits de ceros y unos, bits de información digital. Cada lector es conectado a una o más antenas (máximo según tipo de lectores).

Estas tienen una ciencia propia, pero es importante conocer cómo el lector crea la señal electromagnética y la antena realiza la difusión en su zona de interrogación (campo de radio frecuencia). Frecuentemente cuando se habla de lectores, entendiéndose que también puede hablarse de las antenas, ya que existen lectores con antenas integradas y otros que necesitan su conexión.

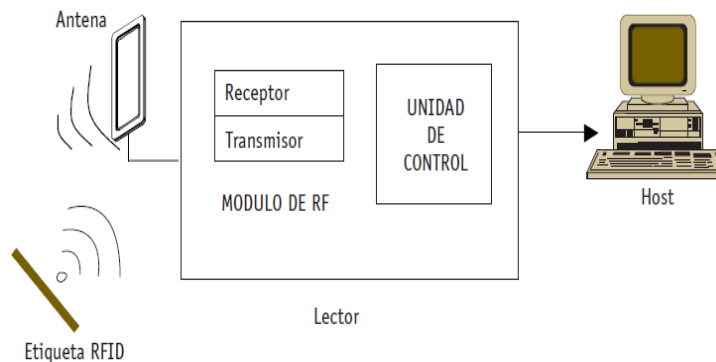
¹⁰ **FUENTE:** http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

El lector puede actuar de tres modos:

- Interrogando su zona de cobertura continuamente, espera la presencia de múltiples etiquetas pasando de forma continua.
- Interrogando periódicamente, para detectar nuevas presencias de etiquetas.
- Interrogando de forma puntual, por ejemplo cuando un sensor detecte la presencia de una nueva etiqueta.

Los componentes del lector son, como podemos ver en la figura N° 6, el módulo de radiofrecuencia (formado por receptor y transmisor), la unidad de control y la antena. A continuación se describe cada uno de estos elementos.

FIGURA N° 6 Esquema de un lector RFID.



FUENTE: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

○ **El módulo de radiofrecuencia**

Consta básicamente de un transmisor que genera la señal de radiofrecuencia y un receptor que recibe, de igual forma vía radiofrecuencia los datos enviados por las etiquetas. Sus funciones por tanto son:

- ❖ Generar la señal de radiofrecuencia para activar el transpondedor y proporcionarle energía.
- ❖ Modular la transmisión de la señal para enviar los datos al transpondedor.
- ❖ Recibir y demodular las señales enviadas por el transpondedor.

○ **La unidad de control**

Constituida fundamentalmente por un microprocesador. En ocasiones, para aliviar al microprocesador de determinados cálculos, la unidad de control incorpora un circuito integrado ASIC (Application Specific Integrated Circuit), adaptado a los requerimientos deseados para la aplicación. La unidad de control es encargada de realizar las siguientes funciones:

- ✓ Codificar y decodificar los datos procedentes de los transpondedores.
- ✓ Verificar la integridad de los datos y almacenarlos.
- ✓ Gestionar el acceso al medio: activar las etiquetas, inicializar la sesión, autenticar y autorizar la transmisión, detectar y corregir errores, gestionar el proceso de multilectura (anticolisión), cifrar y descifrar los datos, etc.
- ✓ Comunicarse con el sistema de información, ejecutando las órdenes recibidas y transmitiéndole la información obtenida de las etiquetas.

○ **La Antena del lector**

Elemento que habilita la comunicación entre el lector y el transpondedor. Las antenas están disponibles en una gran variedad de formas y tamaños. Su diseño puede llegar a ser crítico, dependiendo del tipo de aplicación para la que se desarrolle. Este diseño puede variar desde pequeños dispositivos de mano hasta grandes antenas independientes. Por ejemplo, las antenas pueden montarse en el marco de puertas de acceso para controlar el personal que pasa, o sobre una cabina de peaje para monitorizar el tráfico que circula.

La mayor parte de las antenas van engloban en alguna de las siguientes categorías:

- ❖ Antenas de puerta (uso ortogonal).
- ❖ Antenas polarizadas circularmente.
- ❖ Antenas polarizadas linealmente.
- ❖ Antenas omnidireccionales.
- ❖ Antenas de varilla.
- ❖ Dipolos o multipolos.
- ❖ Antenas adaptativas o de arrays.

Aspectos que hay que tomar en cuenta antes de adquirir el lector, en general todas las antenas RFID son presentados como productos finales, por lo que es necesario analizar previamente sus características. Sin embargo, la mayoría son sintonizables de modo que puedan ajustarse a la frecuencia de operación seleccionada para el sistema. Esto las hace susceptibles a multitud de factores externos, como son:

- Variaciones RF.
- Pérdidas por proximidad de metales.
- Variaciones del entorno.
- Efectos armónicos.
- Interferencias con otras fuentes de RF.
- Reflexiones de la señal.
- Diafonía (cross-talk).

Los dispositivos fijos se posicionan en lugares estratégicos como puertas de acceso, lugares de paso o puntos críticos dentro de una cadena de ensamblaje, de modo que puedan monitorizar las etiquetas de la aplicación en cuestión.

FIGURA N° 7 Lector RFID fijo.



FUENTE: www.motorolasolutions.com

Los lectores móviles suelen ser dispositivos de mano. Incorporan una pantalla LCD, un teclado para introducir datos y una antena integrada dentro de una unidad portátil. Por esta razón, su radio de cobertura suele ser menor.

FIGURA N° 8 Lector RFID de mano.



FUENTE: <http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/>

1.2.3.3. Middleware o interfaz de comunicación

Los elementos de un sistema RFID forman un sistema aislado, puede conectarse a sistemas de producción logística, etc. En esta fase entra el middleware, dispositivo situado entre el hardware RFID y las aplicaciones software del cliente, tal como sistemas de gestión de inventarios, ERPs, CRMs, etc. Su función es gestionar todo el sistema RFID a nivel de hardware, recibir la totalidad de la señales de los tags y filtrar la información, para solo transmitir información útil a los sistemas empresariales. El middleware también puede ser un software diseñado expresamente para una aplicación concreta, que lo único que haga es transmitir la información recogida por los lectores a la aplicación correspondiente.¹¹

El middleware de RFID ocupa por tanto de la transmisión de los datos entre los extremos de la transacción. Por ejemplo, en un sistema RFID basado en etiquetas, en el proceso de lectura ocupara la transmisión de los datos almacenados en una de las etiquetas al sistema de información. Las cuatro funciones principales del middleware de RFID son:

- Adquisición de datos. El middleware es responsable de la extracción, agrupación y filtrado de los datos procedentes de múltiples lectores RFID en un sistema complejo. Sin la existencia del middleware, los sistemas de información de las empresas colapsarían con rapidez. Por ejemplo, estimando que cuando Walmart empezó utilizar RFID, generaba del orden de 2 TBytes de datos por segundo.

¹¹ FUENTE: http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf

- Encaminamiento de los datos. El middleware facilita la integración de las redes de elementos y sistemas RFID de la aplicación. Para ello dirige los datos al sistema apropiado dentro de la aplicación.
- Gestión de procesos. El middleware puede utilizar para disparar eventos en función de las reglas de la organización empresarial donde opera, por ejemplo, envíos no autorizados, bajadas o pérdidas de stock, etc.
- Gestión de dispositivos. El middleware ocupa también de monitorizar y coordinar los lectores RFID, así como de verificar su estado y operatividad, y posibilita su gestión remota.

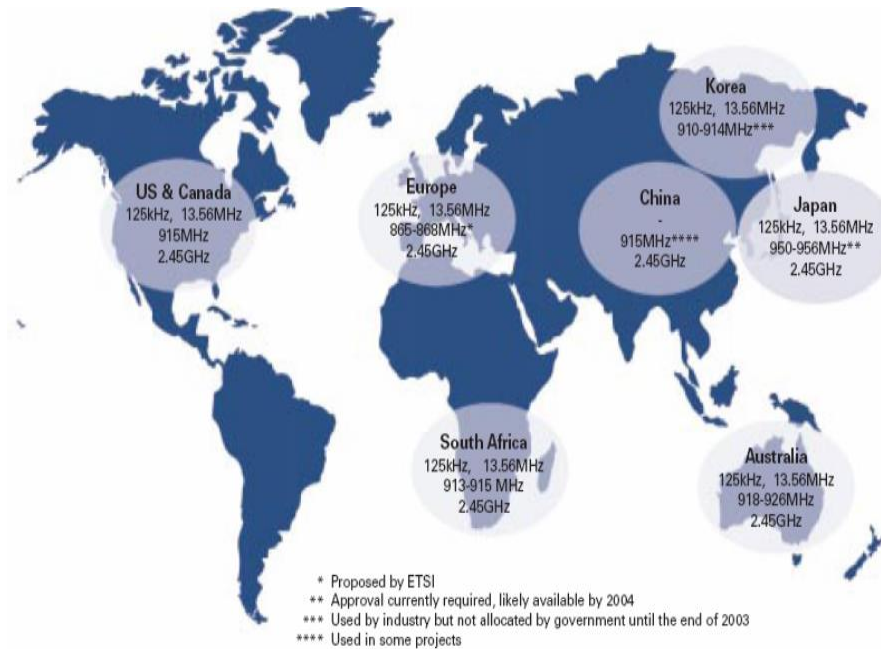
1.2.3.4. Sistemas de información

De manera similar a los códigos de barras estándar, las etiquetas RFID son simplemente un modo automatizado para proporcionar datos de entrada al sistema cliente. Sin embargo, las etiquetas RFID son capaces de proporcionar también una salida automatizada del sistema hacia la etiqueta, permitiendo la actualización dinámica de los datos que ésta porta. El sistema de información puede comunicarse con el lector según el principio maestro esclavo. Esto quiere decir que todas las actividades realizadas por lector y transpondedores son iniciadas por la aplicación software. Cuando el lector recibe una orden de esta aplicación, establece una comunicación con los transpondedores, comunicación en la que a su vez el lector ejerce de maestro y los tags de esclavos.

El principal objetivo de la aplicación software es gestionar y tratar los datos recibidos por el lector. El sistema debe ser lo suficientemente robusto para poder manejar las múltiples lecturas que permiten realizar los sistemas RFID, coordinar tiempos y flujos de información, gestionar los distintos eventos, soportar las realimentaciones de los usuarios, introducir las actualizaciones del sistema cuando sea requerido e integrarlo con otros sistemas de información de la empresa. En todos los casos el sistema cliente necesitará modificaciones software para integrar los datos proporcionados por el lector y el programador. Sin la posibilidad de acceder a todas estas funcionalidades, el sistema RFID perderá eficacia y no proporcionará el deseado retorno de la inversión.

1.2.4. Frecuencia de operación de RFID

FIGURA N° 9 Frecuencias utilizadas en cada una de las bandas por los diferentes continentes y países.



FUENTE: http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf

La utilización del espectro radioeléctrico está condicionada a las normativas de cada uno de los países. Una clasificación global y rápida es en bandas licenciadas (pago) y no licenciadas (libres), La tecnología RFID utiliza bandas libres.

Las ondas de radio tienen comportamientos diferentes según la frecuencia de trabajo, teniendo elegir la correcta frecuencia para la adecuada aplicación. Los dispositivos RFID están regulados como dispositivo radio porque emite ondas electromagnéticas (Broadcast).

Actualmente, en la práctica, las frecuencias disponibles para dispositivos RFID están limitadas a bandas ISM (Industrial Scientific Medical). Las frecuencias menores a 135 kHz no forman parte de esta banda libre pero puede utilizar en sistemas RFID porque manejan el campo magnético para operar en cortos rangos de lectura, que no interfiere a ningún otro dispositivo¹².

¹² **FUENTE:** <http://www.idtronix.com/qesrfid.htm#top>

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

1.2.4.1. Low frequency (baja frecuencia LF 9-125 Khz):

Esta frecuencia es utilizada en aplicaciones que requieren un rango de lectura corto (pocos centímetros) y es la más adaptable a la presencia de metal. Sus típicos usos son en control de accesos, identificación de animales, procesos de manufactura, etc.

1.2.4.2. High frequency (alta frecuencia HF 13.56 Mhz):

Esta frecuencia del mismo modo está muy difundida, pero a diferencia de la frecuencia baja, el alta no funciona cerca de los metales. Su respuesta en presencia de líquidos es buena, la velocidad de comunicación es aceptable para sistemas estáticos o de baja velocidad, su rango máximo de lectura es alrededor de un metro. Las etiquetas en esta frecuencia pueden ser impresas como papel (etiqueta autoadhesiva). El rango de lectura es de unos cuantos pies/centímetros y sus usos más comunes son en la identificación de pacientes (industria de la salud), control de accesos, bibliotecas, seguimiento de productos, trazabilidad, tracking animal, etc.

1.2.4.3. Ultra high frequency (ultra alta frecuencia UHF 860-960 Mhz):

Sus principales inconvenientes pueden encontrarse en la interferencia provocada por metales y líquidos. Otro punto negativo es la imposibilidad de estandarizar la frecuencia, dado que cada país legisla esta banda con distintas limitaciones. Entre

sus puntos positivos está el rango de lectura (que alcanza hasta 9 metros), su velocidad de lectura (1200 Tags/seg.) y el bajo costo de los tags (esperado llegar a los 5 centavos por unidad). Una aplicación muy importante es el seguimiento en la cadena de abastecimiento, ayudando a reducir los costos de inventario, las pérdidas de venta por falta de stock y a eliminar el factor humano requerido hoy para gestionar la recolección de datos a través del código de barras.

Las aplicaciones pueden ser en fábricas, centros mayoristas, centros logísticos, administración de activos, tracking de sistemas de inventario, parkings, industria farmacéutica, laboratorios, exposiciones, tracking de containeres y pallets, trazabilidad de ítems, etc.

1.2.4.4. Microwave (microondas 2.45 Ghz):

Estas frecuencias son las más habituales para los tags activos, y no tienen el problema de la falta de regulaciones globales. Su velocidad de transmisión es buena, su rango de lectura no es mayor a 2 metros. Este tipo de sistemas no pueden encontrarse muy circulados el costo de cada etiqueta es alto y es típicamente utilizado en peajes automatizados.

TABLA IV Frecuencias de operación de RFID.

Nombre (Rango de frecuencias)	Frecuencias ISM
LF (30-300 kHz)	< 135 kHz
HF (330 MHz)	6,78 MHz, 13,56 MHz, 27,125 MHz, 40,68 MHz
UHF (300 MHz – 3 GHz)	433,920 MHz, 869 MHz, 915 MHz
Microondas (> 3 GHz)	2,45 GHz, 5,8 GHz, 24,125 GHz

FUENTE: <http://www.idtronix.com/qesrfid.htm#top>

Factores para la selección de la frecuencia:

Distancia de lectura: A más alta frecuencia, la longitud de onda es más pequeña, sin entrar en términos físicos, permite antenas más pequeñas y leer a mayores distancias.

Los materiales utilizados: Es sustancial saber en qué entornos trabaja, ya que el líquido, el metal u otras máquinas afectan a las ondas RF. Podemos encontrar efectos de absorción, reflexión, refracción, efectos dieléctricos o efectos de propagación complejos.

1.2.5. Acoplamiento de RFID

El acoplamiento es el mecanismo que determina el modo en que el circuito del tag y el circuito del lector se influyen mutuamente permitiendo la transmisión y recepción de datos y energía. El tipo de acoplamiento afecta directamente al rango de lectura del sistema. Pudiéndose hacer tres grupos, sistemas de lectura cercanos (1cm), sistemas remotos (de 1cm a 1m) y sistemas de largo alcance (más de 1m).

Los acoplamientos más comunes son; acoplamiento por retrodispersión, acoplamiento inductivo, acoplamiento capacitivo y acoplamiento magnético.

El acoplamiento capacitivo y el acoplamiento magnético son ejemplos de sistemas cercanos. El acoplamiento inductivo es un caso de lectura remota y el acoplamiento por retrodispersión utiliza en sistemas remotos y de largo alcance. Además del alcance de lectura, el acoplamiento está muy relacionado con la frecuencia de operación. El acoplamiento inductivo funciona bien en frecuencias dentro de las bandas LF y HF. El acoplamiento por retrodispersión puede ser más eficiente en altas frecuencias (UHF) y el acoplamiento magnético casi siempre es más eficiente a 110 MHz. Veamos cada uno de estos casos en detalle¹³.

1.2.5.1. Acoplamiento por retrodispersión

Describe el modo en que las ondas RF transmitidas por el lector se reflejan y dispersan al chocar con el tag. Es el modo de enviar una señal de vuelta desde el tag, reflejando la señal que le llega del lector. En la retrodispersión, el tag utiliza la misma frecuencia emitida por el lector pero cambia algunas características de la señal para enviar la información hacia el lector. Normalmente puede hacerse

¹³ **FUENTE:** http://webpersonal.uma.es/de/fjgc/Recursos/RFID/RFID_Memoria.pdf

conectando y desconectando una carga en paralelo a la antena del tag que hace que la reflexión de la señal sea peor cuando la carga está conectada. Este tipo de acoplamiento utiliza altas frecuencias, UHF, donde la forma típica de las antenas es de dipolo.

Debido a que lector y tag utilizan la misma frecuencia de comunicación necesitan de algún modo trabajar a turnos. Hablando de una comunicación “Half- Duplex”, el lector emite la señal de alimentación de forma continua. Utiliza modulación ASK ya que no varía ni la frecuencia ni la fase de la señal. La figura N° 11 muestra el esquema físico de un tag UHF. La antena del tag, a más de reflejar potencia hacia el lector, conduce algo de la señal recibida para alimentar el chip. El chip controla la resistencia que conecta las dos mitades de la antena y funciona como relé.

1.2.5.2. Acoplamiento inductivo

Es un tipo de acoplamiento muy común, la mayoría de los tags que hasta ahora están utilizados han sido de este tipo siguiendo la norma ISO 15693. Por ejemplo las tarjetas inteligentes de acceso. El lector activa los tags mediante un campo magnético generado por su antena en forma de espiras. El campo magnético generado induce una corriente sobre la antena del tag del mismo modo que un transformador transmite energía entre dos bobinas. El campo magnético proporciona suficiente energía para activar el tag, y este puede comunicarse con el lector de forma similar al proceso de retrodispersión. Mediante la conexión y desconexión de un resistor el tag provoca fluctuaciones en el campo magnético generando cambios de tensión en la antena del lector.

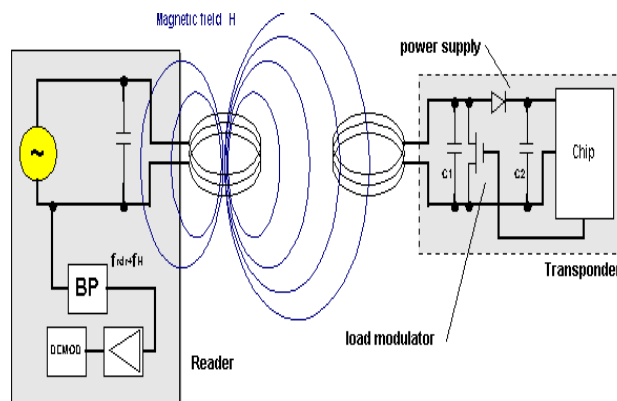
Cuando los cambios en el resistor son muy rápidos, el tag genera dos nuevas frecuencias (subportadoras), una por encima de la frecuencia de operación (portadora) y otra por debajo. Por ejemplo si la frecuencia de operación es 13,56 MHz y la frecuencia del alternador de resistor es de 500 kHz, las dos nuevas frecuencias aparecerán a 13,810 MHz y 13,310 MHz. Estas frecuencias se denominan subportadoras, el lector es capaz de identificarlas fácilmente.

1.2.5.3. Acoplamiento magnético

Es similar al acoplamiento inductivo ya que lector y tag son acoplados mediante un transformador. La diferencia reside en que en este caso la bobina del lector encierra un núcleo de ferrita. El tag debe estar a un centímetro de distancia de la antena del lector y situada en el espacio intermedio entre la ferrita. En la figura N° 12 simboliza esta situación. Debido a su corto alcance y al campo magnético generado utiliza modulación directa ASK.

Este tipo de acoplamiento activa chips bastante complejos. Estos sistemas normalmente requieren que el tag esté dentro del lector, por ello es conveniente para tarjetas inteligentes. (ISO 10536 define el estándar para tarjetas inteligentes de acoplamiento magnético).

FIGURA N° 10 Acople magnético.



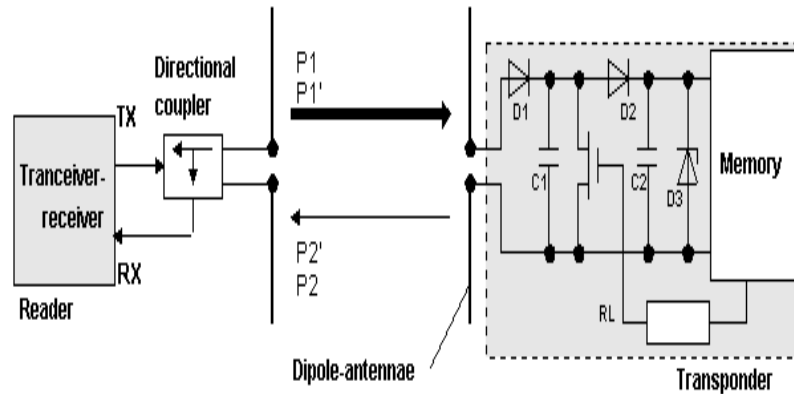
FUENTE: <http://rfid-handbook.de/about-rfid.html?showall=&start=1>

1.2.5.4. Acoplamiento capacitivo

El acoplamiento capacitivo funciona de forma óptima cuando el tag es encontrado dentro del lector. También suele utilizar para implementar tarjetas inteligentes (ISO10536). El acoplamiento capacitivo prescinde de antenas y las sustituye por electrodos. Tanto el lector como el tag tienen parches conductores que juntos forman un capacitor cuando están en paralelo unos a otros sin llegar a tocarse. Como muestra la figura N° 11, el circuito creado es idéntico a uno en donde el lector y tag están conectados mediante un capacitor y compartiendo masa. Igual

que sucede con el acoplamiento magnético, este tipo de acoplamiento permite activar tags complejos con mucha facilidad, y normalmente utiliza modulación ASK simple para transmitir la información.

FIGURA N° 11 Acoplamiento por retrodispersión.



FUENTE: <http://rfid-handbook.de/about-rfid.html?showall=&start=2>

1.2.6. Tags de RFID

1.2.6.1. Fuente de energía

Clasificación de los tags según la procedencia de la energía para poder activar el chip y enviar la información.

1.2.6.2. Etiquetas activas

Las etiquetas activas, a más de recoger energía del lector, alimentándose de una batería. Normalmente incorporan una pila que posee una alta relación potencia- peso y son capaces de funcionar en un intervalo de temperaturas que va desde 50°C hasta 70°C, aunque el empleo de baterías implica un tiempo de vida finito para el dispositivo, la colocación de una pila acoplada de forma apropiada a la circuitería de baja potencia, puede asegurar un tiempo de vida de algo más de 10 años, dependiendo de la misma manera de las condiciones de trabajo en las que se encuentre, es decir, las temperaturas, ciclos de lectura/escritura y su utilización, típicamente son dispositivos de lectura/escritura. Además, una ventaja adicional

que presentan frente a las etiquetas pasivas son que pueden usarse para gestionar otros dispositivos, como los sensores. En términos generales las etiquetas RFID activas permiten un radio de cobertura mayor, mejor inmunidad al ruido y tasas de transmisión más altas cuando trabaja a alta frecuencia. Estas ventajas pueden traducirse en un costo mayor, y solo aplican cuando los bienes a identificar lo justifican.¹⁴

Tipos de etiquetas activas:

- Aquellas que normalmente encuentran desactivadas (modo reposo) y se activan (despiertan) cuando un lector las interroga. De esta forma ahorra batería.
- Aquellas que periódicamente envían señales, aunque un lector no las interroge. Operan a frecuencias más bajas y a menores tasas de transferencias, para ahorrar batería.

1.2.6.3. Etiquetas semi-activas

Utiliza una batería para activar la circuitería del chip pero la energía para generar la comunicación es la que recoge de las ondas radio del lector (como en los pasivos). Debido a la utilización de batería, estos son más grandes y caros que los pasivos, pero consiguen mejores rangos de comunicación. Algunos tags llevan integrados sensores de temperatura, movimiento, etc. para proporcionar mayores funcionalidades.

1.2.6.4. Etiquetas pasivas

Las etiquetas pasivas funcionan sin una batería interna, obteniendo la potencia que necesitan para funcionar del campo generado por el interrogador. La ausencia de batería provoca que los transpondedores pasivos sean mucho más ligeros, pequeños, flexibles y baratos que los activos, hecho que redundará en que puedan

¹⁴ **FUENTE:** http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

ser diseñados en una amplia gama de formas. Además, ofrecen un tiempo de vida prácticamente ilimitado. Como contrapartida, poseen unos radios de cobertura menores y requieren más cantidad de energía procedente del interrogador para poder transmitir los datos. También poseen restricciones a la hora de almacenar los datos y no funciona bien en ambientes con interferencias electromagnéticas, su sensibilidad y orientación están limitadas por la potencia disponible.

A pesar de estas limitaciones, las etiquetas pasivas ofrecen mejores ventajas en términos de costo y longevidad. Existe un tipo especial de etiqueta pasiva que sí incorpora una batería, pero la misión de ésta es alimentar la circuitería interna del microchip. Nunca utiliza esa energía para transmitir.

TABLA V Características de las etiquetas RFID.

	ETIQUETA ACTIVA	ETIQUETA PASIVA
Incorporación de batería	Si	No
Costo	Mayor	Menor
Tiempo de Vida	Limitado	Casi Ilimitado
Cobertura	Mayor	Menor
Capacidad de Datos	Mayor	Menor

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

1.2.6.5. Características de los tags de RFID

- **Tipo y capacidad de datos almacenados**

Los datos almacenados en las etiquetas requieren algún tipo de organización como, por ejemplo, identificadores para los datos o bits de detección de errores (bits de paridad, bits de redundancia cíclica), con el fin de satisfacer las necesidades de recuperación de datos. A Este proceso es conocido como codificación de fuente¹⁵.

La cantidad de datos que puede almacenar, evidentemente, dependerá del tipo de aplicación que desee desarrollar. Básicamente, las etiquetas pueden usarse con el fin de transportar:

¹⁵ **FUENTE:** http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

- Un identificador. El tag almacena una cadena numérica o alfanumérica que puede representar:
 - Una identidad. Tanto para identificar un artículo de fabricación o un producto en tránsito, como para proporcionar una identidad a un objeto, un animal o un individuo.
 - Una clave de acceso a otra información que puede encontrarse almacenada en un ordenador o sistema de información.

- **Velocidad de lectura de datos**

La velocidad de lectura de los datos depende principalmente de la frecuencia portadora. En términos generales, cuanto más alta sea dicha frecuencia, más alta será la velocidad de transferencia.

Un aspecto a considerar es la velocidad con que las etiquetas moviéndose dentro de la zona de lectura. El tiempo que tarda una etiqueta en atravesar una zona de lectura debe ser superior al tiempo de lectura de la propia etiqueta, o no dará tiempo al lector para que pueda realizar adecuadamente la lectura. Este problema puede agravarse si son varias las etiquetas que el interrogador debe detectar, ya que cuando varios tags intentan transmitir sus datos a un mismo lector, el tiempo de lectura es multiplicado por el número de tags.

Para etiquetas que poseen una alta capacidad de almacenamiento de datos, cuando se trata de leer toda la información almacenada en la etiqueta los tiempos de lectura serán en consecuencia elevados. En este sentido, la opción que poseen algunas etiquetas para realizar lecturas selectivas, por bloques o por sectores, puede ser muy beneficiosa para reducir considerablemente el tiempo de lectura. A baja frecuencia (<135 KHz) una unidad lectora estándar tardará aproximadamente 0,012 segundos en capturar la información de una etiqueta, permitiendo una velocidad de 3 m/s. Para velocidades más rápidas es necesario antenas más grandes. Por ejemplo ha sido posible realizar lecturas cuando las etiquetas se movían velocidades de 65 m/s (unos 240 km/h).

▪ **Opciones de programación**

Dependiendo del tipo de memoria que incorpore el transpondedor, los datos transportados pueden ser:

- De sólo lectura. Son dispositivos de baja capacidad, programados por el fabricante desde el primer momento. Normalmente portan un número de identificación o una clave a una base de datos donde existe información dinámica relativa al objeto, animal o persona a la que van adheridos.
- De una escritura y múltiples lecturas. Son dispositivos programables por el usuario, pero una sola vez.
- De lectura y escritura. También son programables por el usuario pero adicionalmente permiten modificar los datos almacenados en la etiqueta. Los programadores permiten la escritura directamente sobre la etiqueta adherida al objeto en cuestión, siempre y cuando este dentro del área de cobertura del programador.

1.2.6.6. Formas físicas de los tags de RFID

Las etiquetas RFID pueden tener diversas formas, tamaños y carcasas protectoras, dependiendo de la utilidad para la que son creados. El proceso básico de ensamblado consiste en la colocación, sobre un material que actúa como base (papel, PVC), de una antena hecha con materiales conductivos como la plata, el aluminio o el cobre, posteriormente es conectado al microchip a la antena y opcionalmente se protege el conjunto con un material que le permita resistir condiciones físicas adversas. Este material puede ser PVC, resina o papel adhesivo. Una vez construida la etiqueta, su encapsulación puede variar de modo que faciliten su inserción o acoplamiento a cualquier material (madera, plástico, piel, etc). Con respecto al tamaño, es posible desarrollar etiquetas del orden de milímetros hasta unos pocos centímetros¹⁶.

¹⁶ **FUENTE:**http://www.dipolerfid.com/products/RFID_tags/RFID_Tags_Classification.aspx

Por ejemplo los transpondedores empleados en la identificación de ganado, que son insertados bajo la piel del animal, miden entre 11 y 34 mm, mientras que aquellos pueden encapsularse en discos o monedas, suelen tener un diámetro de entre 3 y 5 cm. Las etiquetas inteligentes RFID tienen las medidas estandarizadas de 85,72 mm x 54,03 mm x 0,76 mm \pm tolerancias.

Algunas de las formas que pueden albergar un transpondedor pueden agruparse en: Transpondedores encapsulados en ampollas, monedas, pilas, llaves, relojes, varillas, cápsulas, discos, botones. Las figuras N° 12 y 13 que sigue da una idea de la amplia variedad de formas que existen.

FIGURA N° 12 Diferentes tipos de tags de RFID.



FUENTE: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

FIGURA N° 13 Diferentes tipos de tags de RFID.



FUENTE: http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf

1.2.6.7. Clases de tags

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

TABLA VI Clases de tags.

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

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

1.2.7. Estándares

Como toda nueva tecnología, uno de los temas principales para su adopción a gran escala son la definición de estándares que garanticen la interoperabilidad y la disposición de soluciones no ligadas a un solo proveedor, que permite a la empresa obtener cierta libertad de decisión.

Cuando nos encontramos en aplicaciones que solo implican a una sola empresa no hay necesidad de existencia de estándares, pero existe la colaboración con otros agentes e intercambiar información, siendo imposible realizarlo sin un estándar que defina como comunicarse para que todo el mundo lo entienda. En este tipo de

sistemas, normalmente, están involucrados en los estándares aspectos físicos del tag y la interfaz aérea (comunicación)¹⁷.

Los estándares principales del sistema RFID lo podríamos desglosar en dos: estándares de EPC global, empresa que desarrolla estándares industriales para el código de producto electrónico EPC (Electronic Product Code) y de la Organización Internacional para la Estandarización o International Organization for Standardization (ISO), cada uno con sus categorías.

Los aspectos estandarizados son los siguientes:

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

La ISO (International Organization for Standardization) trabaja mediante comités técnicos, que están organizados mediante subcomités formados por grupos de trabajo¹⁸. Los organismos de estandarización los han agrupado de la siguiente manera:

- Tarjetas de identificación – circuitos integrados inalámbricos.
 - ✓ ISO 10536
 - ✓ ISO 14443
 - ✓ ISO 15693
 - ✓ ISO 10373

- Administración de Ítems
 - ✓ ISO 10374
 - ✓ ISO 15960
 - ✓ ISO 15961
 - ✓ ISO 15962

¹⁷ FUENTE: <http://www.waazaa.org/15693/>

¹⁸ FUENTE: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/631/1/T-ESPE-012138.pdf>

- ✓ ISO 15963
- ✓ ISO/IEC TR 18000
- ✓ ISO 18001
- Identificación de Animales.
 - ✓ ISO 11784
 - ✓ ISO 11785
 - ✓ ISO 14223

1.2.8. Ventajas y desventajas

A diferencia de la tecnología tradicional de códigos de barras, los lectores de RFID pueden escanear paralelamente cientos de artículos etiquetados y no requieren de un radio de cobertura entre la etiqueta y el escáner, los beneficios, las ventajas más destacables de RFID respecto al código de barras están: ¹⁹

- ✓ Un rastreo de activos preciso y oportuno.
- ✓ Una capacidad mejorada de producción en base a demanda.
- ✓ Identificación de falsificaciones, predicción de robos y retiros más rápidos.
- ✓ Mayor productividad y costos de operación reducidos dramáticamente.
- ✓ Mayor información de un producto en las etiquetas RFID.
- ✓ Más rapidez en el cobro y tiendas sin cajeros.
- ✓ Lectura desde cualquier lugar que cubra el radio de lectura del lector.
- ✓ Reutilización de las etiquetas.
- ✓ Un lector puede leer al mismo tiempo varias etiquetas o productos etiquetados.
- ✓ Mayor seguridad.

Las desventajas de utilizar esta tecnología están:

- ✓ Su alto costo, debido a que su utilización no se ha expandido a los grandes mercados.

¹⁹ **FUENTE:** <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/631/1/T-ESPE-012138.pdf>

- ✓ Son vulnerables a los metales y a los líquidos debido a las interferencias, lo cual dificulta la lectura la información de las etiquetas.
- ✓ Son vulnerables a las interferencias que puedan generar equipos electrónicos
- ✓ La radiofrecuencia utilizada en las etiquetas puede afectar a la salud humana como en una época ocurrieron daños en la salud por motivo de las ondas emitidas por teléfonos celulares.

1.2.9. Limitaciones de RFID

Las limitaciones más comunes de RFID son desarrolladas a continuación: ²⁰

- ❖ **Pobre Rendimiento con objetos absorbentes:** Este es un comportamiento dependiente de la frecuencia de operación. La tecnología actual no opera bien con algunos materiales (metales, líquidos, etc.) y en algunos casos, puede fallar completamente.
- ❖ **Impactada por el entorno operativo:** Las condiciones del entorno (por ejemplo, metal y líquidos) pueden impactar significativamente la exactitud de lectura de las etiquetas.
- ❖ **Limitación de lecturas múltiples:** Existe un límite práctico en relación a cuántas etiquetas pueden ser leídas dentro de un espacio de tiempo específico.
- ❖ **Impacto de la interferencia de hardware:** Una Solución RFID puede ser impactada negativamente si la instalación del equipamiento correspondiente (por ejemplo, el solapamiento debido a la posición y orientación de las antenas produce colisiones) no es realizada apropiadamente.
- ❖ **Poder limitado de la energía RFID:** Aunque RFID no necesita una línea de visión, existe un límite de cuán profundo puede llegar la energía RF, incluso a través de objetos translúcidos para la radiofrecuencia. Estos límites son determinados por experimentación y regulaciones en cada país.

²⁰ **FUENTE:** <http://www.ferroxtag.com/Downloads/BasicsRFID-ES.pdf>

- ❖ **Tecnología inmadura:** Aunque la tecnología RFID está avanzando rápidamente, esos cambios pueden generar inconvenientes para aquellas empresas que no estén preparadas.

1.3. TECNOLOGÍA BLUETOOTH

1.3.1. Antecedentes de la tecnología bluetooth

El nombre de esta tecnología fue tomado del Rey Danés del siglo X, llamado Harold Batan (Bluetooth) traducido al idioma inglés, que fue famoso por sus habilidades comunicativas, y por haber logrado el comienzo de la cristianización en su cerrada sociedad Vikinga.

En 1994, Ericsson Mobile Communications inició un estudio para investigar la posibilidad de una interfaz de radio de baja potencia y mínimo costo entre teléfonos móviles y sus accesorios. El objetivo era eliminar los cables entre los teléfonos móviles y tarjetas de PCS, headsets, dispositivos desktop, etc.

El estudio fue parte de otro gran proyecto de investigación que involucraba a multicomunicadores conectados a la red celular por medio de los teléfonos celulares. El último enlace en dicha conexión debería ser un radio enlace de corto rango. A medida que el proyecto progresaba, viéndose claro que las aplicaciones que envuelven a dicho enlace de corto rango serían ilimitadas. A comienzos de 1997, Ericsson se aproxima a otros fabricantes de dispositivos portátiles para incrementar el interés en esta tecnología.

El motivo era simple, para que el sistema fuera exitoso y verdaderamente utilizable, una cantidad crítica de dispositivos portátiles debiera utilizar la misma tecnología de radio enlaces de corto alcance. En Febrero de 1998, cinco compañías, Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel, forman un Grupo de Interés Especial (SIG). Dicho grupo contiene la mezcla perfecta en lo que es el área de negocios, dos líderes del mercado en telefonía móvil, dos líderes del mercado en computadoras laptop y un líder del mercado en tecnología de procesamiento de

señales digitales. La meta era establecer la creación de una especificación global para conectividad sin hilos de corto alcance.²¹

El grupo Bluetooth SIG (Special Interest Group), ha desarrollado la especificación Bluetooth, que permite el progreso de aplicaciones de comunicación de datos de manera inalámbrica. El SIG fue rápidamente ganando miembros, como las compañías 3Com, Axis Communication, Compaq, Dell, Lucent Technologies UK Limited, Motorola, Qualcomm y Xircom.

La especificación, define un conjunto completo de protocolos, los cuales dan gran flexibilidad al estándar para operar una cierta variedad de aplicaciones. A continuación, es descrita las características principales de los conjuntos de protocolos usados, así como las principales aplicaciones que se han dividido tener bajo el estándar.

La iniciativa Bluetooth, tiene como objetivo aumentar la efectividad de las comunicaciones entre cortas distancias, tanto en el área de trabajo como en los espacios públicos. La Tecnología Bluetooth es de pequeña escala y bajo costo. Esta tecnología opera en la banda del espectro electromagnético de 2.4 GHz. Tiene la capacidad de atravesar paredes y maletines, por lo cual es ideal tanto para el trabajo móvil, como el trabajo en oficinas²².

Bluetooth conectan dispositivos como pueden ser teléfonos móviles, auriculares u ordenadores personales. No obstante, la conexión inalámbrica de dispositivos fijos y móviles plantea nuevos escenarios de uso además del simple reemplazo de cables. De este modo nace el concepto de Red de Área Personal (PAN), que no es más que la interconexión y comunicación de dispositivos cercanos. Estas redes pretenden proporcionar de una manera sencilla una conexión a impresoras, puntos de acceso a Internet y dispositivos personales como teléfonos móviles o PDA's tanto en el hogar como en el trabajo.

²¹ **FUENTE:** <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/40048/fichero/VOLUMEN+1.+MEMORIA%252F4.+Tecnolog%C3%ADa+Bluetooth.pdf>

²² **FUENTE:** <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11972/fichero/Cap%EDtulo+2+-+Bluetooth.pdf>

Las principales características podemos destacar:

- Bluetooth es una especificación abierta lo que significa que está públicamente disponible y de manera gratuita.
- Tecnología radio de corto alcance implica que los dispositivos pueden comunicarse usando ondas de radio a una distancia de 10 metros. Utilizando transmisión de alta potencia se alcanza hasta los 100 metros.
- Potencia de emisión pequeña que es factible de integrar en dispositivos provistos de pequeñas baterías como es el caso de los dispositivos móviles.
- Soporta tráfico de voz y de datos, permitiendo transmitir cualquier tipo de contenido.
- Tecnología disponible en cualquier país del mundo debido a que opera en la banda de los 2,4 GHz, banda mundialmente disponible y libre.

1.3.2. Clases bluetooth

La clasificación de los dispositivos Bluetooth como "Clase 1", "Clase 2" o "Clase 3" es únicamente una referencia de la potencia de transmisión del dispositivo, siendo totalmente compatibles los dispositivos de una clase con los de la otra. En la tabla VII muestra los rangos de cada clase: ²³

TABLA VII Rangos de las clases de bluetooth.

CLASE	POTENCIA MAX. PERMITIDA (mW)	POTENCIA MAX PERMITIDA (dbm)	RANGO APROXIMADO
1	100 mW	20 dbm	~100 metros
2	2,5 mW	4 dbm	~20 metros
3	1 mW	0 dbm	~1 metro

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Cabe mencionar que en la mayoría de los casos, la cobertura efectiva de un dispositivo de clase 2 se extiende cuando se conecta a uno de clase 1; Esto es así gracias a la mayor sensibilidad y potencia de transmisión del dispositivo de

²³ **FUENTE:** <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11972/fichero/Cap%EDtulo+2+-+Bluetooth.pdf>

clase 1. Es decir, la mayor potencia de transmisión del dispositivo de clase 1 permite que la señal llegue con energía suficiente hasta el de clase 2; por otra parte la mayor sensibilidad del dispositivo de clase 1 permite recibir la señal del otro pese a ser más débil.

1.3.3. Versiones de bluetooth

A partir de la versión 1.0 que fue ratificada en julio de 1999, han publicado sucesivas versiones: Todas las versiones de los estándares de Bluetooth están diseñadas para la compatibilidad hacia abajo, que permite que el último estándar cubra todas las versiones anteriores.²⁴

- Bluetooth v.1.1
- Bluetooth v.1.2
- Bluetooth v.2.0
- Bluetooth v.2.1

La versión 1.2 a diferencia de la versión 1.1, provee una solución inalámbrica complementaria para co-existir Bluetooth y Wi-Fi en el espectro de los 2.4 GHz, sin interferencia entre ellos.

La versión 1.2 usa la técnica "Adaptive Frequency Hopping (AFH)", que ejecuta una transmisión más eficiente y un cifrado más seguro. Para mejorar las experiencias de los usuarios, la V1.2 ofrece una calidad de voz (Voice Quality - Enhanced Voice Processing) con menor ruido ambiental, y provee una más rápida configuración de la comunicación con los otros dispositivos Bluetooth dentro del rango del alcance, como pueden ser PDAs, HIDs (Human Interface Devices), computadoras portátiles, computadoras de escritorio, Headsets, impresoras y celulares.

La versión 2.0, creada para ser una especificación separada, principalmente incorpora la técnica "Enhanced Data Rate" (EDR) que permite mejorar las

²⁴**FUENTE:**<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/40048/fichero/VOLUMEN+1.+MEMORIA%252F4.+Tecnolog%C3%ADa+Bluetooth.pdf>

velocidades de transmisión en hasta 3Mbps a la vez que intenta solucionar algunos errores de la especificación de la versión 1.2.

La versión 2.1, simplifica los pasos para crear la conexión entre dispositivos, además el consumo de potencia es 5 veces menor.

TABLA VIII Ancho de banda de cada versión.

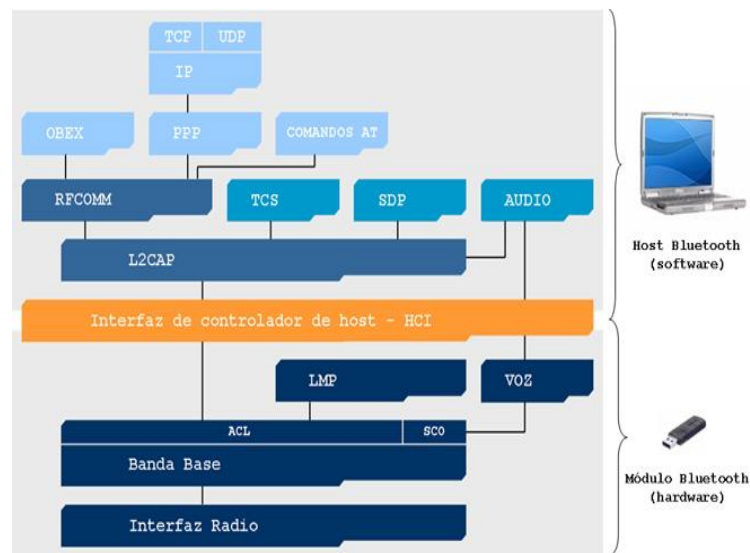
VERSION	ANCHO DE BANDA (Mbit/s)
Versión 1.2	1 Mbits/s
Versión 2.0 + EDR	3 Mbits/s
UWB Bluetooth (propuesto)	53-480 Mbits/s

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

1.3.4. Arquitectura del Sistema Bluetooth

La pila de protocolos de Bluetooth se puede dividir en dos componentes: el host y el controlador Bluetooth (o módulo radio). La Host Controller Interface (HCI) proporciona una interfaz estándar entre el host y el controlador Bluetooth.²⁵

FIGURA N° 14 Host y controlador de bluetooth.



FUENTE: <http://www.seguridadmobile.com/bluetooth/especificacion-bluetooth/arquitectura-de-protocolo/>

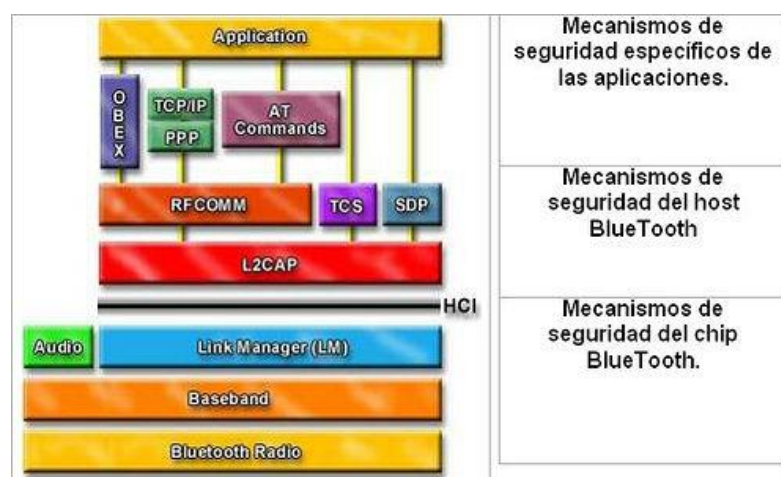
²⁵ FUENTE: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11972/fichero/Cap%EDtulo+2+-+Bluetooth.pdf>

El host también es conocido como la capa alta de la pila de protocolos y normalmente está implementado en software. Generalmente se encuentra integrado con el software del sistema o sistema operativo del dispositivo. Los perfiles están contruidos por encima de los protocolos, generalmente en software. El módulo radio o controlador de Bluetooth normalmente es un módulo hardware, como podría ser una PC card conectada al dispositivo en cuestión, aunque lo normal es que éste módulo vaya ya integrado en el hardware del dispositivo, las capas altas pueden hacer uso del módulo radio a través de la interfaz HCI. A su vez, el módulo radio interactúa con el sistema host mediante un sistema estándar de entrada/salida, como puede ser PCMCIA, UART, o USB. Aunque en realidad el host y el controlador se encuentran implementados en la mayoría de los dispositivos de forma conjunta y no es necesario hacer uso de la HCI.

1.3.5. Protocolos

La figura N° 15 muestra un diagrama de la pila de protocolos de Bluetooth. La pila o stack está compuesto de protocolos específicos de Bluetooth como tecnología inalámbrica, así como del protocolo de búsqueda de servicios SDP, u otros protocolos adoptados como el protocolo de intercambio de objetos OBEX.²⁶

FIGURA N° 15 Pila de protocolos



FUENTE: <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/bluesec/Tempo/pilabt.jpg>

²⁶ FUENTE: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11972/fichero/Cap%EDtulo+2+-+Bluetooth.pdf>

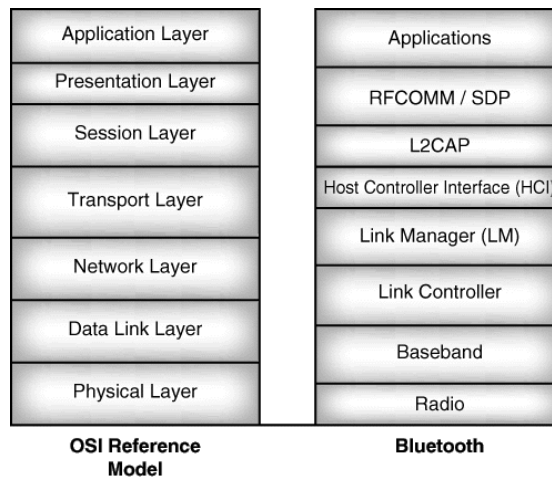
- La capa radio es la capa más baja de las definidas en la especificación. Define los requisitos que debe seguir el transceptor del dispositivo que opera en la banda de los 2,4 GHz.
- Las capas de banda base y control del enlace permiten el enlace físico de radiofrecuencia (RF) las unidades Bluetooth. La capa de banda base se encarga de la gestión de los canales y temporización, mientras que la de control del enlace controla el acceso a los canales. Hay dos tipos diferentes de enlaces físicos: síncrono orientado a conexión (SCO) y asíncrono sin conexión (ACL). Un enlace ACL está orientado al tráfico de paquetes de datos, mientras que un SCO soporta el tráfico de audio en tiempo real. El tráfico de audio es dirigido desde y hacia la banda base a través de un enlace SCO. Por supuesto, si se está usando un canal de datos (como en aplicaciones de VoIP), el tráfico de audio transmitirá sobre un enlace ACL.
- El protocolo de gestión del enlace LMP es responsable del establecimiento y configuración del enlace entre los dispositivos, gestionando y negociando el tamaño de los paquetes de banda base. El protocolo LMP es encargado de los aspectos de seguridad, como la autenticación y encriptado, generando, intercambiando y comprobando claves.
- La HCI proporciona una interfaz con el módulo radio, el controlador de la banda base y el gestor de enlace. De este modo ofrece una interfaz estándar que permite acceder a las posibilidades de la banda base, al estado del hardware, y los registros de control.
- El protocolo de control del enlace lógico y adaptación L2CAP abstrae a las capas superiores de los detalles de los protocolos de capas inferiores. Asimismo realiza la multiplexión entre los distintos canales lógicos creados por las capas superiores.

- SDP proporciona a las aplicaciones un medio para realizar búsquedas de servicios y de características. En Bluetooth primero se encuentra el dispositivo remoto y después busca los servicios. Además el conjunto de servicios disponibles puede cambiar mientras el dispositivo está en marcha, de ahí que SDP sea bastante diferente de la búsqueda de servicios de las redes tradicionales.
- RFCOMM ofrece una emulación de un puerto serie sobre L2CAP proporcionando el mecanismo de transporte a servicios de capas más altas, permitiendo realizar múltiples conexiones con un dispositivo al mismo tiempo.
- La especificación del protocolo de control telefónico, TCS binary, define la señalización de control de llamadas para el establecimiento de llamadas de voz y datos entre dispositivos Bluetooth
- El protocolo adoptado OBEX está construido sobre RFCOMM. Además de éstos, el SIG está definiendo nuevos protocolos, pero siempre sobre algunos de los ya mencionados y, en la mayor parte de los casos, sobre L2CAP. Algunos ejemplos de estos protocolos más recientes son: Hardcopy Control Channel, Hardcopy Notification Channel, Audio/Video Control Transport Protocol y Audio/Video Distribution Transport Protocol.

La figura N° 16 muestra la correspondencia entre el modelo OSI con la pila de protocolos de Bluetooth, aunque no corresponden exactamente.

La capa física es responsable de la interfaz eléctrica con el medio de comunicaciones, incluyendo la modulación y codificación del canal. Esto cubre parte de la capa radio y de la banda base de Bluetooth.

FIGURA N° 16 Comparación del modelo OSI con la pila bluetooth



FUENTE:http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/chap1_0130661066/elementLinks/01fig03.gif

La capa de enlace es responsable de la transmisión, tramas y control de errores sobre un enlace particular. Éstas serían las tareas realizadas por el controlador del enlace y parte de control de la banda base, incluyendo comprobación y corrección de errores. El resto es bastante más difuso.

La capa de red es responsable de la transferencia de datos a través de la red, independientemente del medio y de la topología específica de la red. Esto engloba la parte alta del controlador del enlace, estableciendo y manteniendo múltiples enlaces, y cubre además la mayoría de las tareas del gestor del enlace (LM). La capa de transporte es responsable de la fiabilidad y multiplexación de datos a través de la red, encargándose de la parte más alta del gestor del enlace así como la HCI, que provee los mecanismos de transporte de datos.

La capa de sesión proporciona los servicios de control del flujo de datos, que son cubiertos en Bluetooth por L2CAP y la parte baja de RFCOMM y SDP. La capa de presentación provee una representación común para la capa de aplicación añadiendo estructura de servicios a las unidades de datos, realizando los protocolos RFCOMM y SDP.

La capa de aplicación es la responsable de gestionar la comunicación entre las aplicaciones finales.

1.3.6. Maestros y esclavos

Para poder cambiar de frecuencia después de transmitir cada paquete, los dispositivos tienden a ponerse de acuerdo a la siguiente frecuencia que van a utilizar. Los dispositivos pueden operar en dos modos distintos: como maestro o como esclavo. El maestro es el que establece la secuencia de frecuencias a utilizar. Los esclavos una vez sincronizados en tiempo y frecuencia con el maestro siguiendo la secuencia de salto establecida por éste. Cada dispositivo Bluetooth posee una dirección y un reloj únicos. La parte de banda base de la especificación describe un algoritmo para calcular una secuencia de saltos de frecuencia a partir de la dirección y reloj del dispositivo. Cuando los dispositivos esclavos se conectan al maestro obtienen la dirección y reloj de éste, a partir de los cuales pueden calcular la secuencia de salto.²⁷

Debido a que todos los esclavos usan la dirección y reloj del maestro, todos están sincronizados con la misma secuencia de saltos de frecuencia. Además de controlar la secuencia de saltos de frecuencia, el maestro es encargado de controlar cuando los dispositivos pueden transmitir y cuando no.

El maestro permite a los esclavos transmitir asignándoles slots para tráfico de datos o de voz. En los slots de datos, los esclavos sólo pueden transmitir cuando sea respondiendo a una transmisión realizada anteriormente por el maestro. En los de voz, los esclavos tienen que transmitir regularmente en slots reservados siendo o no una respuesta al maestro.

El maestro es encargado en dividir el ancho de banda total entre los diferentes esclavos decidiendo cuándo y con qué frecuencia se comunica con cada uno. La cantidad de slots de cada dispositivo dependerá de la cantidad de datos que tengan que transmitir. El sistema de división del tiempo en slots entre los diferentes dispositivos se denomina multiplexación por división en el tiempo (TDM).

²⁷ **FUENTE:** <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11972/fichero/Cap%EDtulo+2+-+Bluetooth.pdf>

1.3.7. Piconets y scatternets

Un grupo de dispositivos esclavos operando con un maestro conocido con el nombre de piconet. Todos los dispositivos de una piconet siguen la secuencia de saltos de frecuencia y tiempo del Master o maestro²⁸.

Como muestra la figura N° 17, una piconet está formada por el maestro y un esclavo (punto a punto), o por el maestro y varios esclavos (punto a multipunto). En una piconet los esclavos sólo están conectados al maestro, es decir, no existen enlaces directos entre esclavos.

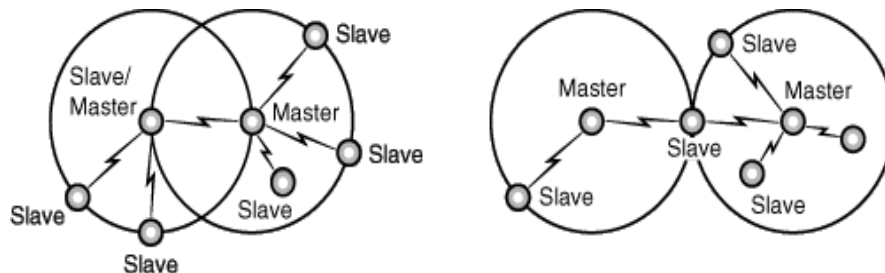
FIGURA N° 17 Ejemplo de piconet



FUENTE: http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/chap1_0130661066/elementLinks/01fig04.gif

La especificación limita el número de esclavos en una piconet a siete, estando cada uno conectado únicamente al maestro. No obstante, es posible realizar redes de mayor tamaño, de forma que pueda cubrir un mayor espacio y conectar a un mayor número de miembros, enlazando varias piconets y formando lo que se denomina una scatternet, donde algunos de los dispositivos forman parte de más de una piconet como se observa en la figura N° 18.

FIGURA N° 18 Ejemplo de scatternet



FUENTE: http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/chap1_0130661066/elementLinks/01fig05.gif

²⁸ **FUENTE:** <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11972/fichero/Cap%EDtulo+2+-+Bluetooth.pdf>

Además de las fuentes de interferencia correspondientes a otros protocolos que usan la banda de frecuencia ISM como ya hemos mencionado, la mayor fuente de interferencia puede provenir de otros dispositivos Bluetooth.

Aunque los dispositivos pertenecientes a una misma piconet se sincronizan para evitar los unos a los otros, pueden existir otras piconets que colisionen por encontrar a la misma frecuencia sin sincronizarse. Si existe una colisión de este tipo en un canal particular, los paquetes pueden perderse y tendrán que ser retransmitidos si son de datos, o ignorados si son de voz. Esto implica que a mayor número de piconets en un área, mayor será también el número de retransmisiones, con lo que disminuirá la tasa de transmisión. Este efecto tendrá lugar si hay muchas piconets independientemente, así como en el caso de las scatternets, puesto que las piconets que las forman no coordinan sus secuencias de salto de frecuencia.

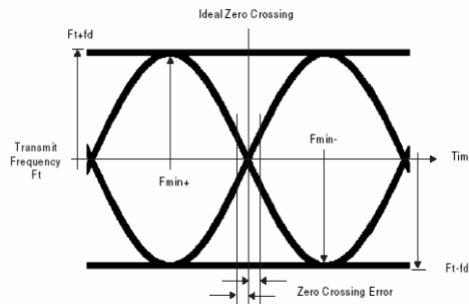
1.3.8. Características de modulación

La modulación es del tipo GFSK (Gaussian frequency shift keying) con un tiempo de ancho de banda (BT) = 0.5. El índice de modulación debe ser de entre 0.28 y 0.35. Un 1 binario representa con una desviación positiva de frecuencia, y un 0 binario representa con una desviación negativa de frecuencia. La sincronización de símbolo debe ser mejor que ± 20 ppm (ver figura N° 20). Para cada canal de transmisión, la desviación mínima de frecuencia ($F_{min} = \text{la menor de } |F_{min+}, F_{min-}|$) que corresponde a la secuencia 1010 debe de ser menor a $\pm 80\%$ de la desviación de frecuencia (f_d) que corresponde a la secuencia 00001111.²⁹

Adicionalmente, la desviación mínima nunca debe de ser menor a 115 kHz. La transmisión de datos tiene una tasa de 1 M símbolos/s.

²⁹ **FUENTE:** http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/capitulo3.pdf

FIGURA N° 19 Tipo de modulación para la transmisión de datos



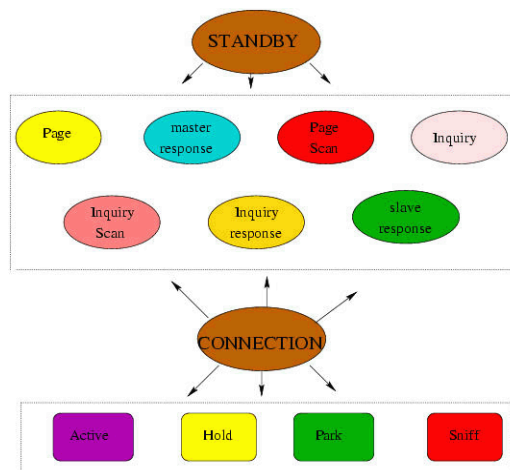
FUENTE: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/capitulo3.pdf

El error de cruce por cero es la diferencia de tiempo entre el periodo ideal del símbolo y el tiempo de cruce real. Este debe de ser menor a ± 0.125 del periodo de un símbolo. La desviación máxima de frecuencia debe de ser entre 140 kHz y 175 kHz.

1.3.9. Establecimiento de conexiones bluetooth

Bluetooth es una tecnología que, como está adaptada a dispositivos de bajo consumo, implementa distintos procedimientos para el ahorro de energía; su estado normal será el de reposo o standby. Para establecer nuevas conexiones es utilizado los procedimientos de acceso que son principalmente de búsqueda o paging y los de pregunta o inquiry.³⁰

FIGURA N° 20 Establecimiento de conexiones bluetooth



FUENTE: <http://www.palowireless.com/bluearticles/baseband.asp>

³⁰ **FUENTE:** http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/capitulo3.pdf

Las conexiones Bluetooth, son establecidas a través de la siguiente técnica:

- **STANDBY:** Los dispositivos en un "piconet" que no están conectados, están en modo standby, ellos escuchan mensajes cada 1,28 segundos, sobre 32 saltos de frecuencias.
- **PAGE/INQUIRY:** Si un dispositivo desea hacer una conexión con otro dispositivo, éste le envía un mensaje de tipo page, si la dirección es conocida; o una petición a través de un mensaje de page, si éste no es conocido. La unidad "master" envía 16 page message idénticos, en 16 saltos de frecuencias, a la unidad "slave". Si no hay respuesta, el "master" retransmite en los otros 16 saltos de frecuencia. El método de Petición (inquiry) requiere una respuesta extra por parte de la unidad "slave", desde la dirección MAC, que no es conocida por la unidad "master".
- **ACTIVE:** Ocurre la transmisión de datos.
- **HOLD:** Cuando el "master" o el "slave" desean, puede ser establecido un modo en el cual no son transmitidos datos. El objetivo de esto es conservar el poder.
- **SNIFF:** El modo sniff, es aplicable solo para las unidades "slaves", es para conserva el poder. Durante este modo, el "slave", no toma un rol activo en la "piconet", pero escucha a un reducido nivel.
- **PARK:** El modo park es un nivel más reducido, que el modo hold. Durante este, el "slave" es sincronizado a la "piconet", por eso no requiere una reactivación completa, pero no es parte del tráfico. En este estado, ellos no tienen direcciones MAC y solo escuchan para mantener su sincronización con el "master" y chequear los mensajes de broadcast.

1.3.10. Paquetes

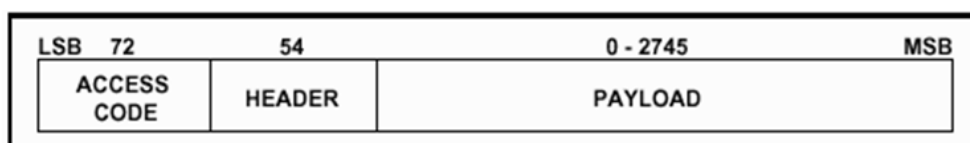
- **Formato general**

Los bits cuando definen los paquetes y mensajes, siguen el formato Little Endian, por ejemplo, las siguientes reglas:

- El bit menos significativo (LSB) corresponde a b0.
- El LSB es el primer bit que se transmite.
- En las ilustraciones, el LSB se muestra en la parte izquierda.

Los datos en el canal de la piconet son transportados en paquetes. El formato general de los paquetes es ilustrado en la figura N° 21. Cada paquete consta de tres partes: el código de acceso, el encabezado, y los datos útiles.³¹

FIGURA N° 21 Estándar para el formato del paquete



FUENTE: <http://www.probleuario.com/wp-content/uploads/2010/09/bluetooth2.png>

Tanto el código de acceso como el encabezado son siempre de un tamaño estándar: 72 bits y 54 bits respectivamente. Los datos útiles pueden variar de cero a un máximo de 2745 bits. Se han definido diferentes tipos de paquetes. Los paquetes pueden consistir en códigos puros de acceso, el código de encabezado así como el código de acceso o puede contener los tres tipos de datos.³²

1.3.11. Ventajas y desventajas de la tecnología bluetooth

Si bien la utilización del Bluetooth puede ofrecernos grandes ventajas al mismo tiempo algunas limitaciones. Con cada gran tecnología, no llega a la perfección de

³¹ FUENTE: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/capitulo3.pdf

³² FUENTE: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/40048/fichero/VOLUMEN+1.+MEMORIA%252F4.+Tecnolog%C3%ADa+Bluetooth.pdf>

las mismas. Probablemente no hay tal cosa de un producto perfecto. Algunas ventajas y desventajas de Bluetooth incluyen las siguientes.³³

1.3.11.1. Ventajas

- Tecnología ampliamente usada, especialmente en equipos y móviles de reciente producción
- Se usa impresoras comunes con la capacidad BT integrada e imprimir fotografías y documentos directamente desde nuestros móviles o PDA's.
- También podemos imprimir desde computadoras con esta integración a esas impresoras.
- Si los móviles tienen la capacidad de "chat", podemos hacerlo sin costo alguno y sin que nadie alrededor sepa de lo que se conversa, tal como lo hacemos con el MSN.
- Los computadores tiene alguna vía de soporte BT, ya sea con tarjeta interna o adaptador USB, puede sincronizar la agenda de contactos y citas del móvil con la computadora como lo hace con las Palm u otros PDA's. En otras palabras, el celular se convierte en un PDA limitado.
- Transfiere desde la computadora, desde otro móvil o desde un PDA imágenes, sonidos (ringtones) y tarjetas digitales de contacto.
- Usa el acceso a internet de nuestro móvil, conectando la computadora con él.
- Controla (con software especializado) una computadora o periféricos a través de un móvil con BT.
- Crea redes inalámbricas entre computadoras, pero con la salvedad que es un sistema muy lento (1 MB/seg.).

1.3.11.2. Desventajas

- Velocidad de transmisión muy lenta para transferencia de archivos pesados (1 MB/seg.), sin embargo ya están encaminados los esfuerzos para tratar de aumentar su velocidad a 100 MB/seg.

³³**FUENTE:**http://www.movicel.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=9:ventajas-y-desventajas-de-bluetooth&catid=2:articulos

- Usado inadecuadamente, puede recibir mensajes y archivos indeseados (bluejacking).
- Limitado radio de acción entre los periféricos (30 pies entre ellos). Luego de esa distancia no hay garantías de transmisión adecuada de datos.
- Limitación entre la cantidad de periféricos que se usa. Los adaptadores bluetooth permiten hasta 7 equipos “pareados” (término usado para definir los equipos pueden sincronizarse y comunicarse entre sí).
- Gasta mucha energía de la batería, cuando está en el modo visible.
- Transmisión de virus para celulares, pero esto solo lo sufren móviles con el sistema Symbian OS serie 60.

CAPITULO II METODOLOGÍA

Este capítulo presenta la metodología manejada para el progreso de este trabajo

2.1. TIPO DE ESTUDIO

- ✓ Bibliográfica.- Proceso donde recoge y analiza la información de diferentes fuentes bibliográficas apoyándose también en análisis y críticas de documentos.
- ✓ De laboratorio.- La investigación es realizada de manera directa dentro del propio lugar de trabajo (área previamente establecida y definida).
- ✓ Analítico.- Debe tener un conocimiento claro de cada uno de los elementos y dispositivos que forman parte de las etapas del sistema a estudiar.
- ✓ Deductivo.- Proceso de deducción lógica, partiendo siempre de los postulados iniciales para con esto llegar a un nuevo conocimiento.
- ✓ Aplicada.- Utiliza conocimientos ya adquiridos para en base a ellos dar paso a la investigación del proyecto propuesto.
- ✓ Experimental.- La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Se utiliza una herramienta de simulación del circuito como el Proteus. Para la elaboración la programación se utiliza microcode, y para la elaboración de pistas se utiliza el programa Ares Proteus.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN: Para la realización de la investigación la población tomada será las personas con capacidades diferentes del Ecuador.

2.2.1. Identificación de la muestra

MUESTRA: No es necesario calcular una muestra de la población, ya que estos datos de las personas con capacidades diferentes está clasificado en el INEC de acuerdo a su discapacidad, por lo tanto se toma como muestra a las personas no videntes del Ecuador

2.3. Operacionalización de variables

TABLA IX Análisis de variables

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
INDEPENDIENTE	Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.
INDEPENDIENTE	RFID siglas de Radio Frequency Identification, en español identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID
DEPENDIENTE	Transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio sin necesidad de contacto, ni siquiera visual.

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

2.3.1. Análisis de variables

TABLA X Operacionalización de variables

VARIABLES	TIPO	DEFINICIÓN	INDICADORES	ITEMS
Audífono vía bluetooth	INDEPENDIENTE	Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.	Potencia Rango de recepción transmisión Ancho de Banda	mW >1 <100 metros >1Mbit/s <24Mbit/s
Tecnología RFID	INDEPENDIENTE	RFID siglas de Radio Frequency Identification, en español identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID.	Tags Frecuencia de operación	Activos-pasivos Baja, alta, ultra alta frecuencia
Prototipo de reconocimiento de objetos de uso diario	DEPENDIENTE	Transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio sin necesidad de contacto, ni siquiera visual.	Potencia total del prototipo Voltaje de alimentación del prototipo	

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

2.4. PROCEDIMIENTOS

Esta parte señala cada uno de los pasos seguidos durante la investigación que han contribuido a cumplir con los objetivos planteados.

2.4.1. Descripción de los módulos

2.4.1.1. Módulo RFID ID-12

El ID-12 de la familia INNOVATIONS es un lector de RFID muy sencillo de usar tiene una antena incorporada internamente la función del módulo ID-12 es:

- Polarizar las tarjetas RFID para que internamente realicen el proceso de control y envío de datos.
- Toma un tag de RFID y obtiene una cadena de datos seriales con un ID único para un posterior procedimiento
- Comunica los datos mediante sus dos pines hacia un microcontrolador.

El rango de lectura es aproximadamente 100 mm el lector soporta códigos ASCII como formato para envío de datos, el lector posee en la salida de 9600bps TTL y RS232 ideal para la comunicación con microcontrolador. En la tabla XI encuentran las características de operación del lector ID-12.

FIGURA N° 22 Lector ID-12



FUENTE: <http://www.electronicamagnabit.com/tienda/155-lector-rfid-id-12.html>

TABLA XI Características generales del lector ID-12

Dimensiones	26 x 25 x 7 mm
Frecuencia de transmisión	125 kHz
Formato de tarjeta	EM4101 o compatible
Rango de lectura	~ 10cm
Consumo de energía	5VCD @ 30 mA nominal,
Codificación	Manchester 64-bit, el módulo de 64
Temperatura de Funcionamiento	0 ~ 60 °C
Peso neto	7 gramos
Protocolo de comunicación	ASCII, Wiegand26

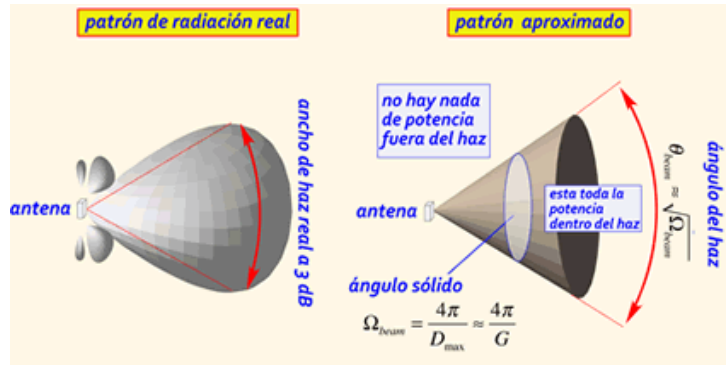
FUENTE: <http://www.electronicamagnabit.com/tienda/155-lector-rfid-id-12.html>

2.4.1.2. Área de cobertura

El tipo de lector utilizado como también los tags operan en la banda de LF la cual es una banda ISM es decir que es libre, los tags son de unos 3 cm aproximadamente con un chip interno que puede ser un EM 4001, EM 4002, EM4000, y una bobina de varias vueltas además para el caso de los tags que son en forma de llavero el número de vueltas es mayor. De acuerdo con las especificaciones técnicas se observa que el lector tiene un rango de lectura de un máximo de 12 cm, esto viene determinado por la antena la cual transforma la energía electromagnética en ondas de corriente o voltaje para este tipo de lector la antena genera un patrón de radiación o lóbulo directivo, tratando de aumentar el radio de acción hacia el tag y regulando la densidad de campo lo máximo posible, cabe destacar que el tipo de acoplamiento es de tipo magnético entre el tag y el lector. En la figura N° 23 puede observarse una comparación entre un patrón de radiación real y un aproximado de un lóbulo directivo.

El area de cobertura esta sujeta a distintos parametros como la potencia de transmision y en algunos casos los tags pasivos tienen un requerimiento minimo de potencia. Tambien hay que tomar en cuenta el factor de absorcion del material al cual va unido el tag. Finalmente un factor importante es el tamaño del tag ya que sobre este influye la energia del lector. Un diseño adecuado del sistema, la optimización de la potencia del lector, la orientación de la antena y una colocación óptima del tag ayudaran a superar estas limitaciones.

FIGURA N° 23 Patrón de radiación real y aproximado

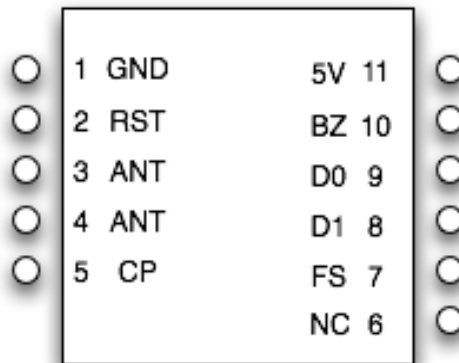


FUENTE: http://www.lectoresrfid.com/Lectores_RFID/Antenas_RFID.html

2.4.1.3. Modo de conexión del módulo ID-12

Las conexiones del lector ID-12 está basado en los estándares de fabricación y en el tipo de codificación que utiliza para la transmisión de datos. Los 11 pines del lector ID-12 cumplen funciones específicas para polarización, acoplamiento externos y transmisión de datos. En la figura N° 24 puede observarse la distribución de pines del lector ID-12.

FIGURA N° 24 Diagrama de pines y conexión del módulo



FUENTE: <http://panduwicaksana.blogspot.com/2009/09/how-to-use-innovations-id-12-rfid-tag.html>

Los datos técnicos de la tabla XII dados por el fabricante para las conexiones de los respectivos pines se basa en la función específica que cumple cada uno de ellos para la comunicación con el microcontrolador.

TABLA XII Distribución de pines del lector ID-12

PINES	DETALLE
GND (Pin 1)	Polarización del modulo
ANT (Pin 3-4)	Para acoplamiento de una antena externa
CP(Pin 5)	Comunicación con tarjetas magnéticas
FUTURE(Pin 6)	No habilitado
+/(Pin 7)	No habilitado
D1 (Pin 8)	Salida de datos uno lógico 1L
D0 (Pin 9)	Salida de datos cero lógico 0L
LED (Pin 0)	Se conecta un led como indicador de lectura
VCC (Pin 11)	Polarización del modulo

FUENTE: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID-12-Datasheet.pdf>

2.4.1.4. Comunicación serial

En el desarrollo del prototipo se ha optado por usar el pin 9 como salida de datos debido a su salida de voltajes TTL. Esta salida de datos transmite los datos en forma serial de acuerdo al formato escogido que en este caso es ASCII. En la figura N° 25 podemos apreciar el formato de datos a la salida del lector durante la lectura.

FIGURA N° 25 Salida de datos (formato ASCII) del lector ID-12

Output Data Structure - ASCII - 9600 Baud, No Parity, 1 stop bit.

Output = CMOS (Push Pull) 0-5v

STX (02h)	DATA (10 ASCII)	CHECK SUM (2 ASCII)	CR	LF	ETX (03h)
-----------	-----------------	---------------------	----	----	-----------

[The 1byte (2 ASCII characters) Check sum is the “Exclusive OR” of the 5 hex bytes (10 ASCII) Data characters.]

FUENTE: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID-12-Datasheet.pdf>

2.4.1.5. Protocolo de comunicación

El lector ID-12 ha estandarizado la distribución de pines para el manejo del código ASCII, el cual será utilizado para la implementación del prototipo la tabla XIII detalla la distribución de pines del lector ID-12 para la adquisición de datos en formato ASCII. El modulo ID-12 responde a instrucciones enviadas por el host en el presente proyecto el host (microcontrolador) enviará instrucciones en modo ASCII (American Standard Code for Information Interchange).

2.4.1.6. Conexión del lector

Una vez realizado todo el estudio de la adquisición de datos analizaremos el modo de conexión del lector hacia el microcontrolador, los pines uno y siete están conectados a tierra como indica la hoja de datos, los pines tres, cuatro, cinco, seis, y ocho de acuerdo a lo descrito en el modo de conexión la salida de datos del pin nueve transmitirá los datos hacia el microcontrolador a través del pin RD2 por otro lado la salida del pin diez posee un diodo para evitar regreso de corriente al lector.

TABLA XIII Conexión para obtener datos en formato ASCII

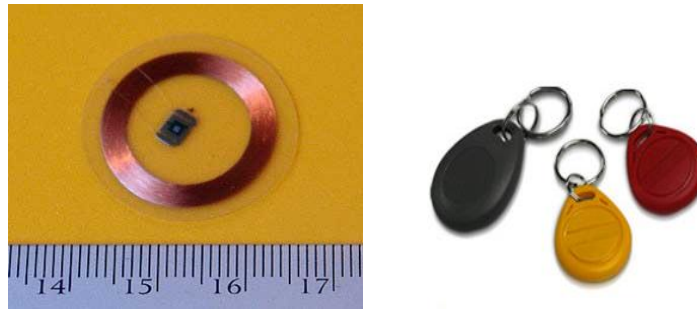
Pin No.	Descripción	ASCII
Pin 1	Zero Volts and Tuning Capacitor Ground	GND 0V
Pin 2	Strap to +5V	Reset Bar
Pin 3	To External Antenna and Tuning Capacitor	Antenna
Pin 4	To External Antenna	Antenna
Pin 5	Card Present	No function
Pin 6	Future	Future
Pin 7	Format Selector (+/-)	Strap to GND
Pin 8	Data 1	CMOS
Pin 9	Data 0	TTL Data (inverted)
Pin 10	3.1 kHz Logic	Beeper / LED
Pin 11	DC Voltage Supply	+5V

FUENTE: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID-12-Datasheet.pdf>

2.4.1.7. Etiqueta o tag de RFID

De acuerdo con las especificaciones del lector los tags compatibles pueden utilizarse los que poseen internamente un chip EM4001 o compatibles con este. La tabla XIV muestra las características de los tags usados.

FIGURA N° 26 Tags usados circulo transparente y llavero



FUENTE:http://www.checol.com/zaspx_2L/product_brand_print.aspx?brandno=110&sortby=&orderby=&product=g

TABLA XIV Principales características de los tags EM4001

Frecuencia	125 kHz
Protocolo	EM4102
Lectura / Escritura	Solo lectura
EEPROM Capacidad	64 bits de
Dimensiones	25 mm de diámetro

FUENTE:<http://spanish.alibaba.com/p-detail/de-proximidad-disc-125KHz-ABS-EM4102-EM4200-mifare-300000055002.html>

2.4.1.8. Orientación de la etiqueta (Tag)

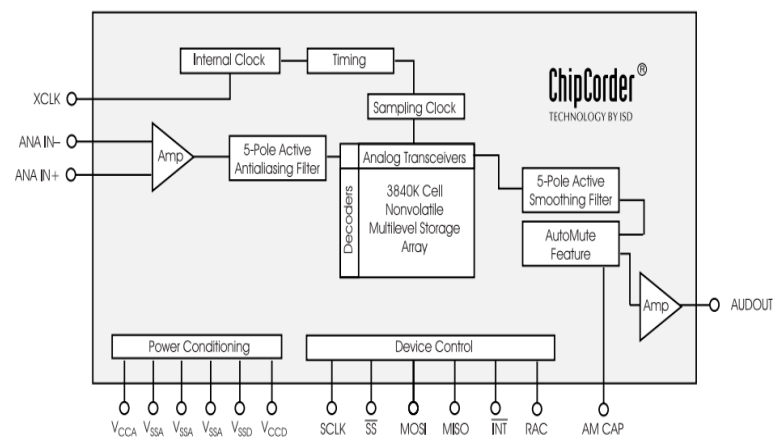
La orientación de la antena de la etiqueta con respecto a la antena del interrogador influye en el rango de lectura cuando la onda electromagnética esta polarizada linealmente la antena del tag debe estar orientada en la misma dirección que la del interrogador para permitir la máxima recepción de energía. La situación de peor caso puede darse cuando la orientación entre ambas antenas forma un ángulo recto.

2.4.2. Chip grabador-reproductor de voz (ISD4004-16M)

El Grabador de Voz ISD4004 a diferencia de sus antecesores (como la serie ISD2560 e inferiores) presenta una mayor capacidad de grabación, pudiendo llegar hasta 16 minutos (ISD4004-16MP). Además, a diferencia de los anteriores modelos, permite su programación mediante comunicación sincrónica, es decir, utiliza el puerto Serial Sincrónico (MSSP = Master Synchronous Serial Port) del Microcontrolador configurado en modo de Interfaz Periférica Serial (SPI por sus

siglas en ingles), lo cual simplifica y facilita al momento de implementar el hardware (los modelos anteriores se programan mediante comunicación paralela). Este circuito integrado, chip ISD4004-16M, es un dispositivo electrónico que permite grabar y reproducir hasta 16 minutos de una señal de voz o audio. Este chip se va a usar para grabar los mensajes de voz correspondientes a cada etiqueta registrada. A continuación en la figura N° 27 muestra el diagrama de bloques interno del chip ISD4004-16M.

FIGURA N° 27 Diagrama de bloques del ISD 4004-16M



FUENTE: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/1150/261466_DS.pdf

Los bloques principales del chip ISD4004-16M son:

- Amplificador de micrófono
- Filtro pasa-bajo
- Arreglo de almacenamiento no volátil para almacenar la señal de voz y datos digitales
- Control de volumen
- Amplificador de salida para parlante
- Reloj Interno

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

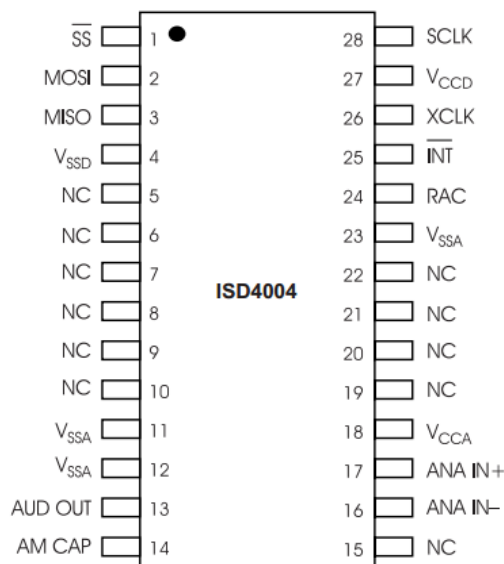
2.4.2.1. Características del ISD4004-16M

- Hasta 16 minutos de alta calidad de grabación de voz y audio.
- Uso en forma automática (por medio de un microcontrolador).
- Puede almacenar información análoga y digital.
- Bajo consumo de energía:
- Voltaje de entrada: +2.7V a +3.3V
- Voltaje aplicado a cualquier pin ($V_{SS}-0.3V$) a ($V_{CC}+0.3V$)
- Corriente de operación
 - I_{cc} playback = 15 mA máxima 30 mA
 - I_{cc} record = 25 mA máxima 40 mA
- Corriente Standby: $I_{SB} = 1\mu A$ máxima $10\mu A$

2.4.2.2. Configuración de pines

En la figura N° 28 presenta el diagrama del chip ISD4004 16-M con el número y nombre de cada uno de sus pines.

FIGURA N° 28 Configuración de pines del ISD4004-16M



FUENTE: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/1150/261466_DS.pdf

Los pines del módulo ISD 4004-16M se detallan a continuación:

1. SS (Selección de Esclavo). Cuando está en bajo (cero lógico) el grabador es seleccionado como esclavo. Cuando es realizada la comunicación entre el microcontrolador y el grabador, está configurado bajo este pin mediante software, y cuando termina la comunicación, es decir, cuando el Grabador va a realizar la instrucción enviada, este pin es configurado en alto para que pueda realizar su tarea.

2. MOSI (Master Out Slave In). Este pin envía los datos desde el microcontrolador al grabador.

3. MISO (Master In Slave Out). Envía los datos desde el Grabador al Microcontrolador, cuando requiera información del grabador. Cuando no se utiliza este pin, se configura como alta impedancia

4. AUD OUT (Audio Out). Es el pin de salida de Audio.

5. AM CAP (Auto Mute Feature). Este pin permite, mediante un capacitor de 1 μ F reducir el ruido hasta 6db en operaciones de reproducción.

6. ANA IN- (Inverting Analog Input) ANA IN+ (Non Inverting Analog Input). Estos pines permiten grabar señales de audio, mediante la ayuda de un micrófono. Cada entrada soporta hasta 16 mVpp, es decir, si está conectado el micrófono a las 2 entradas, soporta hasta 32 mVpp. Cabe aclarar, que se requiere un circuito sencillo adicional para conectar el micrófono al grabador

7. INT (Interrupción). Este pin indica cuando el grabador ha terminado una instrucción.

8. XCLK (External Clock Input). Este pin permite utilizar la señal de reloj generada por el microcontrolador para producir la frecuencia de muestreo necesaria para el Grabador. Esta detallado mejor en la tabla XV.

TABLA XV Características de frecuencia del grabador de voz

Dispositivo	Frecuencia de Muestreo	Señal de reloj Requerida
ISD4004-8M	8.0 KHz	1024 KHz
ISD4004-10M	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD4004-12M	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD4004-16M	4.0 KHz	512 KHz

FUENTE: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/1150/261466_DS.pdf

A continuación muestran las instrucciones necesarias para programar el grabador de voz, es necesario enviar una instrucción formada por 3 bytes, distribuidos de la siguiente forma:

- 2 Bytes (A0 – A15) para direccionar el grabador.
- 1 Byte para activar los registros de control.

La figura N° 29 muestra la distribución de los bytes (instrucción) enviados al grabador de voz.

FIGURA N° 29 Esquema de una instrucción para el grabador de voz.

Dirección																Bits de Control							
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	x	x	x	C0	C1	C2	C3	C4

Hay que tomar en cuenta que el primer bit leído por el Grabador es A0, mientras que el primer bit enviado por el microcontrolador es el bit más significativo MSB

TABLA XVI Registros del grabador de voz

Bit de Control	Registro de Control	Bit	Función
C0	MC	1 0	Función para adelantar la dirección. Activa la Función Deshabilita la Función
C1	IAB	1 0	Función para Ignorar la Dirección Ingresada Ignora la Dirección Ingresada (A0 – A15) Utiliza la dirección ingresada (A0 – A15)
C2	PU	1 0	Función Encendido Enciende Apaga
C3	P/R	1 0	Función Graba/Reproduce Reproduce Graba
C4	RUN	1 0	Función para Habilitar/Deshabilitar una Operación Inicia Para

FUENTE: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/1150/261466_DS.pdf

Las Instrucciones se forman a partir de la combinación de los registros antes mencionados, las instrucciones más importantes son presentadas en la tabla XVII:

Para realizar una operación de lectura o escritura en el grabador, no solo se debe enviar la instrucción, sino también realizar un procedimiento.

TABLA XVII Instrucciones del grabador de voz

Instrucción	Opcode		Descripción
	Dirección	bits de controlXXXX0C1C2C3C4	
POWERUP	XXXX	XXX001000	Enciende el Grabador
SETPLAY	(A0-A15)	XXX00111	Inicia una operación de reproducción desde una dirección específica
SETREC	(A0-A15)	XXX00101	Inicia una Operación de grabación desde una dirección específica.
STOP	XXXX	XXX011X0	Detiene una operación
STOPPWRDN	XXXX	XXXX10X0	Detiene una operación y apaga el grabador.

FUENTE: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/1150/261466_DS.pdf

2.4.3. Modulo Bluetooth HC-05 y HC-06

La comunicación inalámbrica del prototipo esta basado en la utilización de unos módulos bluetooth HC-05 y HC-06, los cuales fueron seleccionadas en base a propiedades de trabajo, disponibilidad y costo.

FIGURA N° 30 Bluetooth



2.4.3.1. Características:

- ✓ Transceptor inalámbrico
- ✓ Sensibilidad (Bit error rate) puede alcanzar -80dBm
- ✓ El rango de variación de la potencia de salida:-4 - +6dBm
- ✓ Bajo consumo de energía
- ✓ Tiene alto rendimiento del sistema transceptor inalámbrico
- ✓ Bajo Costo

2.4.3.2. Especificaciones:

TABLA XVIII Especificaciones del módulo bluetooth

Microprocesador	CSR BC417
Tamaño	33.7mm * 25.2mm * 1.6mm
Indicadores	Encendido
Alimentación	3.3V
Protocolo de Comunicación	UART Bluetooth2.0
RoSH	Si

FUENTE: <http://elecfreaks.com/store/download/datasheet/Bluetooth/HC-06-Spec.pdf>

Bluetooth es una herramienta fácil de usar, el módulo compatible SPP

3.1.1.1. Descripción de funciones

- Tiene un módulo de EDR, y el rango de variación del ancho de la modulación 2Mbps- 3Mbps.
- Tiene una antena de 2.4 GHz, El usuario no necesita incorporar antena
- Tiene una flash externa de 8Mbit
- Puede trabajar con pequeños voltajes (3.1- 4.2V) , la corriente de emparejamiento está en el rango 30-40 mA
- La corriente de comunicación es de 8mA
- Estándar Puerto HCI (UART o USB)
- Protocolo USB: Velocidad Full USB1.1, Cumple con 2.0
- Este módulo puede ser utilizado en el SMD.
- Esta hecho bajo el proceso RoSH
- Tiene un digital Wireless Transceiver 2.4GHz.
- Bases en CSR tecnología Bluetooth BC04.
- Tiene la función de salto de frecuencia adaptable.
- Pequeño (27mm×13mm×2mm)
- Los circuitos periféricos son simples
- El nivel de potencia de Bluetooth Clase 2.
- Temperatura de almacenamiento -40 °C - 85°C rango de temperatura de trabajo-25 °C - +7
- Cualquier interferencia entre la onda: 2.4 MHz, la potencia de emisión: 3 dBm.

- Tasa de error de bits: 0, Sólo los decaimientos de señal en el enlace de transmisión, el error de bit puede ser por ejemplo, cuando se está procesando RS232 o TTL, algunas señales pueden decaer.
- Soporta hasta 7 esclavos
- Banda ISM: 2.40 GHz ~ 2.48 GHz
- Puede trabajar en 3 modos : Maestro/Esclavo y Loopback

3.1.1.2. Software

- Soporta baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.
- Usa CTS y RTS para controlar el flujo de datos.

3.1.1.3. Campos de aplicación

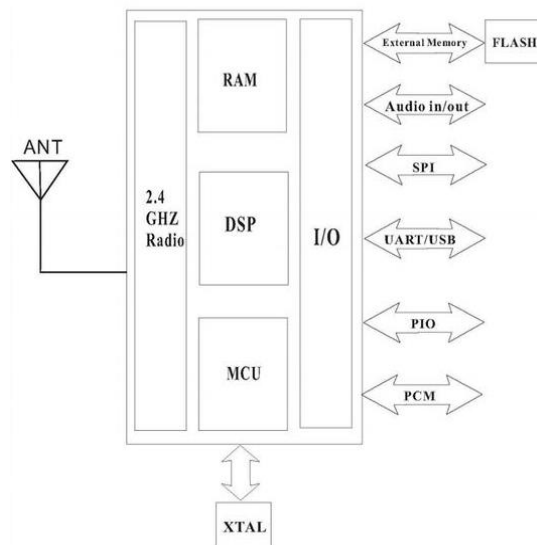
- Bluetooth dispositivo manos libres para auto
- Bluetooth GPS
- Bluetooth PCMCIA
- Transferencia de datos bluetooth

HC-05: puede ser configurado como maestro o esclavo por el usuario

HC-06: puede ser maestro o esclavo pero no puede ser configurado por el usuario

3.1.1.4. Diagrama de bloques

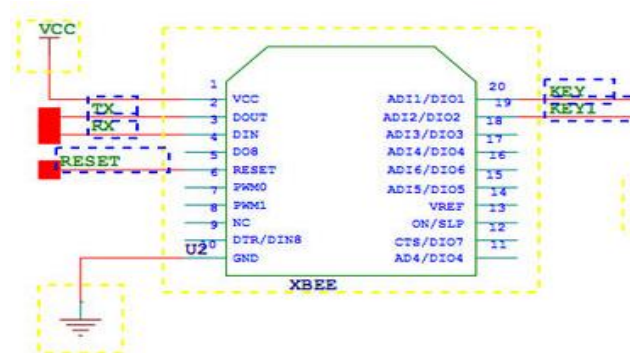
FIGURA N° 31 Diagrama de bloques del módulo HC-05 y HC-06



FUENTE: http://www.electronics.com/wiki/index.php?title=Bluetooth_Bee#Block_Diagram

3.1.1.5. Diagrama esquemático

FIGURA N° 32 Diagrama esquemático del modulo bluetooth HC-05 y HC-06



FUENTE: http://www.electronicsforu.com/wiki/index.php?title=Bluetooth_Bee#Schematic_2

3.1.1.6. Definiciones de los pines:

TABLA XIX Definición de pines módulos bluetooth

Pin	#	Tipo	Descripción
VCC	1	3.3V	Integrated 3.3V(+)supply with on-chip linear regulator output within 3.15-3.3V
DOUT	2	CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output
DIN	3	CMOS input with weak internal pull-up	UART Data Input
RESET	5	CMOS input with weak internal pull-up	Reset if low, input must be low for >5ms to cause a reset
GND	10	VSS	Ground port
NG	11	Bi-Direction	No connection
NG	12	Bi-Direction	No connection
NG	4	Bi-Direction	No connection
NG	6	Bi-Direction	No connection
NG	7	Bi-Direction	No connection
NG	8	Bi-Direction	No connection
NG	9	Bi-Direction	No connection
NG	13	Bi-Direction	No connection
NG	14	Bi-Direction	No connection
NG	15	Bi-Direction	No connection
NG	16	Bi-Direction	No connection
NG	17	Bi-Direction	No connection
NG	18	Bi-Direction	No connection
KEY	19	CMOS input with weak internal pull-up	Programmable input/output line
KEY1	20	CMOS input with weak internal pull-up	Programmable input/output line

FUENTE: http://www.electronicsforu.com/wiki/index.php?title=Bluetooth_Bee#Pin_definition_and_Rating

3.1.1.7. Comandos AT del HC-06

El intervalo del comando es de aproximadamente 1 segundo. Parámetro predeterminado: Velocidad de transmisión: 9600N81, ID: linvor, Contraseña:1234
Comprueba la comunicación

Send: AT (por favor envíelo por segundo)

Back: OK

Reset the Bluetooth serial baud rate

Send: AT+BAUD1

Back: OK1200

Send: AT+BAUD2

Back: OK2400

Reset the Bluetooth name

Send: AT+NAMEname

Back: OKname

Parameter name: Name needed to be set (20 characters limited)

Example:

Send: AT+NAMEbill_gates

Back: OKname

Change the Bluetooth pair password

Send: AT+PINxxxx

Back:OKsetpin

Parámetro xxxx: La contraseña es necesario ajustarla, es un número de 4 bits. Este comando es utilizado en el módulo maestro y el esclavo. En algunas ocasiones, el maestro puede preguntar al módulo para entrar en comunicación la contraseña cuando el módulo maestro intenta conectar el módulo esclavo (adaptador o teléfono celular). Sólo si introduce la contraseña, la conexión puede ser lograda con éxito. El maestro puede conectar los otros dispositivos que tienen módulo esclavo, como: Cámara digital, Bluetooth, Bluetooth GPS, Bluetooth impresora serie, etc

3.1.1.8. Comandos AT del HC-05

Descripción detallada de algunos comandos AT que utiliza en el HC-05

Prueba

Command	Response	Parameter
AT	OK	None

Reset

Command	Response	Parameter
AT+RESET	OK	None

Obtener la versión de software

Command	Response	Parameter
AT+VERSION?	+VERSION: <Param> OK	Param: Version number

Obtener la dirección del módulo Bluetooth

Command	Response	Parameter
AT+ADDR?	+ADDR: <Param> OK	Param: Bluetooth address

Función del Modulo

Command	Response	Parameter
AT+ROLE=<Param>	OK	Param:
AT+ROLE?	+ROLE:<Param> OK	0---- Slave role 1---- Master role 2---- Slave-Loop role Default: 0

3.1.1.9. Rol de instrucciones

Slave (función esclavo) ---- Conexión pasiva; Slave-Loop ---- Conexión pasiva, recibir los datos del dispositivo maestro Bluetooth remotos y devolverlo al dispositivo maestro.

Maestro (función de maestro) --- Pregunta al dispositivo esclavo Bluetooth SPP cercano, construir conexiones con ella positivamente, y construir la transmisión de datos transparente entre el maestro y dispositivo esclavo.

3.1.1.10. Comandos AT códigos de error

TABLA XX Comandos AT códigos de error

error_code(Hexadecimal)	Note
0	AT command error
1	Default result
2	PSKEY write error
3	Too long length of device name (more than 32 bytes)
4	No device name
5	Bluetooth address: NAP is too long.
6	Bluetooth address: UAP is too long.
7	Bluetooth address: LAP is too long.
8	No PIO number's mask
9	No PIO number
A	No Bluetooth devices.
B	Too length of devices
C	No inquire access code
D	Too long length of inquire access code
E	Invalid inquire access code
F	The length of passkey is 0.
10	Too long length of passkey (more than 16 bytes)
11	Invalid module role
12	Invalid baud rate
13	Invalid stop bit
14	Invalid parity bit
15	Authentication device is not at the pair list.
16	SPP lib hasn't been initialized.
17	SPP lib has been repeated initialization.
18	Invalid inquire mode
19	Too long inquire time
1 ^a	No Bluetooth address
1B	Invalid safe mode
1C	Invalid encryption mode

FUENTE: http://www.elecfreaks.com/wiki/index.php?title=Bluetooth_Bee#AT_command_set.28HC-05.29

3.1.2. Microcontrolador PIC 16F870A

Es un microcontrolador de baja potencia y alto rendimiento que utiliza tecnología CMOS de 8 bits, además posee memoria Flash programable y borrable EEPROM que permite a la memoria ser programada varias veces por medio de un grabador de memoria no volátiles.

Las características más importantes pueden observarse en la tabla XXI:

TABLA XXI Características generales del pic16F870A

Reloj	Frecuencia máxima de operación (Mhz)	20
Memoria	Memoria Flash (palabras)	2048 ×14
	Memoria Flash (bytes)	3584
	Memoria de datos RAM(bytes)	128
	Memoria de datos EEPROM(bytes)	64
Periféricos	Módulos Timers/WDT	1-16 bits, 2-8 bits, 1WDT
	Módulos PWM	1(10 bits)
	Comunicación Serial	UART
	Convertidores A/D	5(10 bits)
Rasgos	Pines I/O	22
	Rango de Voltaje(V)	2.0-5.5
	Encapsulado	28SDIP 28 SOIC 28SSOP

FUENTE: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292c.pdf>

▪ **Circuitería adicional:**

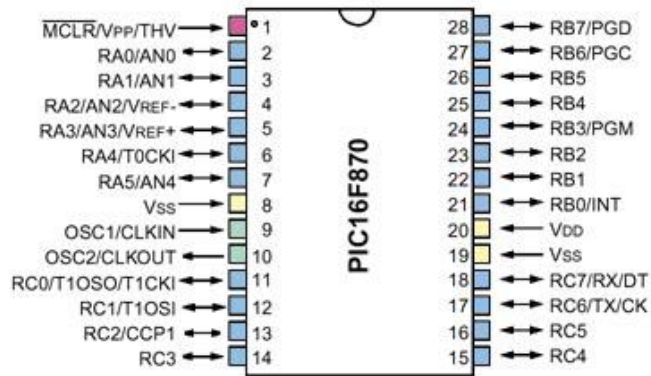
Para que el microcontrolador sea capaz de funcionar en cualquier proyecto, necesita al menos la siguiente circuitería externa:

- La alimentación.
- El reloj (oscilador).

También, y de manera opcional:

- El circuito de reinicio o (reset)

FIGURA N° 33 Distribución de pines del pic 16F870A



FUENTE: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292c.pdf>

- **La alimentación:**

Los dispositivos de la familia PIC16F87X admiten un amplio rango de tensiones de alimentación, que va de 2,0 V a 5,5 V. La tensión a la cual alimenten determinará la frecuencia máxima de trabajo.

La potencia máxima disipada es de 1 W.

- **Reloj:**

El reloj u oscilador es utilizado para generar la base de tiempo del microcontrolador. Para la conexión del oscilador es empleado los terminales OSC1 y OSC2 del dispositivo, los microcontroladores PIC16F87X emplean por cada ciclo de instrucción cuatro ciclos de reloj. Esto significa que por ejemplo, si el microcontrolador debe ejecutar un programa de 1000 instrucciones con un reloj de 10 MHz (periodo de reloj de 100 ns), el tiempo total que empleará para ejecutar todo el programa (asumiendo que todas las instrucciones fueran de un ciclo de instrucción).

La serie PIC16F87X puede trabajar a una frecuencia de reloj máxima de 20 MHz. Esto quiere decir que, a esta frecuencia, el tiempo necesario para ejecutar las instrucciones de un ciclo de instrucción es de 200 ns, y de 400 ns para las de dos ciclos de instrucción (instrucciones de salto), la señal de reloj puede generarse mediante una red resistencia-condensador, un cristal de cuarzo piezoeléctrico o un resonador cerámico, aunque empleando cristales de cuarzo consiguen frecuencias de oscilación muy exactas, lo cual es útil para calcular tiempos de ejecución, temporizaciones precisas, etc.

Estos microprocesadores permiten escoger entre cinco tipos distintos de osciladores:

- LP (Low Power): reloj de bajo consumo, estable, con frecuencia de oscilación de hasta 200 kHz.
- XT (Xtal, Crystal): estable, frecuencia de oscilación de hasta 4 MHz.
- HS (High Speed): estable, frecuencia de oscilación de hasta 20 MHz.
- RC (Resistor/Condensador): frecuencia de oscilación dependiente de resistencia, condensador, voltaje de alimentación y temperatura de trabajo. Es el tipo más económico, pero también el más inestable.
- Externo: cuando la señal de reloj es externa, generada por otro circuito.

Los modos LP, XT y HS suponen la conexión de un cristal de cuarzo o resonador cerámico entre las patitas OSC1/CLKIN y OSC2/CLKOUT del dispositivo, mientras que el modo RC y Externo solo ocupan el pin OSC1/CLKIN.

- **Memoria interna:**

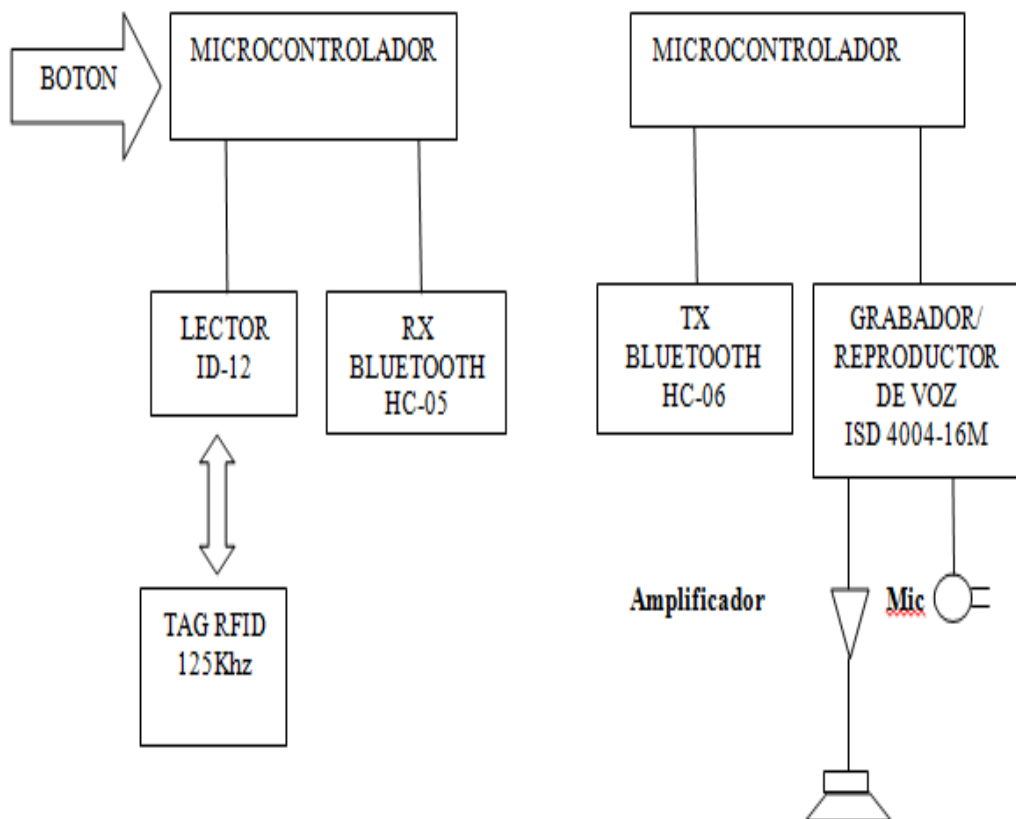
Existen tres bloques bien diferenciados de memoria. Estos son:

- ◆ Memoria de programa EEPROM Flash: es el lugar físico donde guarda el programa de usuario. Es de tipo no volátil.
- ◆ Memoria de datos SRAM: es el lugar físico donde guardan datos. Es de tipo volátil.
- ◆ Memoria de datos EEPROM: es el lugar físico donde guardan datos. Es de tipo no volátil.

3.1.3. Diseño electrónico del prototipo

El diagrama de bloques mostrado en la figura. N° 34, presenta un resumen de las etapas que conforman el prototipo.

FIGURA N° 34 Diseño general del prototipo de identificación de objetos cercanos



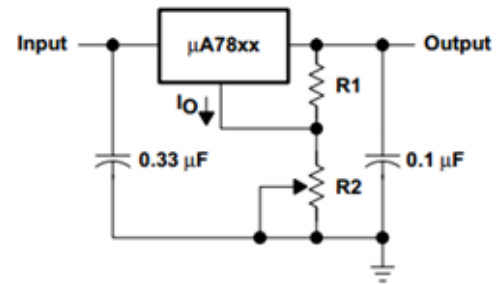
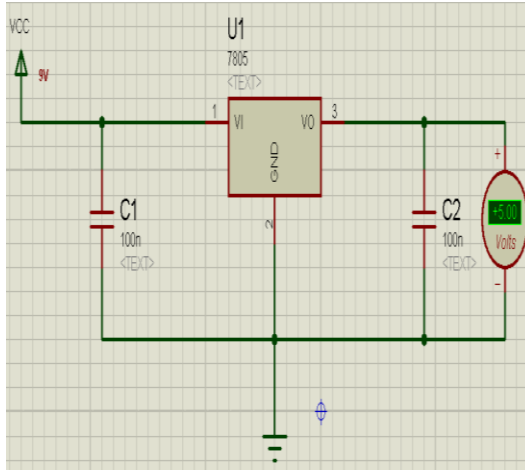
ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

3.1.3.1. Fuente de alimentación

Los elementos del circuito del prototipo diseñado el chip de voz y el Tx/Rx bluetooth los microcontroladores necesitan 3V de alimentación, la tarjeta lectora ID-12 necesita 5V de alimentación, por lo que, usó los reguladores de voltaje LM1117 y 7805 para obtener estos valores de voltajes.

La figura N° 35 muestra el circuito típico usado en este proyecto para obtener 5V.

FIGURA N° 35 Fuente de alimentación del prototipo

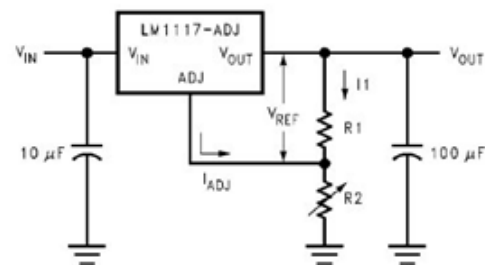
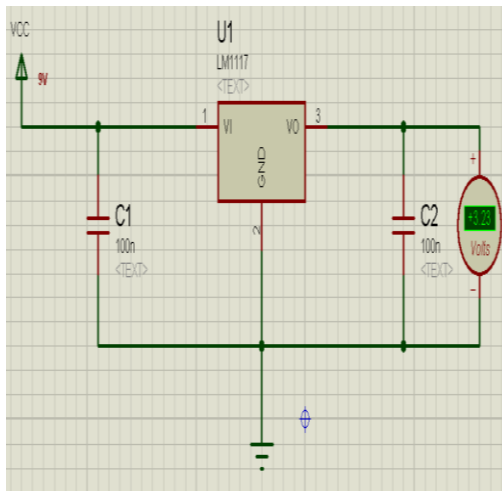


$$V_{out} = V_{xx} * \left(\frac{V_{xx}}{R1} + I_Q \right) * R2$$

FUENTE: <http://embeddedgurukul.com/regulator-7805/>

La figura N° 36 muestra el circuito típico usado en este proyecto para obtener 3V

FIGURA N° 36 Fuente de alimentación del prototipo



$$V_{out} = V_{ref} * \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) * I_{ADJ} * R2$$

FUENTE: <http://www.datasheetdir.com/NATIONAL-LM1117T+LDO-Regulators>

Similar al regulador 7805 el regulador LM1117T tiene tres terminales corresponden a la Tensión de entrada (V_{in}), Tierra (ground) y Tensión de salida (V_{out}). En el caso del regulador LM1117T recibe voltajes que desea regular puede ser hasta de 15V. El pin de entrada V_{in} es el pin de la izquierda el pin del medio va conectado a tierra y le restante es el pin V_{out} de salida que proporciona un voltaje constante de 3.3V.

3.1.3.2. Circuitos adicionales para funcionamiento del microcontrolador

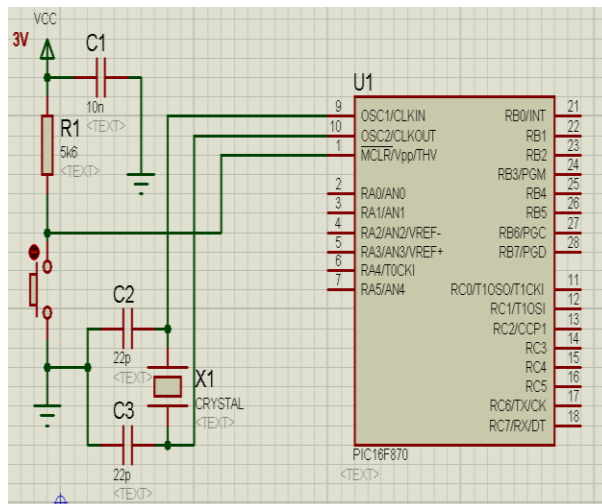
Reset:

Circuito para establecer el programa interno del microcontrolador. Un nivel bajo en este pin (1) de mayor duración que el pulso mínimo va a generar un restablecimiento. Pulsos más cortos que los especificados no garantizan generar un reset.

Oscilación:

En los dos pines 9 y 10 del microcontrolador colocamos un cristal de cuarzo que en este caso es de 20 Mhz y 2 condensadores de 22pF, el cual activa la oscilación interna del reloj del microcontrolador. La figura N° 37 muestra el circuito utilizado para la oscilación y reset del microcontrolador.

FIGURA N° 37 Circuito del microcontrolador



Calculo del Voltaje del Circuito Reset del Pic

Cuando el switch es pulsado

$$I_{R1} = \frac{V_{cc}}{R1} = \frac{3V}{5.6K\Omega} = 0.53mA$$

$$V_{R1} = I_{R1} * R1 = 2.99V$$

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

El diseño del prototipo puede ser dividido en 2 etapas:

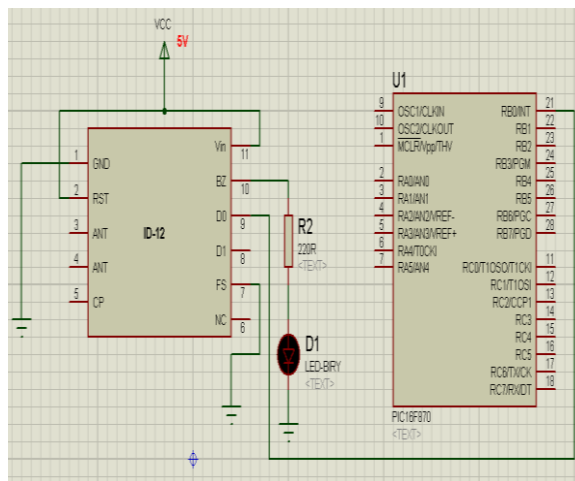
- ◆ Etapa de RFID y Rx Bluetooth
- ◆ Etapa de Grabación / reproducción y Tx Bluetooth

3.1.3.3. Etapa de RFID y Rx bluetooth

◆ *Conexión del Lector ID-12*

El lector de RFID ID-12 necesita un voltaje de 5V para su funcionamiento el microcontrolador requiere de un voltaje 3V, La comunicación del lector ID-12 desde el lector lo realiza mediante la interrupción INT (RB0) pin 21 parte del puerto B del microcontrolador, por lo general la codificación ASCII utiliza 1 pin para su transmisión de la información en forma serial. El indicador (pin 10) se conecta con un led con su respectiva resistencia de protección de 220Ω el cual indicara si la lectura es realizada entre el lector ID-12 y la tarjeta pasiva.

FIGURA N° 38 Conexión lector ID-12 con el microcontrolador



Calculo de la Resistencia de proteccion del Led

$$V_{Led} = 1.5 V \text{ (Led verde)}$$

$$I_{Led} = (5 - 10) mA$$

$$R_{protección} = \frac{V - V_{Led}}{I_{Led}} = \frac{5V - 1.5V}{10 mA}$$

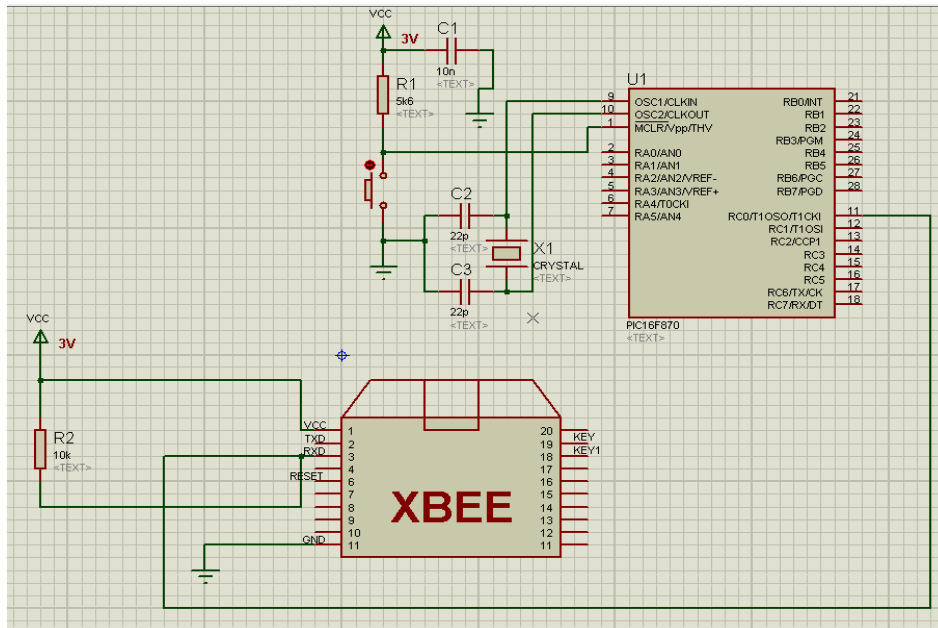
$R_{protección} = 350\Omega$ no existe se colocó una de 330Ω

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

◆ *Conexión bluetooth al microcontrolador*

El módulo XBEE necesita un voltaje de alimentación de 3V la conexión a tierra es el pin (11) GND la línea de transmisión de datos por medio de UART. La salida serial del microcontrolador pin (11) RC0 se conecta a un divisor de voltaje ya que la entrada del beo es de 3.3 volts y va conectado al pin (3) RX del módulo Bluetooth.

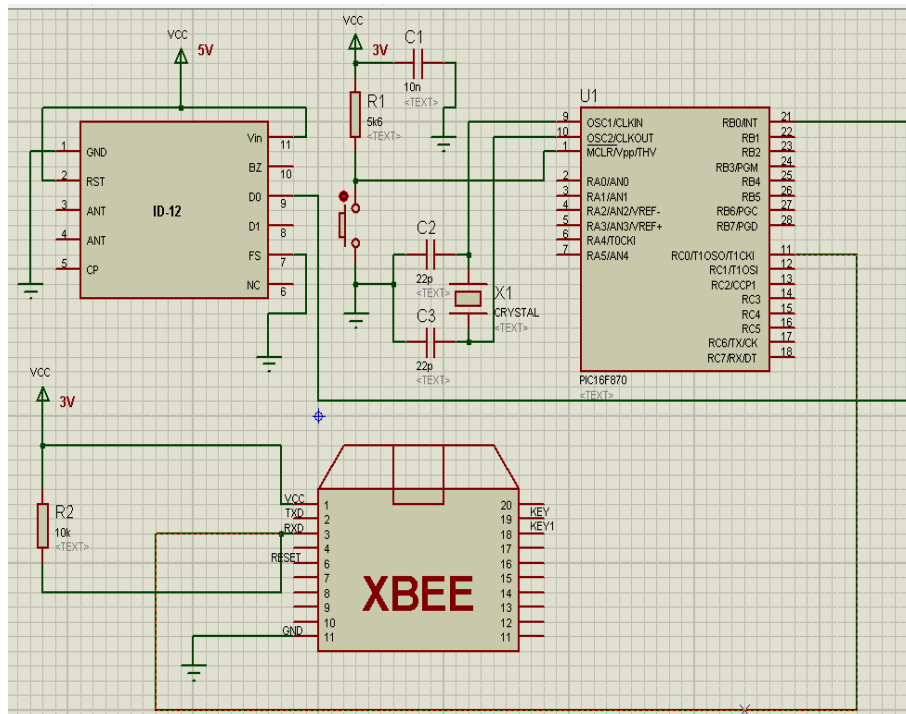
FIGURA N° 39 Conexión bluetooth con el microcontrolador



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

◆ **Diagrama completo de la etapa de RFID y Rx bluetooth**

FIGURA N° 40 Diagrama etapa de RFID y Rx bluetooth



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

3.1.3.4. Etapa de grabación/reproducción de voz y Tx Bluetooth

◆ *Conexión del chip de voz ISD 4004-16M*

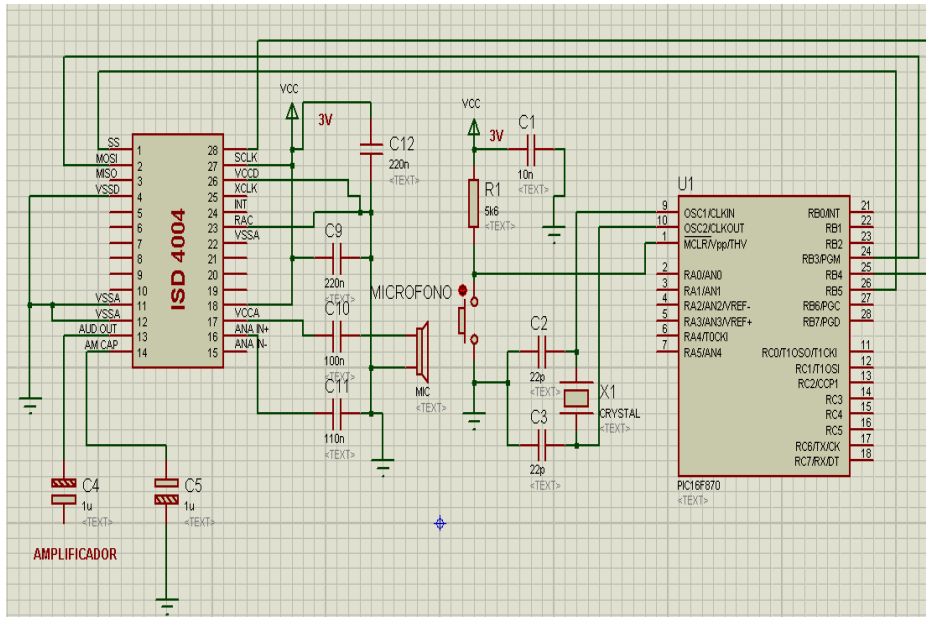
Este chip ISD 4004-16M recibe instrucciones por comunicación serial, por lo que es necesario usar un microcontrolador para poder controlarlo, es decir, el microcontrolador instruirá al chip de voz para que este grabe y reproduzca los mensajes de voz. El chip ISD 4004-16M se comunica con el microcontrolador mediante los pines:

SS pin (1) del ISD 4004-16M al microcontrolador pin 26 (RB5). Cuando SS está en bajo (cero lógico) el grabador es seleccionado como esclavo. Cuando se realiza la comunicación entre el microcontrolador y el grabador es configurado en bajo este pin mediante software, y cuando termina la comunicación, es decir, cuando el Grabador va a realizar la instrucción enviada, este pin cuando está configurado en alto para que pueda realizar su tarea.

MOSI pin (2) del ISD 4004-16M al microcontrolador pin 24 (RB3). Este pin envía los datos desde el microcontrolador al grabador.

SCLK pin (28) del ISD 4004-16M al microcontrolador pin 24 (RB4). Este es el reloj de entrada al dispositivo ISD4004. Es generada por el dispositivo maestro (típicamente el microcontrolador) y utiliza para sincronizar la transferencia de datos dentro y fuera del dispositivo a través de la líneas MOSI y MISO, respectivamente. El ISD 4004-16M necesita un voltaje de 3V para su funcionamiento, los pines (11,12) VSSA van conectados a tierra, el pin (14) AMP CAP va conectado a un capacitor de $1\mu f$ y este a tierra, el capacitor C5 de $1\mu f$ para reducir el ruido. El pin (13) AUD OUT es el pin de salida de audio está conectado a un capacitor de $1\mu f$ para acoplarlo al amplificador de audio, el pin VCCD (27) es el pin de alimentación este va conectado a 3V al igual que le pin 18 (VCCA), el pin 26 (XCLK) va conectado a tierra al igual que el pin (23) VSSA. pin (17) ANA IN+ y el pin (16) ANA IN – son para acoplar la señal del micrófono estos pines van conectados con capacitores, el capacitor C12 y C9 sirven para realizar la función de reducción de ruido que puede ser incorporado por la fuente de alimentación.

FIGURA N° 41 Conexión ISD 4004-16M con el microcontrolador



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

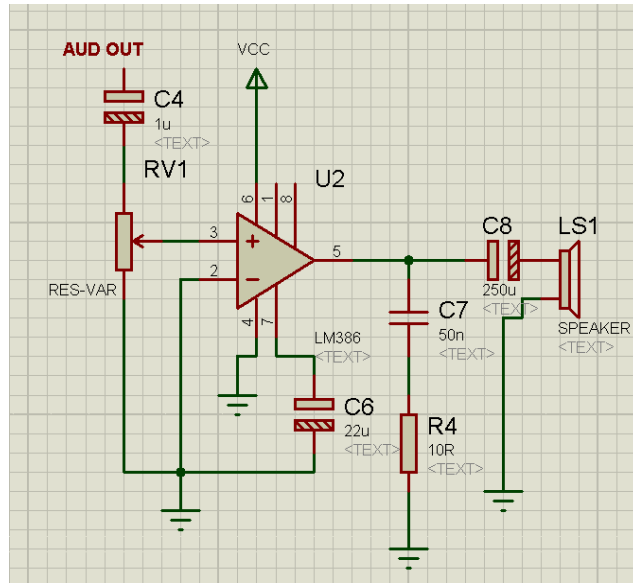
◆ **Amplificador**

En esta etapa se usó el amplificador de potencia de audio de bajo voltaje LM386, para aumentar el volumen del sonido a través del audífono. El circuito integrado es un amplificador de potencia diseñado para el empleo en usos de consumo de voltaje bajos.

La ganancia interna viene dada por el fabricante y es de 20, pero la adición de una resistencia externa y un condensador entre los pines 1 y 8 aumentaran la ganancia a cualquier valor entre 20 y 200 dependiendo del diseño deseado de ganancia.

Los valores de resistencias y capacitores para la parte de amplificación con el LM386 son recomendados por el fabricante

FIGURA N° 42 Conexión del amplificador con una ganancia de 20

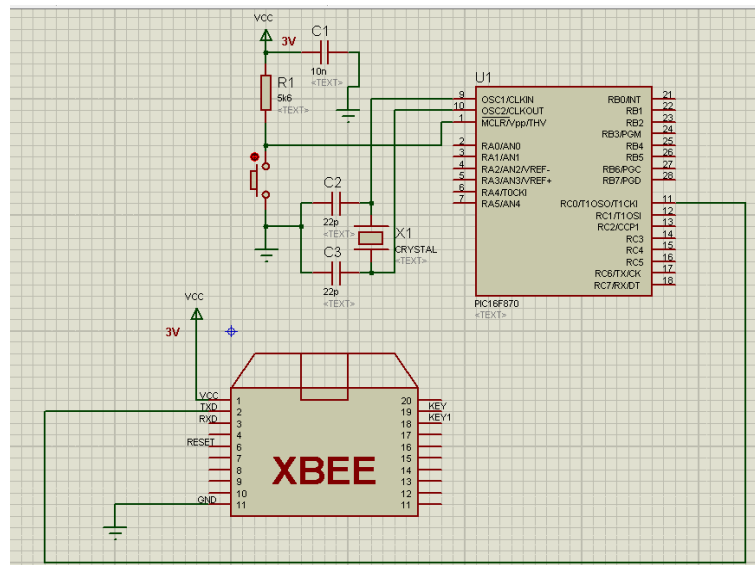


ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

◆ **Conexión bluetooth al microcontrolador**

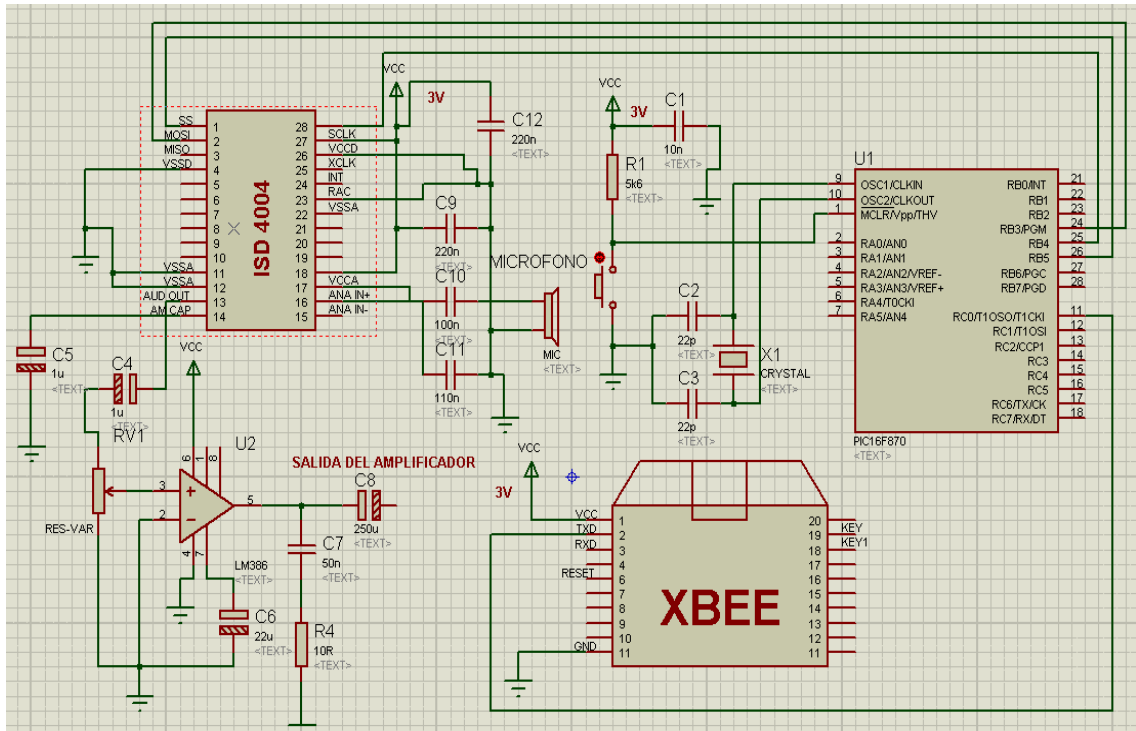
El módulo bluetooth necesita un voltaje de alimentación de 3V la conexión a tierra es el pin (11) GND la línea de transmisión de datos por medio de UART. La salida serial del microcontrolador pin (11) RC0 se conecta directamente al pin (2) TX del módulo Bluetooth.

FIGURA N° 43 Conexión bluetooth con el microcontrolador



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

FIGURA N° 44 Diagrama etapa de chip de voz y Tx bluetooth



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

◆ **Filtro**

En la salida del amplificador se ha incorporado un filtro activo pasabajas con una frecuencia de corte de 4Khz para eliminar el ruido de la alta frecuencia, ya que la transmisión/recepción produce ruido.

Cálculos:

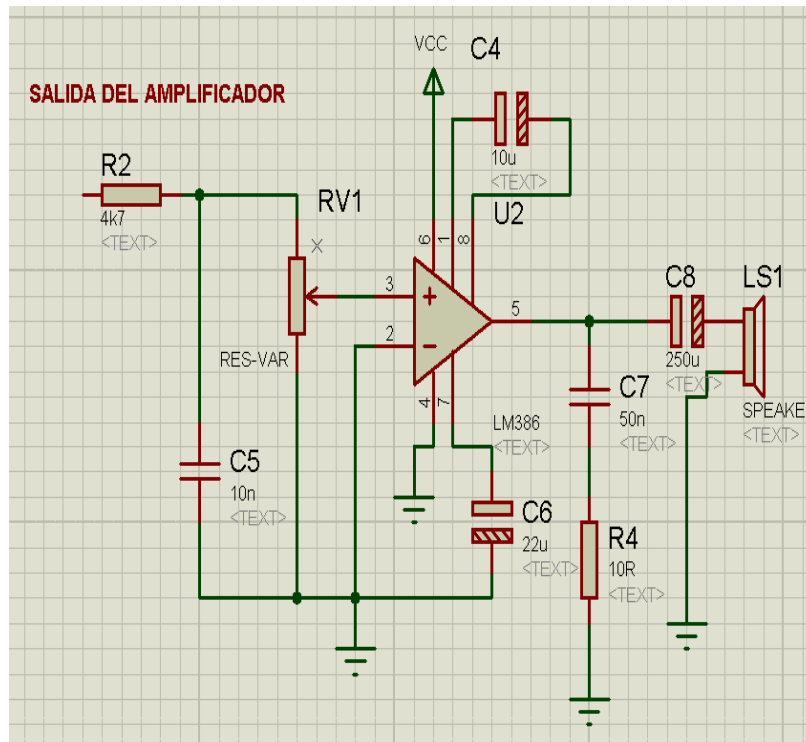
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$f_c = 4 \text{ Khz}$$

$$R = 4,7 \text{ K}\Omega$$

$$C = \frac{1}{2(4\text{Khz})(\pi)(4.7\text{K}\Omega)} \approx 10\text{nf}$$

FIGURA N° 45 Conexión del filtro y un amplificador con una ganancia de 200



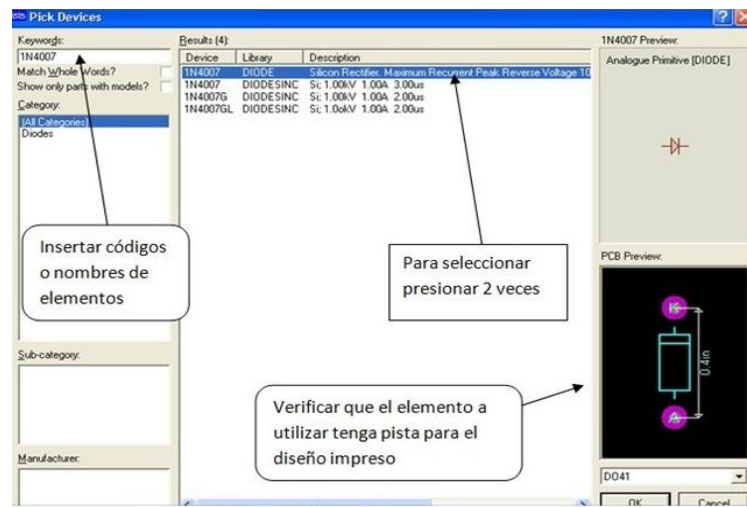
ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

El circuito amplificador tiene como elemento principal un circuito integrado LM386, en el cual se han agrupado todos los componentes necesarios para conformar una etapa de potencia de audio. La señal de entrada pasa a través del potenciómetro de $10K\Omega$, el cual hace las veces de control de volumen ya que permite el paso de mayor o menor voltaje hacia la entrada del amplificador integrado (pin 3). La salida amplificada sale por el pin 5 del LM386 y pasa a través del capacitor de desacople antes de llegar al parlante.

La red formada por el capacitor de $10\mu F$ establece la ganancia o factor de amplificación del circuito. En este caso, la etapa tiene una ganancia de 200. Para obtener un menor valor de ganancia se debe colocar una resistencia en serie con el capacitor o bien eliminar el capacitor y dejar los pines 1 y 8 libres para obtener una ganancia programada de 20.

◆ Diseño de Circuitos Impresos

FIGURA N° 46 Librería del software isis proteus



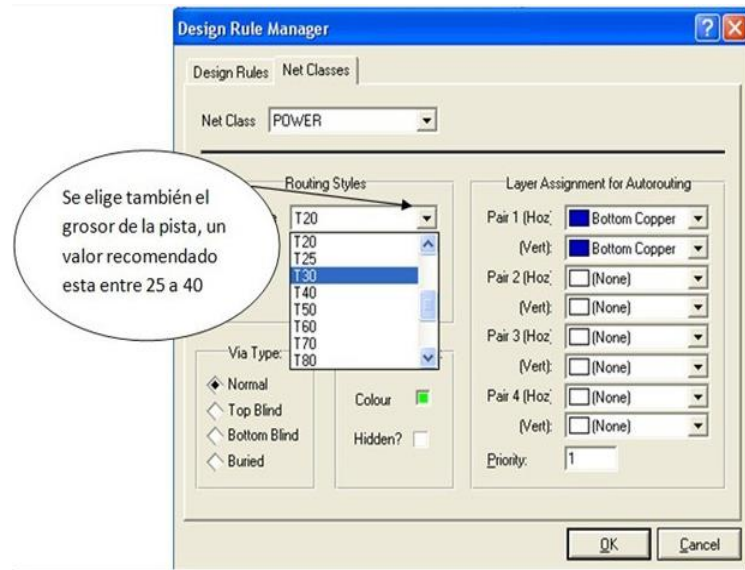
ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Existen varios programas para el diseño de circuitos impresos pero en el caso de las placas el software utilizado es el Proteus 7.0, como primer paso se realizó la simulación del circuito.

- Para empezar se ingresa al software para el diseño de las placas, se inicia un nuevo proyecto se realiza la búsqueda de los elementos en las librerías del software Proteus asegurándose que tenga PCB para la elaboración de placa.
- Una vez finalizado la búsqueda de los elementos se realiza las conexiones se ingresa al Ares proteus que es el software para el diseño de pistas.
- Cuando ingresamos al software Ares Proteus los elementos del circuito se van acomodando todos los elementos tratando de evitar lo más posible los puentes y los elementos queden lo mejor posible.

Una vez concluido el diseño del circuito impreso se realiza la configuración del grosor de las pistas pero por lo general las pistas de voltaje (Vcc) y tierra (GND) son un poco más gruesas por el voltaje de ingreso y la corriente que circulara por dichas pistas en este caso se utilizó T 30 y las demás pistas se utilizó T25. Para la impresión de las placas en el papel térmico se lo debe realizar el circuito impreso en Mirror (Espejo). Las placas de las dos etapas puede observarse en el anexo 3.

FIGURA N° 47 Configuración del grosor de pistas en ares proteus.



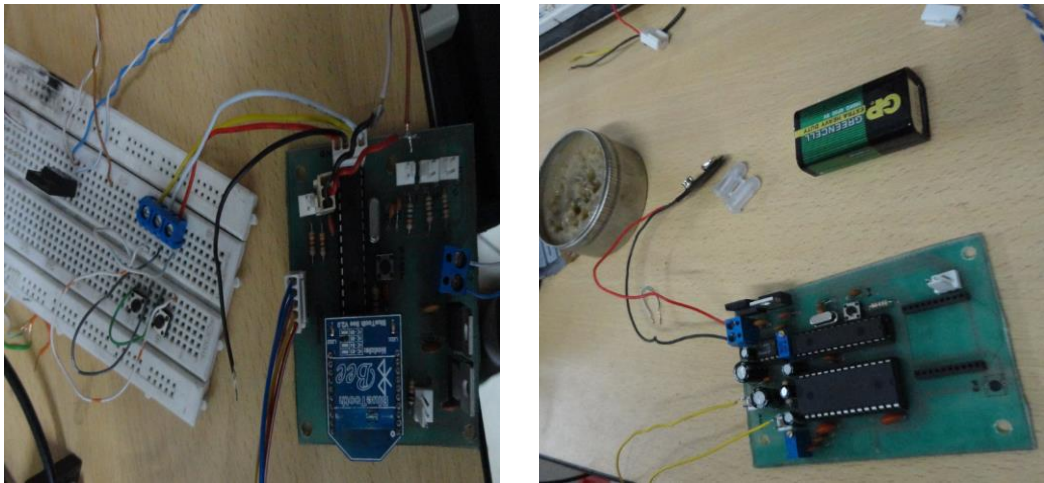
ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

◆ Montaje final del equipo

Una vez determinado elaborada la caja de montaje de cada uno de los módulos, posterior a esto viene el montaje final con todos los módulos completos, la alimentación inicial del sistema estuvo a cargo de dos baterías de 9V de uso común, las placas cuentan con dos regulador de voltaje interno que permite descender el voltaje de 9 Vcd a 5Vcd y 3.3Vcd, al correr el sistema el consumo de las baterías es muy acelerado.

Para las pruebas iniciales del equipo las conexiones se encuentran montadas en un protoboard que permite la movilidad en las conexiones y ajustes en las interconexiones de los distintos dispositivos, figura N° 48.

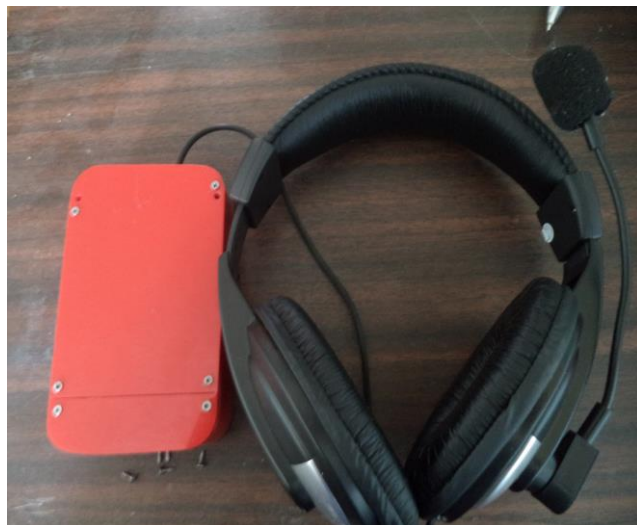
FIGURA N° 48 Placas de la primera y segunda etapa del prototipo



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Las dimensiones de las cajas son: 13x 8 x 3 cm

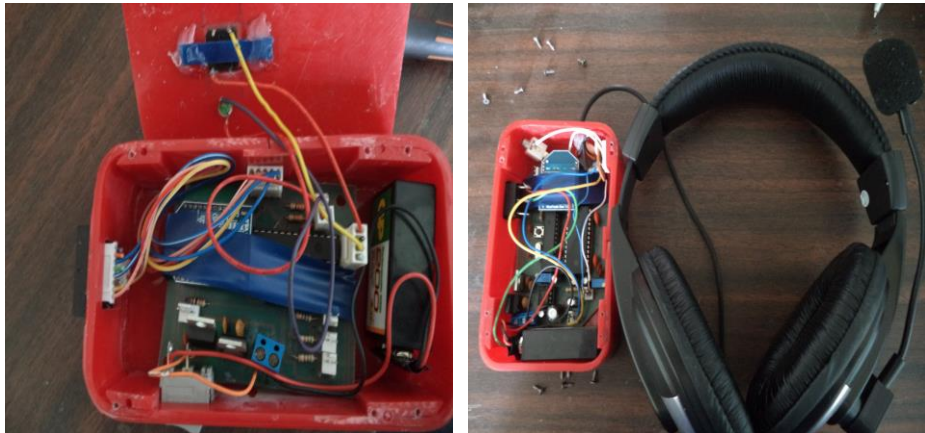
FIGURA N° 49 Vista superior de la caja



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

La conexión de los módulos bluetooth y el lector ID-12 es mediante espadines de manera que tenga facilidad de conexión en caso de realizar alguna reparación, el montaje de las dos placas está en la figura N° 50.

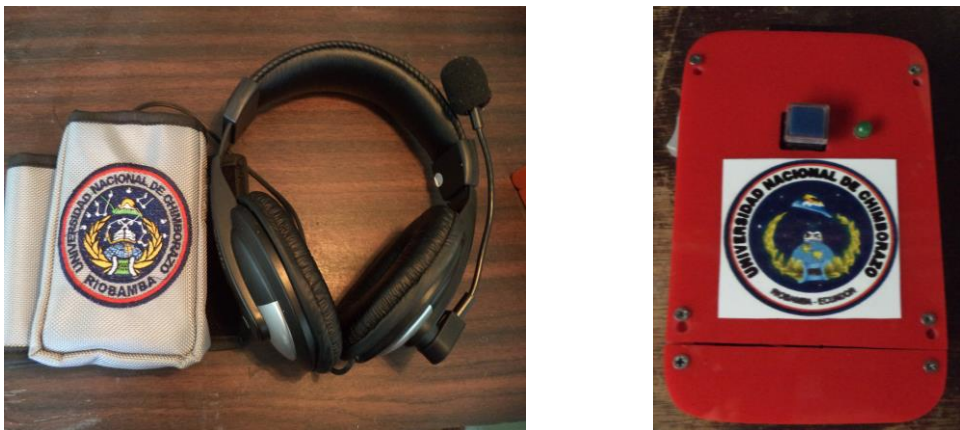
FIGURA N° 50 Montaje de las placas de la primera y segunda etapa del prototipo



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Fijadas las placas, la presentación del equipo es fundamental, un sello representativo de la Universidad Nacional de Chimborazo fue agregado a la parte frontal del equipo, las siguientes imágenes presentan una vista de cada uno de los perfiles del equipo identificando todas sus partes.

FIGURA N° 51 Vista frontal del prototipo terminado



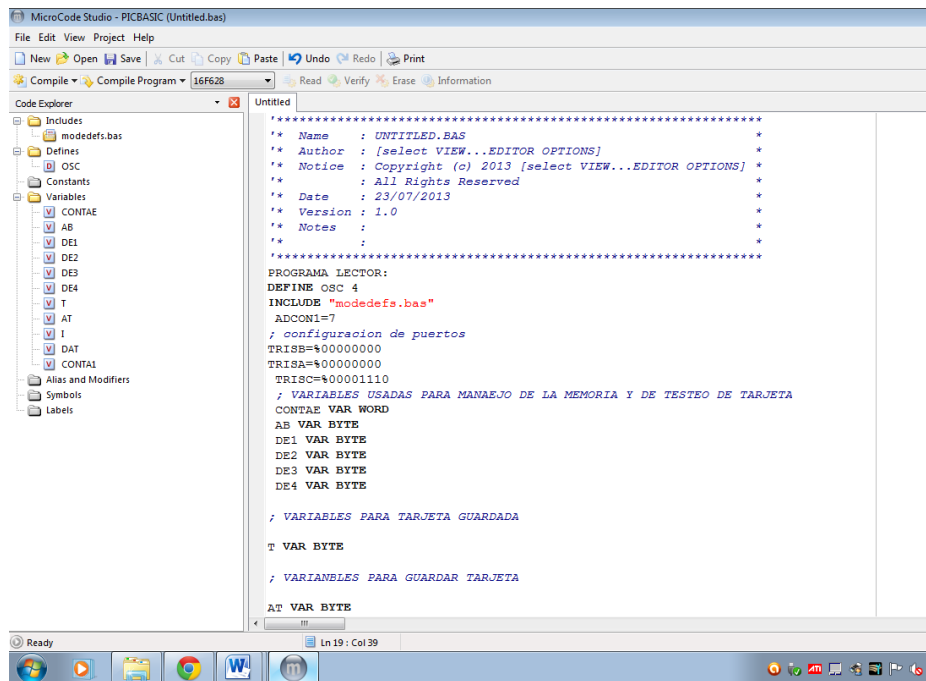
ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

3.1.4. Diseño del software

El diseño del software o programa diseñado es cada una de las instrucciones grabadas en la memoria flash del microcontrolador. Con los programas los microcontroladores controlarán los elementos electrónicos adicionales, de manera que se puedan realizar cada una de las tareas deseadas.

Para la realización del prototipo se usó el compilador Pic C compiler, es un lenguaje de programación que permite realizar más rápidamente programas en microcontroladores PIC, el lenguaje C es más fácil de leer y escribir que el lenguaje ensamblador además como es un compilador real los programas se ejecutan mucho más rápido

FIGURA N° 52 Compilador pic MicroCode Studio.



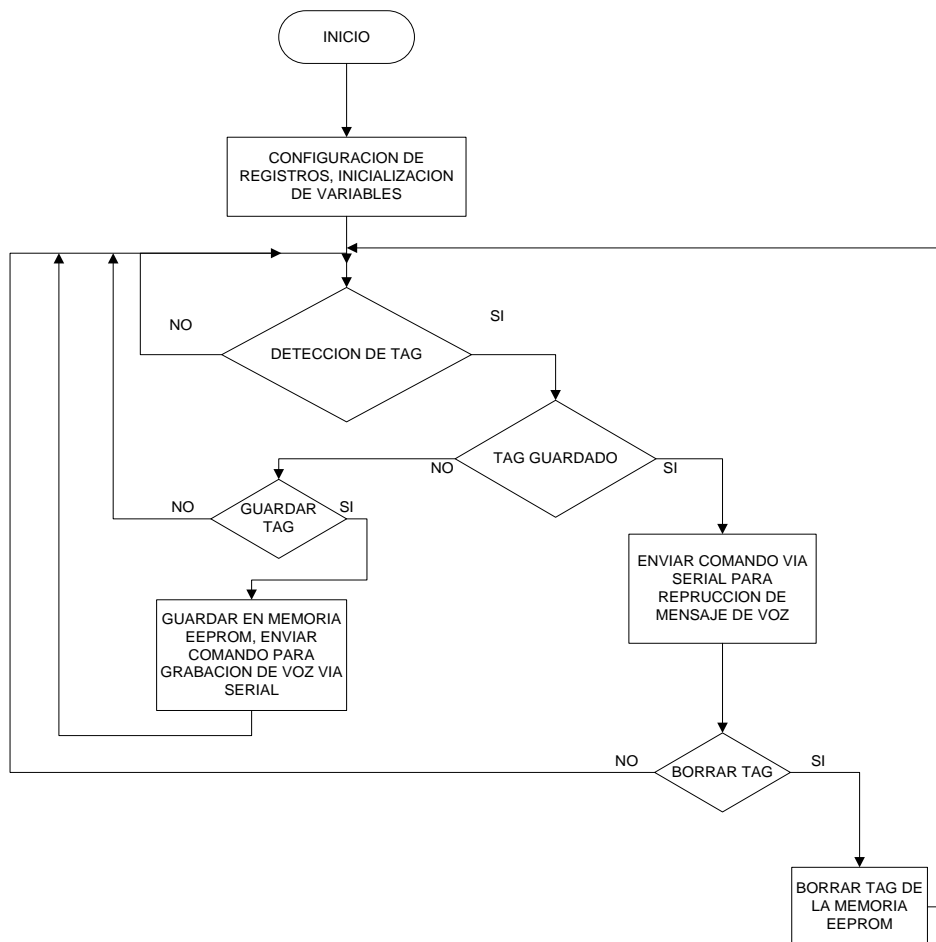
ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Diagrama de flujo lector

La primera etapa empieza con una definición de registros y variables, asignación de pines de entrada/salida, configuración de registros de comunicación inicializaciones de contadores. Espera la orden para empezar a censar, permite el

ingreso ID para luego ser analizada en otra subrutina, Al encontrar un TAG el microcontrolador verificarán en su base de datos y así conocer si el tag ha sido registrado o no. Si el TAG no ha sido registrado, el microcontrolador permitirá el registro del TAG y la grabación de un mensaje de voz enviando el comando de forma serial para activar la opción de grabar, esto lo realiza dando instrucciones seriales al chip de voz. Si el TAG está registrado se envía el comando de reproducción vía serial, el chip de voz reproduce el mensaje de voz previamente guardado en su memoria, que corresponde al TAG encontrado primeramente, Si presionado el botón durante la reproducción del mensaje de voz, el microcontrolador permitirá que el TAG encontrado pueda ser borrado de la memoria EEPROM del microcontrolador.

FIGURA N° 53 Diagrama de flujo del lector

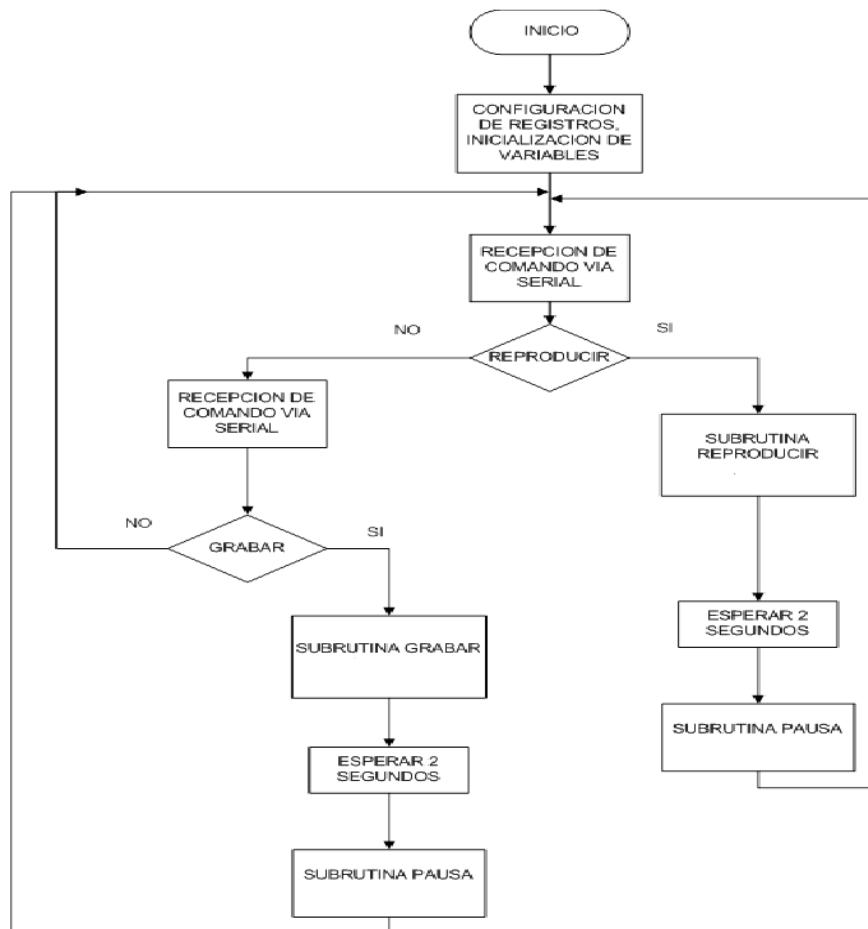


ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Diagrama de flujo chip de grabador

La primera etapa empieza con una definición de registros y variables, asignación de pines de entrada/salida, configuración de registros de comunicación inicializaciones de contadores. Recibe el comando serial este va a otra subrutina donde analizara el comando, si el comando es reproducir, va a otra subrutina donde reproducirá el mensaje de voz luego ejecuta una espera de 2 segundos y la subrutina de pausa que se describirán más adelante, si el comando no es reproducir va a la subrutina recepción de comando serial, si desea grabar ejecuta la subrutina grabación después finalmente ejecuta una espera de 2 segundos y la subrutina de pausa que será descrita más adelante.

FIGURA N° 54 Diagrama de flujo del chip de voz

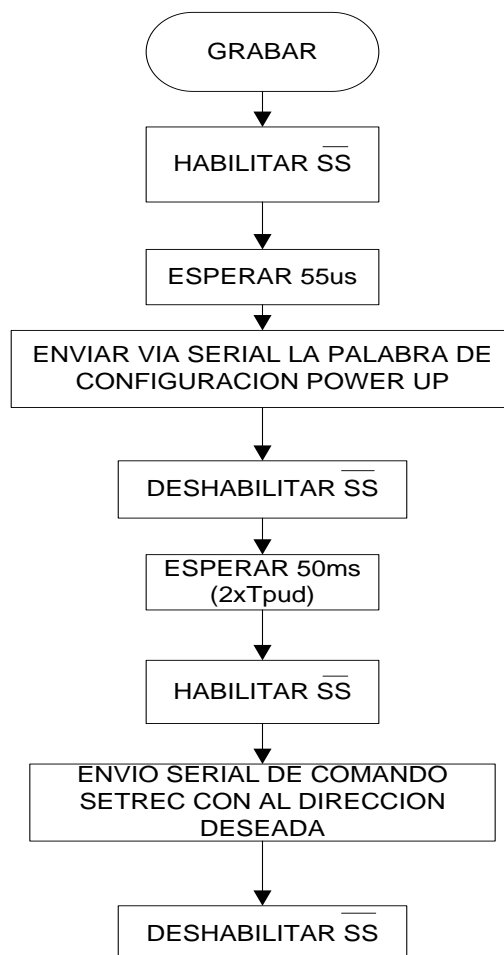


ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Subrutina grabación memoria ISD4004

Cuando SS está en bajo (cero lógico) el grabador va a realizar la instrucción enviada, este pin se lo configura en alto para que pueda realizar su tarea luego ejecuta una espera de 55 μ s, envía la palabra de forma serial power up que sirve para energizar el dispositivo, se deshabilita SS después ejecuta una espera de 50ms, nuevamente habilita SS y se realiza el envío del comando SETREC (Inicia una operación de grabación desde una dirección específica) y finalmente deshabilita SS.

FIGURA N° 55 Subrutina de grabación

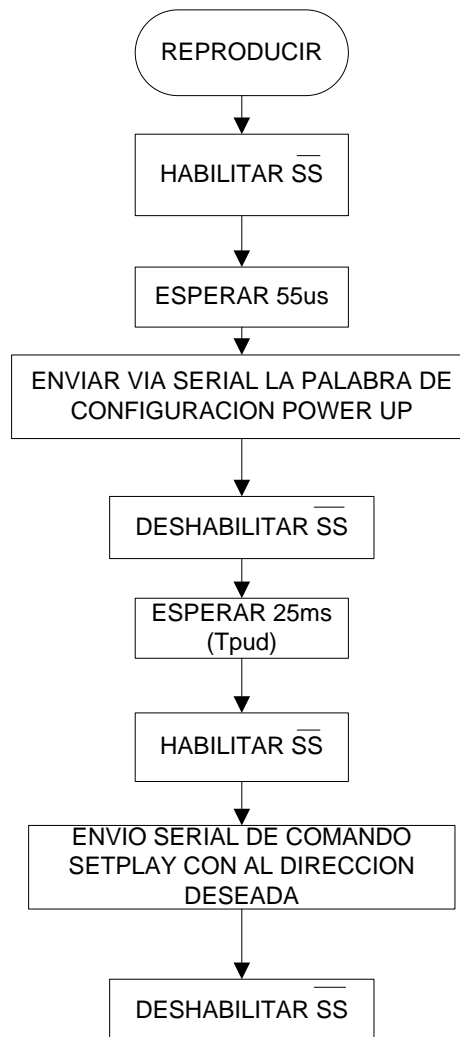


ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Subrutina reproducción memoria ISD4004

Cuando SS está en bajo (cero lógico) el grabador va a realizar la instrucción enviada, este pin lo se configura en alto para que pueda realizar su tarea se ejecuta una espera de 55 μ s, se envía la palabra de forma serial power up que sirve para energizar el dispositivo, se deshabilita SS se ejecuta una espera de 50ms, nuevamente se habilita SS y se realiza el envío del comando SETPLAY inicia una operación de reproducción desde una dirección específica y finalmente se deshabilita SS.

FIGURA N° 56 Subrutina de reproducción

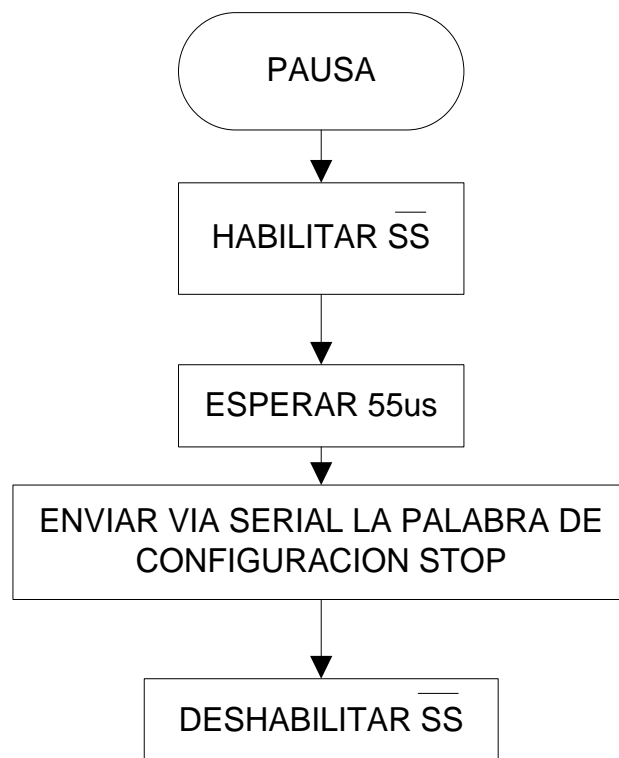


ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Subrutina pausa memoria ISD4004

Cuando SS está en bajo (cero lógico) el grabador va a realizar la instrucción enviada, este pin se lo configura en alto para que pueda realizar su tarea luego ejecuta una espera de 55 μ s se envía la palabra de forma serial STOP que sirve para detener una operación, y finalmente se deshabilita SS.

FIGURA N° 57 Subrutina de pausa



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Limitantes del dispositivo

El dispositivo diseñado puede ser usado para identificar un máximo de 100 objetos. La distancia máxima de lectura es de 7cm usando una etiqueta de 125Khz. Para alimentar el dispositivo puede usarse una fuente de 7 a 10 Voltios, para voltajes mayores en la fuente se necesita usar un disipador de calor en el regulador de voltaje.

CAPITULO III. RESULTADOS

Este capítulo hace referencia a pruebas del prototipo realizadas.

3.1. Pruebas realizadas al lector ID-12 RFID

Para verificar el funcionamiento del lector RFID, realizando las pruebas puede deducir mejor el comportamiento de la tecnología RFID. La distancia máxima de funcionamiento es el parámetro más importante a ser tomado en cuenta en un sistema RFID, por lo tanto es importante verificar las especificaciones técnicas dadas por el fabricante con los datos tomados en la realidad.

Para saber el alcance real del lector, se acercó las tarjetas paulatinamente al lector hasta que sean detectadas y se procedió a medir la distancia a la que ocurrió dicho evento. Después de realizar el mismo procedimiento varias veces, al lector, los resultados fueron los mostrados en la Tabla XXII:

TABLA XXII Resultado del alcance del lector ID-12

LECTOR	DISTANCIA SEGÚN EL FABRICANTE	DISTANCIA REAL
ID-12	12 cm	7 cm

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Observando, la diferencia entre la distancia real y la que especifica el fabricante es considerable

Para verificar el número de lecturas exitosas del lector ID-12 se realizó la prueba de lecturas de un total de 100 lecturas continuas de etiquetas pasivas de 125 KHz con circuito integrado CMOS EM4100, obteniendo como resultado de esta actividad fueron de estos 3 tuvieron errores, con estos datos se aplicó una regla de tres para determinar el porcentaje de error producido en las pruebas de registro.

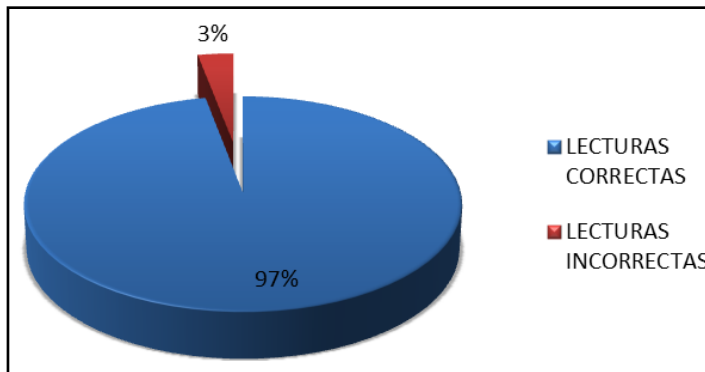
La distancia fue medida entre la base del dispositivo y la etiqueta. La mayor distancia de lectura es de 7 cm, lo cual es útil para la identificación de objetos.

$$\begin{aligned} \text{Total de tarjetas leídas} &= 100 && 100\% \\ \text{Total de errores producidos} &= 3 && X \end{aligned}$$

$$X = \frac{(3)(100\%)}{100} = 3\%$$

La figura. N° 58, muestra en un diagrama de pastel la relación de error de lecturas de etiquetas producido.

FIGURA N° 58 Porcentaje de error de lecturas del lector ID-12



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

La prueba de lecturas continuas de un total de 100 lecturas de etiquetas pasivas de 125 KHz con circuito integrado CMOS EM4100, obteniéndose como resultado de está tres errores y 97 exitosas, concluyendo que más del 50% son buenas lecturas y tan solo un 3% de ellas no pudo realizarse la reproducción. Este porcentaje de error puede parecer alto sin embargo tomado en consideración el motivo que los produjo, ayudara a demostrar que no lo es.

Cabe mencionar los motivos que causaron estos errores para que no vuelvan a producirse en futuras ocasiones.

- Posición incorrecta del tag
- Incorrecta operación del sistema de lectura RFID.

3.2. Pruebas realizadas a los módulos de Tx/Rx bluetooth

Para verificar el funcionamiento de los módulos de Tx y Rx la distancia máxima de funcionamiento es el parámetro más importante a ser tomado en cuenta en un sistema de comunicación, por lo tanto es importante verificar las especificaciones técnicas dadas por el fabricante con los datos tomados en la realidad.

Para saber el alcance real de los módulos, acercando las tarjetas paulatinamente al lector hasta que sean detectadas y realizando la transmisión del mensaje de voz procediendo luego a medir la distancia a la que ocurrió dicho evento.

TABLA XXIII Resultado del alcance de módulos bluetooth

Módulos Bluetooth	Distancia según el fabricante	Distancia Real
Distancia en el exterior	~ 10m	~7,5m
Distancia en el interior	~8m	~5m

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Para verificar el número de reproducciones, grabaciones, borrado de mensajes se realizó la prueba de comunicación entre los dispositivos bluetooth.

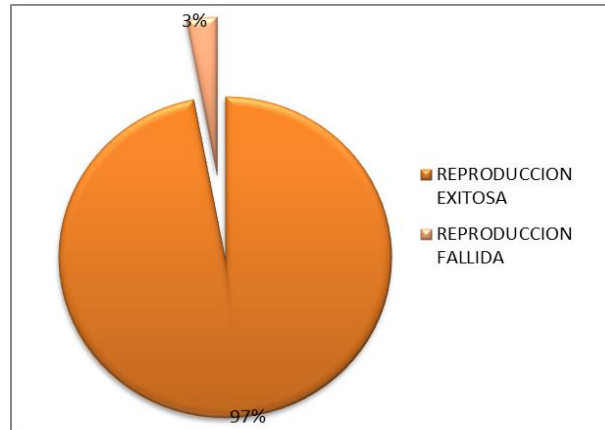
Error en la reproducción

$$\text{Comunicación de dispositivos} = 100 \quad 100\%$$

$$\text{Total de errores producidos} = 3 \quad X$$

$$X = \frac{(3)(100\%)}{100} = 3\%$$

FIGURA N° 59 Porcentaje de error en la reproducción



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Para realizar la reproducción se efectuaron 100 pruebas de ellas el 3% fueron fallidas y el 97% fueron exitosas, sin embargo cabe mencionar que las pruebas fallidas se debe a la mala comunicación entre los dispositivos bluetooth pero estas no afecta en el funcionamiento del prototipo ya que existe un porcentaje alto de reproducciones exitosas.

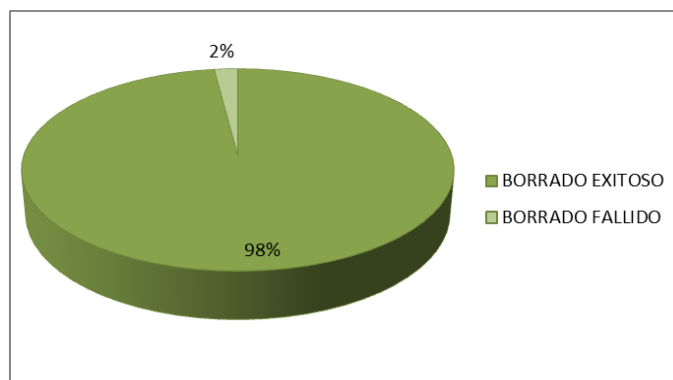
Error en el borrado

$$\text{Comunicación de dispositivos} = 50 \quad 100\%$$

$$\text{Total de errores producidos} = 1 \quad X$$

$$X = \frac{(1)(100\%)}{50} = 2\%$$

FIGURA N° 60 Porcentaje de error en el borrado



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Para realizar la prueba de borrado de tarjeta, procediéndose al borrado de 50 tarjetas obteniéndose como resultado 49 borrados exitosos y 1 borrado fallido, mostrando un 2% de borrados fallidos que no afectan en la funcionalidad del prototipo.

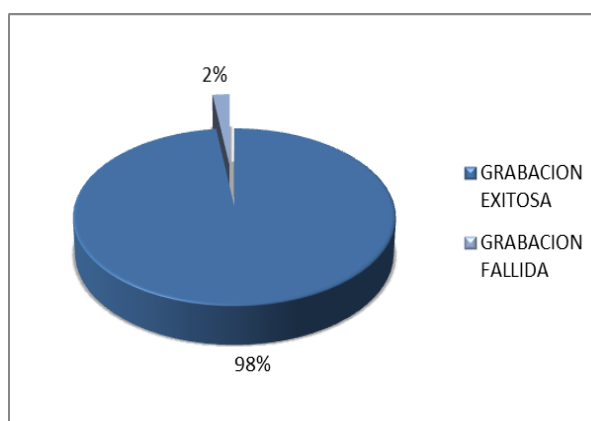
Error de grabación

$$\text{Comunicación de dispositivos} = 60 \quad 100\%$$

$$\text{Total de errores producidos} = 2 \quad X$$

$$X = \frac{(2)(100\%)}{60} = 3.3\%$$

FIGURA N° 61 Porcentaje de error en la grabación de mensajes



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

En el momento de realizar el grabado se procedió a grabar un total de 60 tags obteniendo como resultado 58 grabaciones exitosas y 2 grabaciones erróneas. Con

estos datos se aplicó una regla de tres para determinar el porcentaje de error producido.

3.3. Puertos utilizados del pic 16F870A

Etapa RFID y Rx bluetooth

En esta etapa utilizan los siguientes puertos del microcontrolador, del pic16F870A utilizaremos dos de los tres puertos para distintas funcionalidades además de los distintos pines adicionales de polarización, reset y oscilación externa, puertos requeridos se describe en la tabla XXIV.

TABLA XXIV Descripción de puertos del microcontrolador etapa RFID y Rx bluetooth

FUNCIONES GENERALES	PUERTOS UTILIZADOS	PINES NECESARIOS
Comunicación serial para RFID ID-12	B	1
Oscilación externa Cristal		2
Polarización y reset		4
Transmisión bluetooth módulo XBEE HC05	C	1

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Etapa chip de voz y Tx Bluetooth

En esta etapa utilizan los siguientes puertos del microcontrolador, del pic16F870A puertos y pines requeridos en esta etapa se describe en la tabla XXV.

TABLA XXV Descripción de puertos chip de voz y Tx bluetooth

FUNCIONES GENERALES	PUERTOS UTILIZADOS	PINES NECESARIOS
Recepción bluetooth módulo XBEE HC06	C	11
Oscilación externa Cristal		2
Polarización y reset		4
Grabación Reproducción de mensajes	B	3

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

3.4. Consumo de corriente

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

Etapa de RFID y Rx bluetooth

TABLA XXVI Consumo de corriente en la etapa de RFID y Tx bluetooth

Lector de RFID			
Corriente en reposo		50 μ A	
Corriente de búsqueda		60mA	
Microcontrolador			
Corriente de operación		120 μ A	
Modulo bluetooth HC-05			
Corriente de comunicación		8 mA	
Corriente de emparejamiento		30-40 mA	
Reguladores de voltaje			
LM1117		7805	
Corriente de operación mínima	1.4 mA	Corriente de operación mínima	1.4 mA

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Etapa chip de voz y Tx bluetooth

TABLA XXVII Consumo de corriente en la etapa de RFID y Tx bluetooth

Chip de voz ISD 4004 16-M	
Corriente en reposo	1 μ A
Corriente de reproducción	15 mA
Corriente de grabación	25 mA
Microcontrolador	

Corriente de operación		120µA	
Modulo bluetooth HC-06			
Corriente de comunicación		8 mA	
Corriente de emparejamiento		30-40 mA	
Reguladores de voltaje			
LM1117		7805	
Corriente de operación mínima	1.4 mA	Corriente de operación mínima	1.5 mA
Amplificador de Audio			
Corriente de Operación		4 mA	

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

Durante el modo de lectura y reproducción el consumo de corriente puede calcularse de la siguiente forma:

TABLA XXVIII Consumo de corriente en la reproducción del mensaje

Dispositivo \ Acción	Lectura de Etiqueta	Reproducción del Mensaje
Chip de voz	1µA	15mA
Lector RFID	60mA	50µA
Microcontrolador	120µA	240µA
Reguladores de voltaje LM1117	2.8mA	2.8mA
Reguladores de voltaje 7805	3 mA	3mA
Módulos Tx/Rx Bluetooth	30 mA	30 mA
Tiempo requerido	1 seg	5 seg
Subtotal	67.8 mA	50.8 mA
Corriente en la operación	67.8 mA	254 mA
Corriente por lectura	321.8mA	

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

De la tabla se conoce de manera teórica que por cada lectura realizada exitosamente se consume 321.8 mA en 6 segundos, es decir 53.64 mA en 1 segundo. Si se usa dos baterías recargables de 200 mAh entonces tendríamos 5.59 horas de lecturas continuas y un total de 3355 lecturas.

$$\frac{400 \text{ mA h}}{53.64 \text{ mA}} = 7.45 \text{ horas}$$

$$X = 7.45 \text{ horas} \times \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} = 26845.63 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ lect}}{6 \text{ seg}} = 4474.27 \text{ lect}$$

Si el dispositivo está en reposo consume 12 mA con dos baterías de 200 mAh podría funcionar aproximadamente 10 horas.

3.5. ANÁLISIS FINANCIERO

La tabla. XXIX muestra el costo total del proyecto, de donde se deduce que la inversión que representa la implementación de este equipo es reducida en comparación con los beneficios y la eficiencia que representa.

TABLA XXIX Presupuesto final de materiales

COSTO DE LA INVERSIÓN			
CANTIDAD	DETALLE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Modulo Bluetooth HC-05	40.00	40.00
1	Modulo Bluetooth HC-06	40.00	40.00
1	Modulo Lector ID-12	45.00	45.00
2	ISD 4004-16M	43.00	43.00
2	Cloruro Férrico	1.00	2.00
2	LM386	1.00	2.00
4	Pulsador	0.50	2.00
2	Interruptor	0.30	0.60
4	Capacitores electrolíticos	0.25	1.00
2	Caja de montaje	10.00	20.00
2	Baterías Recargables	12.75	25.50
2	Conector de batería	0.30	0.60
2	Baquelita	1.00	2.00
8	Resistencias	0.15	1.20
5	Zócalo	0.60	3.00
11	Espadines	0.40	4.40
7	Potenciómetros	0.60	4.20
2	LM1117T	1.20	2.40
2	7805	1.20	2.40

2	Cristal 4MHz	1.30	2.60
10	Llaveros de RFID 125Khz	1.00	10.00
20	Etiquetas de RFID	1.00	20.00
2	Pic 16F870A	3.00	6.00
1	Audífono	16.00	16.00
COSTO TOTAL			295.90

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

El tiempo utilizado en la implementación de este proyecto fue de 100 horas aproximadamente. Asignándose de \$20 por hora de diseño y desarrollo, basándose en los costos actuales de la hora técnica del mercado laboral ecuatoriano.

TABLA XXX Costo total

Materiales	295.90
Diseño	2000
Total	2295.90

ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

CAPITULO IV DISCUSIÓN

El trabajo de investigación llevado a cabo en este proyecto tesis no ha pretendido resolver el problema del reconocimiento de objetos. Como ya se ha dicho, uno de los objetivos importantes, aquí planteados, ha sido el diseño e implementación de reconocimiento de objetos cercanos, profundizándose en el estudio de los sistemas basados en Identificación por Radio Frecuencia, y del trabajo realizado han surgido algunas propuestas que como otras contribuyen al acercamiento de la solución. Varias líneas de investigación, al día de hoy, suponen todavía un gran esfuerzo por parte del investigador en el campo de la Radio Frecuencia, y más concretamente, en el reconocimiento de objetos.

Todas ellas tienen como factor común el reconocimiento de ID del tag de RFID ante las condiciones adversas que pueden aparecer durante el proceso de adquisición.

El sistema de verificación de un objeto se ha implementado como una base de datos que se guarda en el microcontrolador. A la presente fecha, la base de datos lleva almacenado 100 objetos en la memoria EEPROM del microcontrolador, el equipo diseñado tiene cobertura de aproximadamente 10m a la redonda en espacios libres.

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La distancia de lectura de las etiquetas RFID con el lector es muy limitada, y no permite lecturas a grandes distancias, ni varias al mismo tiempo.
- Al momento de realizar las pruebas del prototipo, reveló la presencia de ruido que estaba presente, cuando los dispositivos bluetooth comienzan a realizar la búsqueda y cuando existe el emparejamiento de dichos dispositivos. Para solventar el problema de ruido generado, fue necesario implementar un filtro activo a la salida del chip de voz.
- La comunicación implementada en el diseño, el cual fue el protocolo Bluetooth, es un medio de comunicación muy confiable, puesto que los datos enviados presentan muy pocas pérdidas en la recepción y lográndose obtener una comunicación inalámbrica con un margen de error mínimo.
- El chip de voz no garantiza una operación correcta cuando alguno de sus pines recibe un voltaje mayor al 3.3V, por esta razón fue necesario usar reguladores de voltaje.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para un correcto funcionamiento entre el lector y la etiqueta RFID pasiva, se recomienda que al registrarse un nuevo objeto, la etiqueta RFID no se encuentre dentro de ningún objeto como billeteras, carteras, maletines ya que esto reduce notablemente el radio de cobertura entre el lector y la etiqueta RFID.
- Añadir una etapa de amplificación de audio al sistema diseñado, porque al momento de acoplarlo produce diferentes niveles de sonido, en algunos casos obteniendo muy bajo volumen.
- Para que el dispositivo pueda almacenar un mayor número de etiquetas y disponga de mayor tiempo de grabación para los mensajes de voz, es necesario, usar un microcontrolador con memoria EEPROM de mayor tamaño y adicionar al diseño más chips de voz.
- El dispositivo debería tener menor tamaño y peso posible para una mayor comodidad en la transportación y uso, utilizando elementos de montaje superficial.

CAPITULO VI PROPUESTA

5.1. TITULO DE LA PROPUESTA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIRIGIDO A PERSONAS NO VIDENTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE OBJETOS CERCANOS”

5.2. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos han determinado el crecimiento en todos los campos uno de ellos es la tecnología para personas con alguna capacidad diferente.

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

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

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

5.3. OBJETIVOS

5.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un prototipo dirigido a personas no videntes para la identificación de objetos cercanos.

5.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los objetos con tags pasivos RFID.
- Asignar a cada uno de los tags un mensaje de voz correspondiente al objeto
- Efectuar pruebas de calidad y funcionamiento del prototipo de reconocimiento de objetos.

5.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO- TÉCNICO

La investigación realizada ha concluido en el uso de las siguientes tecnologías.

5.4.1. Modulo lector ID-12

Pequeño módulo lector RFID ID-12 con antena integrada muy sencillo de utilizar. Con alimentar el módulo y acercar un tag RFID, devuelve su código de identificación mediante su puerto serie, por lo que podremos recuperarlo de forma sencilla mediante cualquier microcontrolador con UART o hacia un PC utilizando un conversor USB/Serie.

Estos dispositivos contienen antenas internas, y pueden tener rangos de lectura de 12cm a 16 cm, todas las tarjetas soportan protocolo ASCII, Wiegand26. El funcionamiento de esta tarjeta muestra el valor ID de la tarjeta RFID (código Manchester de 64bits).

5.4.2. Módulos de comunicación bluetooth

Los módulos Bluetooth serial HC-05 y HC-06 son módulos “transceiver”; es decir, módulos que transmiten y reciben señal. El módulo bluetooth utiliza el chipsets CDR BlueCore4 y soporta una fuente de poder de 3.3 VDC. Estos módulos son de clase 2 por lo que la potencia máxima permitida es 2.5 mW y tienen un alcance máximo de 10 metros. La comunicación entre este módulo y un microcontrolador se realizan por los puertos seriales con una pequeña amplificación cuando se transmite del módulo al microcontrolador, porque el módulo trabaja con 0V y 3.3V, donde 0V es “0” lógico y 3.3v es ”1” lógico; se realiza lo inverso para poder transmitir la comunicación del microcontrolador al módulo.

Es fácil de manejar y puede ser utilizado como la comunicación inalámbrica UART de PC a cualquier μ C. El HC-06 es un único dispositivo esclavo. Para establecer una conexión entre dos μ C, se necesita un dispositivo maestro (por ejemplo, el HC-05 puede ser configurado como maestro o esclavo).

Una vez establecida la conexión con el módulo Bluetooth, un programa de terminal se puede utilizar para conectar al puerto COM especificado (la conexión con el módulo se representa como una conexión en serie y el puerto COM designada se pueden encontrar en el administrador de dispositivos de hardware bajo Windows).

Recordemos antes que el comando AT es necesario para comenzar la configuración del módulo y que este no puede estar emparejado durante la configuración. También observar que no existe el comando AT+NAME pues este módulo no es localizable si no que es precisamente el que debe localizar y conectarse al resto.

Una vez ejecutados los comandos la configuración quedara guardada y no será necesario repetir el proceso, de hecho si usamos la contraseña de por defecto, 1234, ni tendremos que configurar los módulos pues ya vienen de fábrica listos para usar, aunque quizás alguien no quiera tener una contraseña tan fácil.

Como información adicional añadiré que el modulo maestro se conecta al primer esclavo que encuentre, una vez conectado lo memoriza y será a ese esclavo al que se conecte siempre. Si quisiéramos usar el modulo maestro para que se conectara a otro esclavo distinto sería tan sencillo como pulsar el botón de reset del módulo que borra su memoria y obliga a buscar y emparejarse a un nuevo esclavo.

Esto por un lado es muy cómodo, pues es todo automático, sin embargo trae un gran problema, y es que no podemos elegir a que esclavo queremos que se conecte el modulo maestro. Supuestamente los módulos con el firmware HC-05 que funcionan tanto como maestro y como esclavo, permiten indicarle la MAC del módulo al que se debe conectar.

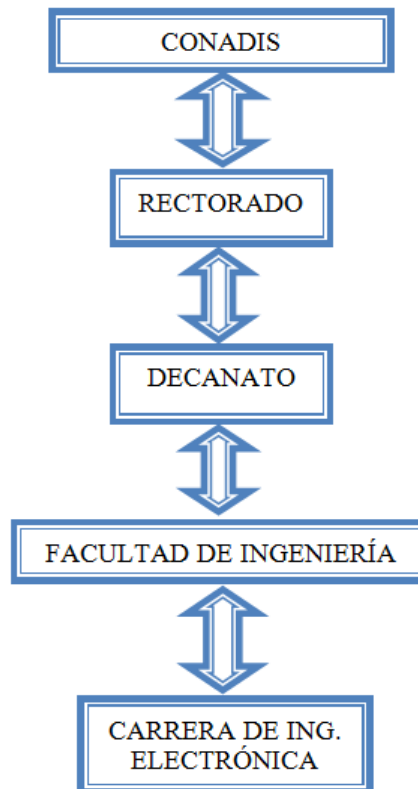
5.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Se diseña e implementa un prototipo de identificación de objetos cercanos estrategia que motiva a los estudiantes a tratar temas de avances científicos y tecnológicos los mismos que ayudaran en el desarrollo y acreditación universitaria.

La identificación a través de RFID y la comunicación Bluetooth (comunicación inalámbrica), proporciona una ayuda para la persona no vidente, el sistema de identificación consta no solo con la parte de hardware sino también lo hace con una parte de software desarrollado en lenguajes de programación de pics, el sistema en conjunto es muy confiable y de fácil operación.

5.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL.

FIGURA N° 57 Diseño Organizacional



ELABORADO: Fabián Alonso Paredes Fierro

5.7. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Esta propuesta nace de la necesidad de una nueva alternativa de identificación de objetos para las personas con discapacidad visual, que beneficiara a personas con dicha discapacidad, y a los estudiantes de electrónica que monitorearan el buen funcionamiento del prototipo, siendo una estrategia que permitirá el desarrollo científico a nivel universitario.

Por otro lado y de entrar en uso este sistema, su monitoreo deberá encargarse la persona con discapacidad visual encargado de la utilización del equipo, quien aparte de ser usuario del equipo se convertirá en administrador del sistema, y será la persona que analice posibles cambios o recomendaciones para la eficiencia del sistema, que pueden ser tratados en futuros estudios.

BIBLIOGRAFÍA

- COUCH W León, Sistemas de Comunicación Digital y Analógicos, quinta edición, Prentice Hall, México 1998, 742 páginas.
- FLOYD Thomas, Dispositivos Electrónicos, Editorial Limusa, México 1996, 982 páginas.
- CARRANZA Jorge, Redes Inalámbricas, Editorial Megabyte, Perú 2008, 600 páginas.
- GRALLA, PRESTON, Como funcionan las Redes Inalámbricas, segunda edición, Editorial Anaya Multimedia, España 2007, 272 páginas.
- PALACIOS Enrique, DOMÍNGUEZ Fernando, LOPEZ Lucas, Microcontrolador pic16F84 Desarrollo de proyectos, Editorial Alfaomega, México 2009,625 páginas.
- GARCIA Antonio, GUERRERO Mauricio, Circuitos Integrados Programables, Editorial Uniandes, Colombia 1997, 159 páginas.
- ANGULO José, ANGULO Ignacio, ETXEBARRÍA Aritza, Microcontroladores Diseño practico de aplicaciones, Editorial McGraw-Hill, España 2007,523 paginas.
- http://www.conadis.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=69 Organismo de inclusión social Ecuador
- <http://www.rfidpoint.com/noticias/tecnologia-rfid/> Tecnología RFID
- <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/15000/8699/5/T10709CAP1.pdf>
Historia RFID

- http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf
Descripción de RFID
- <http://rfid-handbook.de/about-rfid.html> Arquitectura RFID
- http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf
Tags RFID
- http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf
Estructura del Tag
- <http://www.idtronix.com/qesrfid.htm#top> Frecuencia de RFID
- http://webpersonal.uma.es/de/fjgc/Recursos/RFID/RFID_Memoria.pdf
Acoplamiento de RFID
- http://www.dipolerfid.com/products/RFID_tags/RFID_Tags_Classification.aspx Clasificación de tags de RFID.
- <http://www.waazaa.org/15693/> Estándar RFID
- <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/631/1/T-ESPE-012138.pdf>
Estándar RFID
- <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/40048/fichero/VOLUMEN+1.+MEMORIA%252F4.+Tecnolog%C3%ADa+Bluetooth.pdf> Antecedentes Bluetooth
- <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11972/fichero/Cap%EDtulo+2+-+Bluetooth.pdf> Bluetooth

- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/capitulo3.pdf Características de modulación Bluetooth.

- http://www.movicel.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=9:ventajas-y-desventajas-de-bluetooth&catid=2:articulos Ventajas y Desventajas Bluetooth.

ANEXOS

ANEXO 1

Manual de Usuario

ANTES DE COMENZAR

Asegúrese de que el dispositivo tenga instaladas dos baterías de 9 V. Estas deben estar en óptimas condiciones y si son recargables estas deben estar cargadas

Registro de etiquetas

Para registrar una nueva etiqueta, acerque la misma al frente del dispositivo. Para poder registrar la etiqueta, si no reconoce la etiqueta escuchara un mensaje de objeto nuevo le indicara pulsar el botón para grabar. Empiece a grabar el mensaje para ello acerque el micrófono del dispositivo a su boca y diga el mensaje para la nueva etiqueta con voz fuerte y clara. La grabación finaliza luego de 4 segundos aproximadamente.

Reproducción de mensaje

Para escuchar el mensaje asociado a una etiqueta en particular, acerque la etiqueta al frente del dispositivo. Si el dispositivo encontró la etiqueta, se oirá el mensaje asociado a la etiqueta, caso contrario no se oirá mensaje de objeto no reconocido.

Borrado de etiqueta

Para borrar una etiqueta, primero deberá reproducir el mensaje asociado a la etiqueta como se indicó en la operación anterior. Después de reproducido el mensaje de voz, se deberá pulsar el botón. En ese momento se borrará la etiqueta y escuchara un mensaje de voz indicando que la operación de borrado es exitosa y estará disponible para grabarse un nuevo mensaje de voz, siguiendo las instrucciones de la operación registro de etiquetas.

PRECAUCIÓN DE SEGURIDAD

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

Es necesario realizar una limpieza periódica del dispositivo debido a la humedad, grasa o polvo, la limpieza se debe realizar con el dispositivo apagado y con un paño seco.

ANEXO 2
Hojas Técnicas

ID Innovations

ID SERIES DATASHEET

Classic RFID module products

-----ID2/12/20/2WR/12WR



Advanced Digital Reader Technology

-----Better by Design

Manual Rev 26 – 6th March 2008

Read only devices ID-2/ID-12 Brief Data

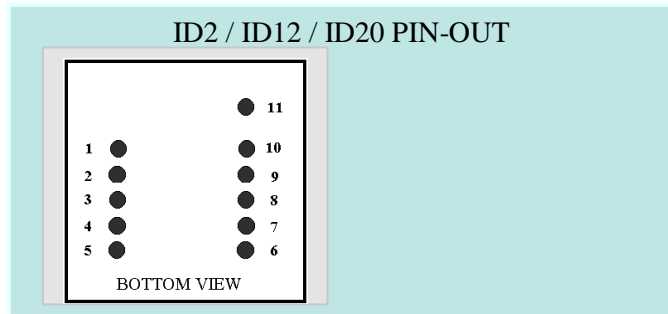
1) Overview

The ID2, ID12 and ID20 are similar to the obsolete ID0, ID10 and ID15 MK (ii) series devices, but they have extra pins that allow Magnetic Emulation output to be included in the functionality. The ID-12 and ID-20 come with internal antennas, and have read ranges of 12+ cm and 16+ cm, respectively. With an external antenna, the ID-2 can deliver read ranges of up to 25 cm. All three readers support ASCII, Wiegand26 and Magnetic ABA Track2 data formats.



2) Pin Out

1. GND
2. RES (Reset Bar)
3. ANT (Antenna)
4. ANT (Antenna)
5. CP
6. Future
7. +/- (Format Selector)
8. D1 (Data Pin 1)
9. D0 (Data Pin 0)
10. LED (LED / Beeper)
11. +5V



3) Read Only Devices Operational and Physical Characteristics

Parameters	ID-2	ID-12	ID-20
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm using 50mm ISO card	16+ cm using 50mm ISO card
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible
Encoding	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 65mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V

4 Pin Description & Output Data Formats

Pin No.	Description	ASCII	Magnet Emulation	Wiegand26
Pin 1	Zero Volts and Tuning Capacitor Ground	GND 0V	GND 0V	GND 0V
Pin 2	Strap to +5V	Reset Bar	Reset Bar	Reset Bar
Pin 3	To External Antenna and Tuning Capacitor	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 4	To External Antenna	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 5	Card Present	No function	Card Present *	No function
Pin 6	Future	Future	Future	Future
Pin 7	Format Selector (+/-)	Strap to GND	Strap to Pin 10	Strap to +5V
Pin 8	Data 1	CMOS	Clock *	One Output *
Pin 9	Data 0	TTL Data (inverted)	Data *	Zero Output *
Pin 10	3.1 kHz Logic	Beeper / LED	Beeper / LED	Beeper / LED
Pin 11	DC Voltage Supply	+5V	+5V	+5V

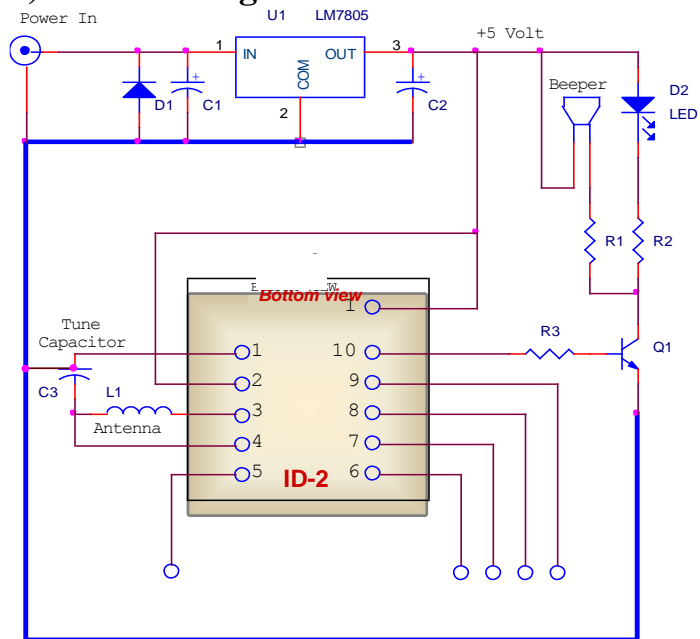
* Requires 4K7 Pull-up resistor to +5V

5 Absolute Maximum Ratings

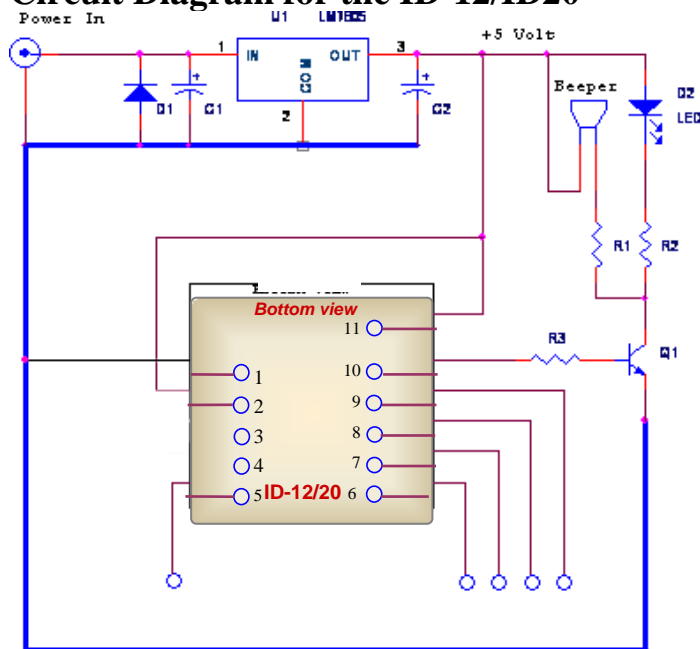
Maximum voltage applied to Pin 2 (Vcc)	5.0volt +/- 0.7volt
Maximum voltage applied to Pin 2 (Reset)	Vcc + 0.7v, -0.7v
Maximum current drawn from Pin 3 (Antenna)	+/- 100mA
Maximum 125Khz RF Voltage at Pin 4 (Antenna)	+/- 70volt Peak
Maximum current drawn from Pin 5 (Card Present)	+/- 5mA
Maximum current drawn from Pin 6 (Future)	+/- 5mA
Maximum Voltage at Pin 7 (Format Selector)	Vcc + 0.7v, -0.7v
Maximum current drawn from Pin 8 (Data1)	+/- 5mA
Maximum current drawn from Pin 9 (Data0)	+/- 5mA
Maximum current drawn from Pin 10 (Beeper)	+/- 10mA
Additionally, Pins 5,6,7,8,9,10 may not have a voltage exceeding	Vcc + 0.7v, -0.7v

These ratings are absolute maximums and operation at or near the maximums may cause stress and eventual damage or unpredictable behavior.

6) Circuit Diagram for the ID2

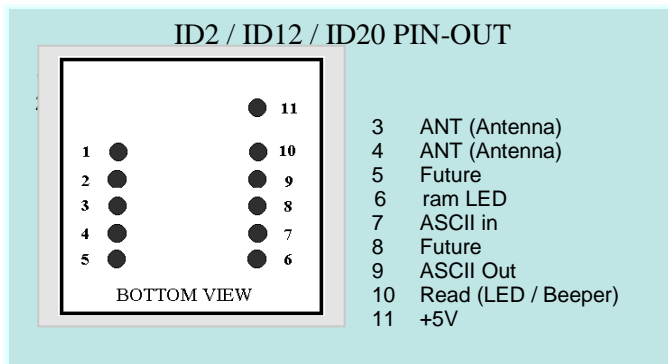
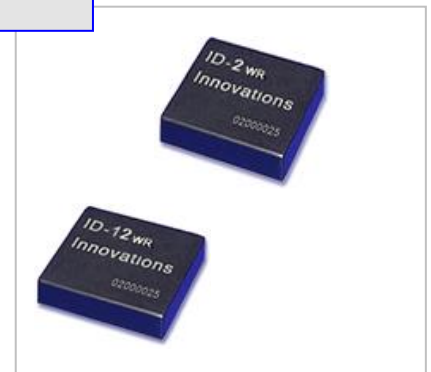


Circuit Diagram for the ID-12/ID20



8) Read Write Devices ID-2RW/ID-12RW Brief Data

Temec Q5 tag. It has full functionality including password. They contain built-in algorithms to assist customers programming the popular Sokymat Unique type tag. Password protection is allowed. Control is via a host computer using a simple terminal program such as hyper terminal or Qmodem.



Operational and Physical Characteristics

Parameters	ID-2RW	ID-12RW	ID-20RW
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm (Unique Format)	15+ cm (Unique Format)
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	Temec Q5555	Temec Q5555	Temec Q5555
Read Encoding	Manchester modulus 64	Manchester modulus 64	Manchester modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 50mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V
Coil Detail	L = 0.6mH - 1.5mH, Q = 15-30	-	-

Description

A simple terminal program such as Qmodem or Hyper-terminal can be used to send commands to the module. The blocks are individually programmable. The command interface is simple to use and easily understood. The programmer also has two types of internal reader. One of these is provided to read Sokymat 'Unique' type tag configuration. The module does not require a MAX232 type chip interface. The module does **not** need an RS232 interface such as a MAX232 IC. The input pin7 goes to the computer through a 4k7 resistor and the output goes to the computer through a 100R resistor.

9) DATA FORMATS

Output Data Structure - ASCII - 9600 Baud, No Parity, 1 stop bit.

Output = CMOS (Push Pull) 0-5v

STX (02h)	DATA (10 ASCII)	CHECK SUM (2 ASCII)	CR	LF	ETX (03h)
-----------	-----------------	---------------------	----	----	-----------

[The 1byte (2 ASCII characters) Check sum is the "Exclusive OR" of the 5 hex bytes (10 ASCII) Data characters.]

Output Data Structure - Wiegand26 – 1mS repeat, 50uS pulse. Open Drain

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
P	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	P
Even parity (E)													Odd parity (O)													

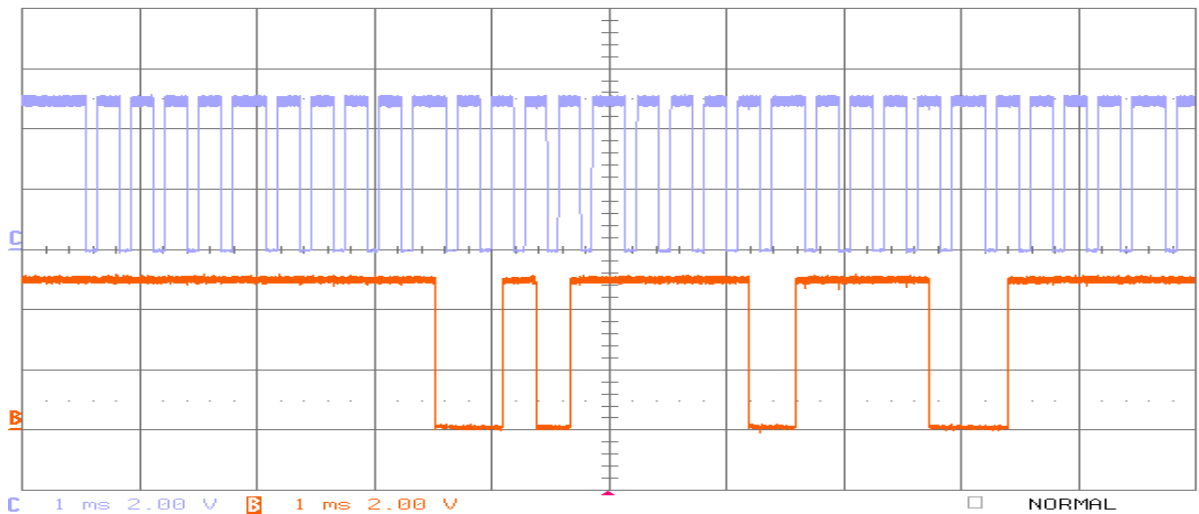
P = Parity start bit and stop bit

Output Data Magnetic ABA Track2 – At Approx 80cm/sec. Open Drain

10 Leading Zeros	SS	Data	ES	LCR	10 Ending Zeros
------------------	----	------	----	-----	-----------------

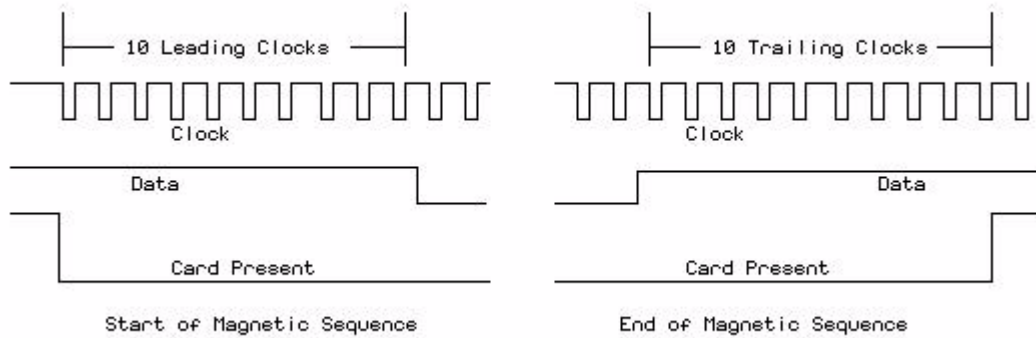
[SS is the Start Character of 11010, ES is the end character of 11111, and LCR is the Longitudinal Redundancy Check.]

10) Magnetic Emulation Waveforms

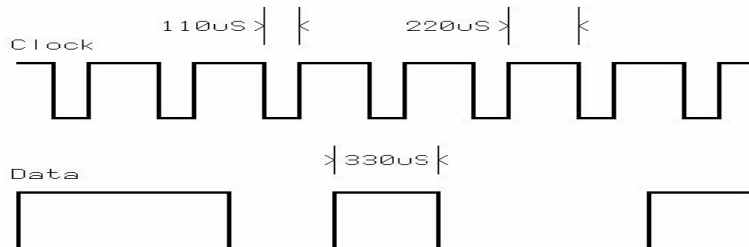


Blue = Clock, Brown = Data

Start and End Sequences for Magnetic Timing



DATA TIMINGS FOR MAGNETIC EMULATION



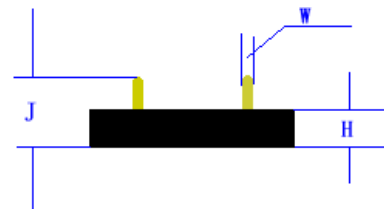
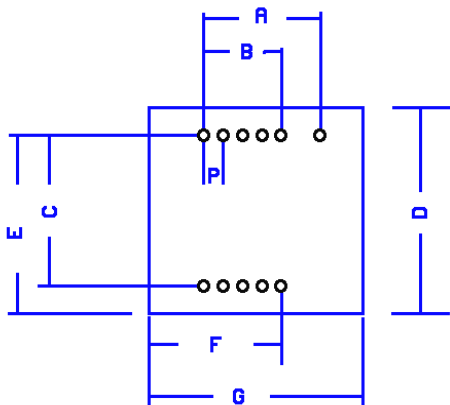
The magnetic Emulation Sequence starts with the Card Present Line going active (down). There next follows 10 clocks with Zero '0' data. At the end of the 10 leading clocks the start character (11010) is sent and this is followed by the data. At the end of the data the end character is sent followed by the LCR. Finally 10 trailing clocks are sent and the card present line is raised.

The data bit duration is approximately 330µs. The approximate clock duration is 110µs. Because of the symmetry data can be clocked off either the rising or falling edge of the clock.

11)Dimensions

(Top View) (mm)

	ID-0/ID-2wr	ID-10/ID-12wr	ID-15/ID-20wr
--	-------------	---------------	---------------



	Nom.	Min.	Max.	Nom.	Min.	Max.	Nom.	Min.	Max
A	12.0	11.6	12.4	12.0	11.6	12.4	12.0	11.6	12.4
B	8.0	7.6	8.4	8.0	7.6	8.4	8.0	7.6	8.4
C	15.0	14.6	15.4	15.0	14.6	15.4	15.0	14.6	15.4
D	20.5	20.0	21.5	25.3	24.9	25.9	40.3	40.0	41.0
E	18.5	18.0	19.2	20.3	19.8	20.9	27.8	27.5	28.5
F	14.0	13.0	14.8	16.3	15.8	16.9	22.2	21.9	23.1
G	22.0	21.6	22.4	26.4	26.1	27.1	38.5	38.2	39.2
P	2.0	1.8	2.2	2.0	1.8	2.2	2.0	1.8	2.2
H	5.92	5.85	6.6	6.0	5.8	6.6	6.8	6.7	7.0
J	9.85	9.0	10.5	9.9	9.40	10.5	9.85	9.4	10.6
W	0.66	0.62	0.67	0.66	0.62	0.67	0.66	0.62	0.67

Note – measurements do not include any burring of edges.

NOTICE - Innovated Devices reserve the right to change these specifications without prior notice.

12) Designing Coils for ID2

(Note that the ID12 and ID20 have an internal antenna and do not require external tuning components)

The recommended Inductance is 1.08mH to be used with an internal tuning capacitor of 1n5. In general the bigger the antenna the better, provided the reader is generating enough field strength to excite the tag. The ID-2 is relatively low power so a maximum coil size of 15x15cm is recommended if it is intended to read ISO cards. If the reader is intended to read glass tags the maximum coil size should be smaller, say 10x10cm.

There is a science to determine the exact size of an antenna but there are so many variables that in general it is best to get a general idea after which a degree of ‘Try it and see’ is unavoidable.

If the reader is located in a position where there is a lot of heavy interference then less range cannot be avoided. In this situation the coil should be made smaller to increase the field strength and coupling.

It is difficult to give actual examples of coils for hand winding because the closeness and tightness of the winding will significantly change the inductance. A professionally wound coil will have much more inductance than a similar hand wound coil.

For those who want a starting point into practical antenna winding it was found that 63 turns on a 120mm diameter former gave an inductance of 1.08mH. For those contemplating adding an additional tuning capacitor it was found that 50 turns on a 120mm diameter former gave 700uH. The wire diameter is not important.

Anybody who wishes to be more theoretical we recommend a trip to the Microchip Website where we found an application sheet for Loop Antennas. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00831b.pdf>

13)The Tuning Capacitor

Note. Tuning capacitors are only required for the ID2 module and then only if a 1.08mH antenna is not used. It is recommended that the internal 1n5 capacitor is used for tuning, however a capacitor may be also be added externally if an external antenna of less than 1.08mH is used. The combined capacitance should not exceed 2n7. Do not forget that the choice of tuning capacitor can also substantially affect the quality of your system.

The loss in the series antenna is required to be fairly high to limit the series current. A low Q will hide a lot of the shortcomings of the capacitor, but for quality and reliability and repeatability the following capacitors are recommend.

Polypropylene	Good Readily available. Ensure AC voltage at 125kHz is sufficient.
COG/NPO	Excellent. Best Choice
Silver Mica	Excellent but expensive
Polycarbonate	Good Readily available. Ensure AC voltage at 125kHz is sufficient.

14) Capacitor Voltage Working.

A capacitor capable of withstanding the RMS voltage at 125KHz MUST be chosen. The working voltage will depend on the coil design. I suggest the designer start with rugged 1n5 Polypropylene 630v capacitor to do his experiments and then come down to a suitable size/value. The capacitor manufacturer will supply information on their capacitors. Do not simply go by the DC voltage, this means little. A tolerance of 2% is preferable. A tolerance of 5% is acceptable. COG capacitors are expensive but are excellent. Normally with COG capacitors the permitted AC is 2x the DC rating.

15) Fine Tuning

We recommend using an oscilloscope for fine-tuning. Connect the oscilloscope to observe the 125KHz AC voltage across the coil. Get a sizeable piece of ferrite and bring it up to the antenna loop. If the voltage increases then you need more inductance (or more capacitance). If the voltage decreases as you bring the ferrite up to the antenna then the inductance is too great. If you have no ferrite then a piece of aluminum sheet may be used for testing in a slightly different way. Opposing currents will flow in the aluminum and it will act as a negative inductance. If the 125kH AC voltage increases as the aluminum sheet approaches the antenna then the inductance is too high. Note it may be possible that the voltage will first maximize then decrease. This simply means that you are near optimum tuning. If you are using ferrite then the coil is a little under value and if you are using an aluminum sheet then the coil is a little over value.

16) Connection direct to a computer.

Direct connection to a computer RS232 can be made by connecting Pin8 to a 1k series resistor and connecting the other end of the resistor to the computer RS232 input. The mode is called pseudo RS232.

On a standard D9 socket, connect the output of the ID2/12/20 via the series 1k to pin 2 of the D-type. Connect the ground to Pin5 on the D-type.

17) Connection to a Processor UART

Direct connection can be made to a UART RX input from Pin9 of the ID2/12/20 module. There is no need for a 1k protection resistor, but a 1k resistor will make the circuit safer for testing and reduce EM noise.

18) Connecting a Read LED

Sometimes the user may not want to drive a beeper but may still need to drive an LED. In this case a driver transistor may not be necessary because the Beeper Output Pin can supply 5mA continuously. Connect a 1k5 resistor to the Beeper Pin. This will limit the current. Connect the other end of the resistor to the LED anode and connect the cathode to ground.

19) Useful Information

For general testing we suggest the user downloads the Bray 'terminal v1b – 20030217' It is free and ideal for testing systems. As well as the usual selection of baud rate, parity and handshaking the user can display the data in Decimal, Hexadecimal or Binary or all three and it is easy to use.

<http://bray.velenje.cx/avr/terminal>

Helpline: If you have any technical queries please contact your local distributor, they have all the technical resources to help you and support you. Where no local distributor exists, our technical helpline may be contacted by writing to help@ID-Innovations.com

Disclaimer: The information in this document is provided in connection with ID-Innovations products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property right is granted by this document or in connection with the sale of ID-Innovations products. **Except as set forth in ID-Innovations Terms and Conditions of Sale, ID-Innovations assumes no liability whatsoever and disclaims any express, implied or statutory warranty relating to its products including, but not limited to, the implied warranty of merchantability, fitness for a particular purpose, or non-infringement. In no event shall ID-Innovations be liable for any direct, indirect, consequential, punitive, special or incidental damages(including without limitation, damages for loss of profits, business interruption, or loss of information) arising out of the use or inability to use this document, even if ID-Innovations has been advised of such damages.** ID-Innovations make no representations or warranties with respect to the accuracy or completeness of the contents of this document and reserve the right to make changes to specifications and product descriptions at any time without notice. ID-Innovations do not make any commitment to update the information contained herein. Unless specifically provide otherwise, ID-Innovations products are not suitable and shall not be used for, and shall not be used in automobile applications. Unless specifically provided otherwise, ID-Innovations products are not intended for use as components in applications intended to support or sustain life. Unless specifically provided otherwise, ID-Innovations products are not suitable for and shall not be used in applications requiring intrinsic safety.

28/40-Pin, 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

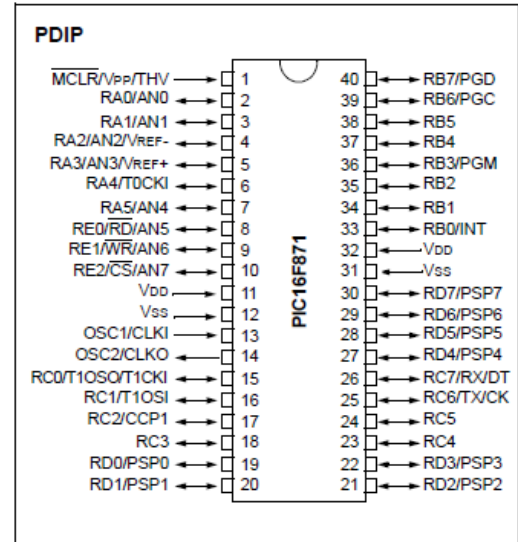
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F870
- PIC16F871

Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two-cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
DC - 200 ns instruction cycle
- 2K x 14 words of FLASH Program Memory
128 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
64 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16CXXX 28 and 40-pin devices
- Interrupt capability (up to 11 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low power consumption:
 - < 1.6 mA typical @ 5V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

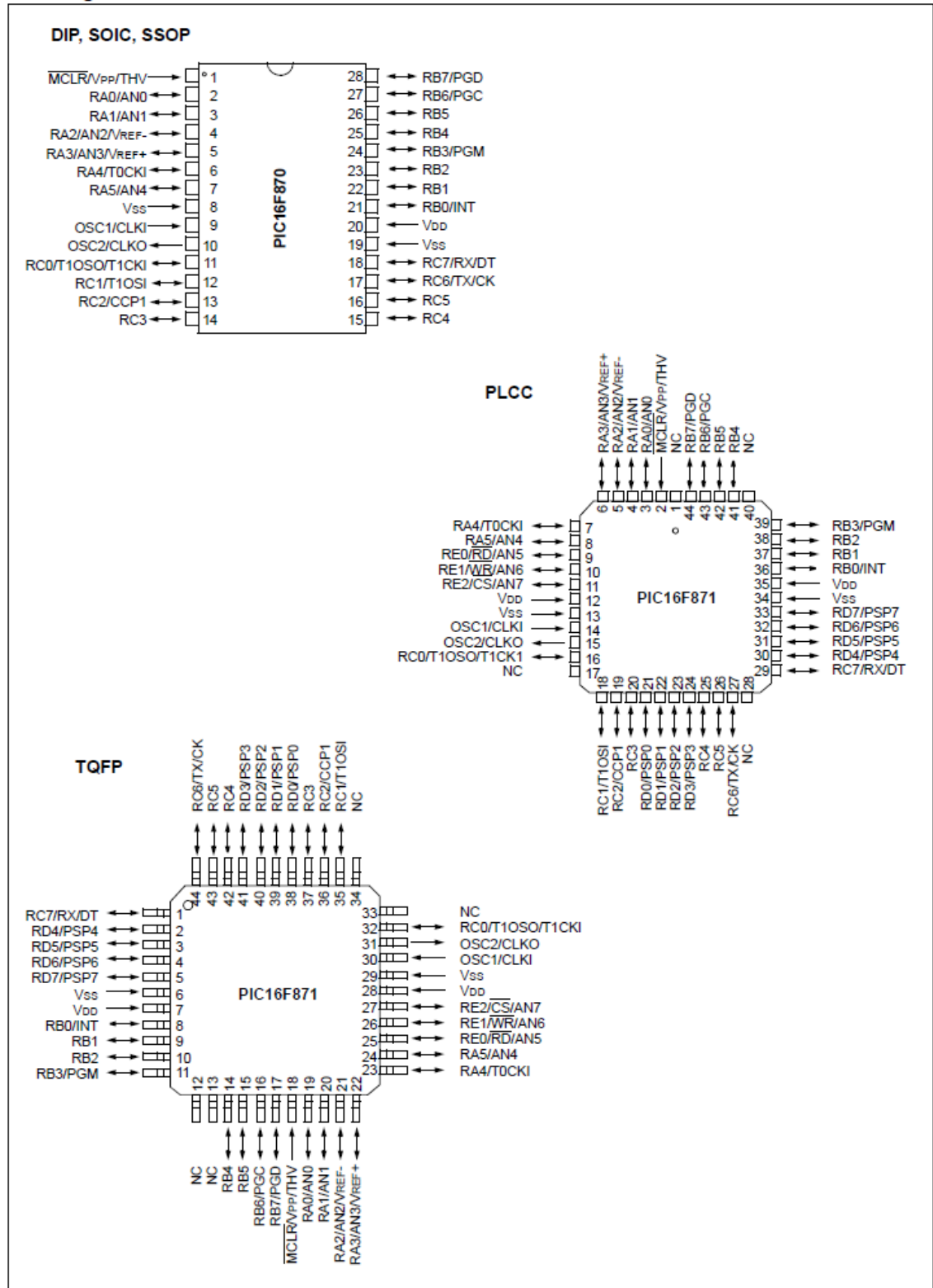


Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- One Capture, Compare, PWM module
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external \overline{RD} , \overline{WR} and \overline{CS} controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

PIC16F870/871

Pin Diagrams



PIC16F870/871

Key Features PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023)	PIC16F870	PIC16F871
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
RESETS (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	2K	2K
Data Memory (bytes)	128	128
EEPROM Data Memory	64	64
Interrupts	10	11
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3
Capture/Compare/PWM modules	1	1
Serial Communications	USART	USART
Parallel Communications	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions

PIC16F870/871

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information. Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

There are two devices (PIC16F870 and PIC16F871) covered by this data sheet. The PIC16F870 device comes in a 28-pin package and the PIC16F871 device comes in a 40-pin package. The 28-pin device does not have a Parallel Slave Port implemented.

The following two figures are device block diagrams sorted by pin number: 28-pin for Figure 1-1 and 40-pin for Figure 1-2. The 28-pin and 40-pin pinouts are listed in Table 1-1 and Table 1-2, respectively.

FIGURE 1-1: PIC16F870 BLOCK DIAGRAM

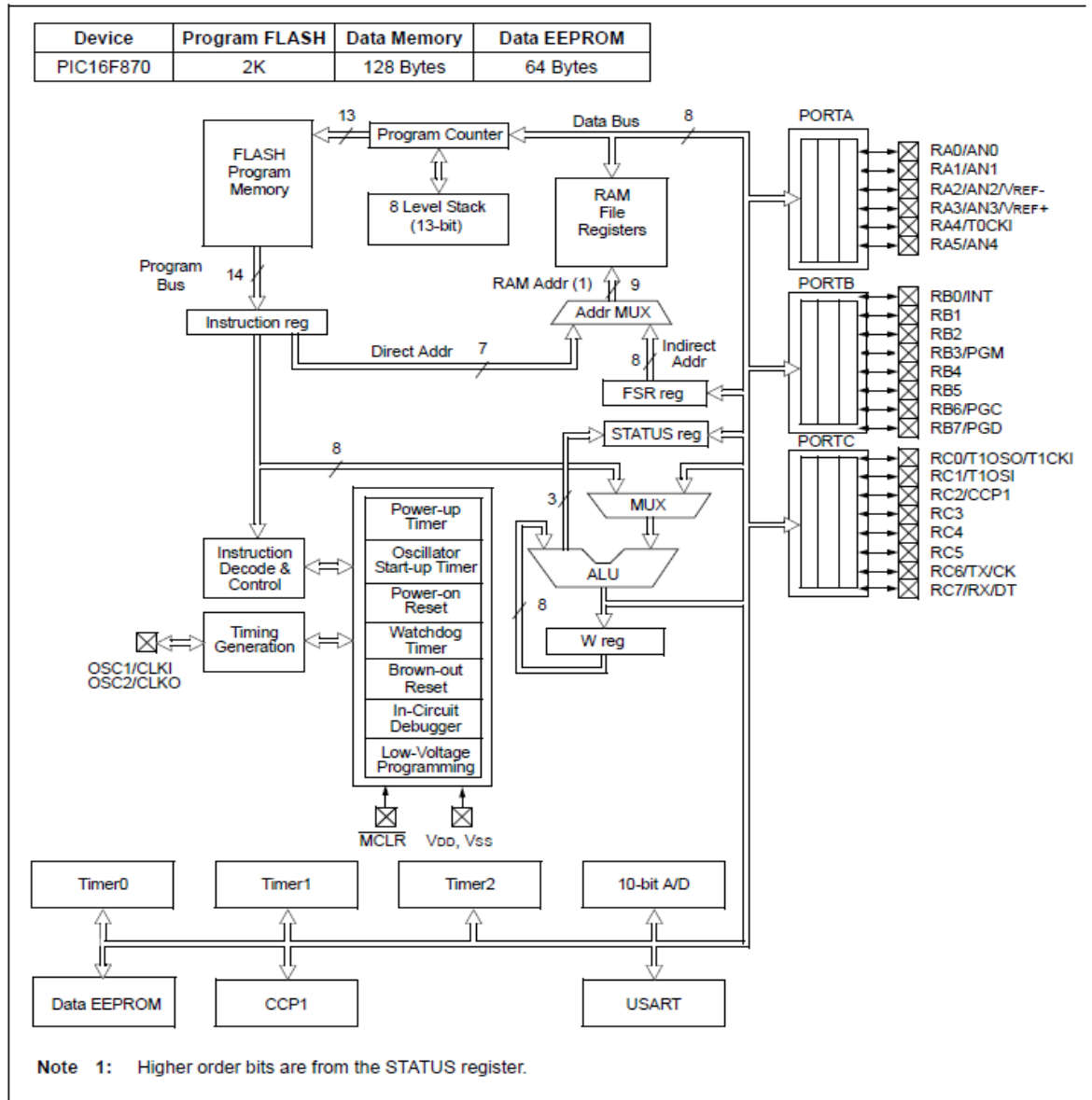
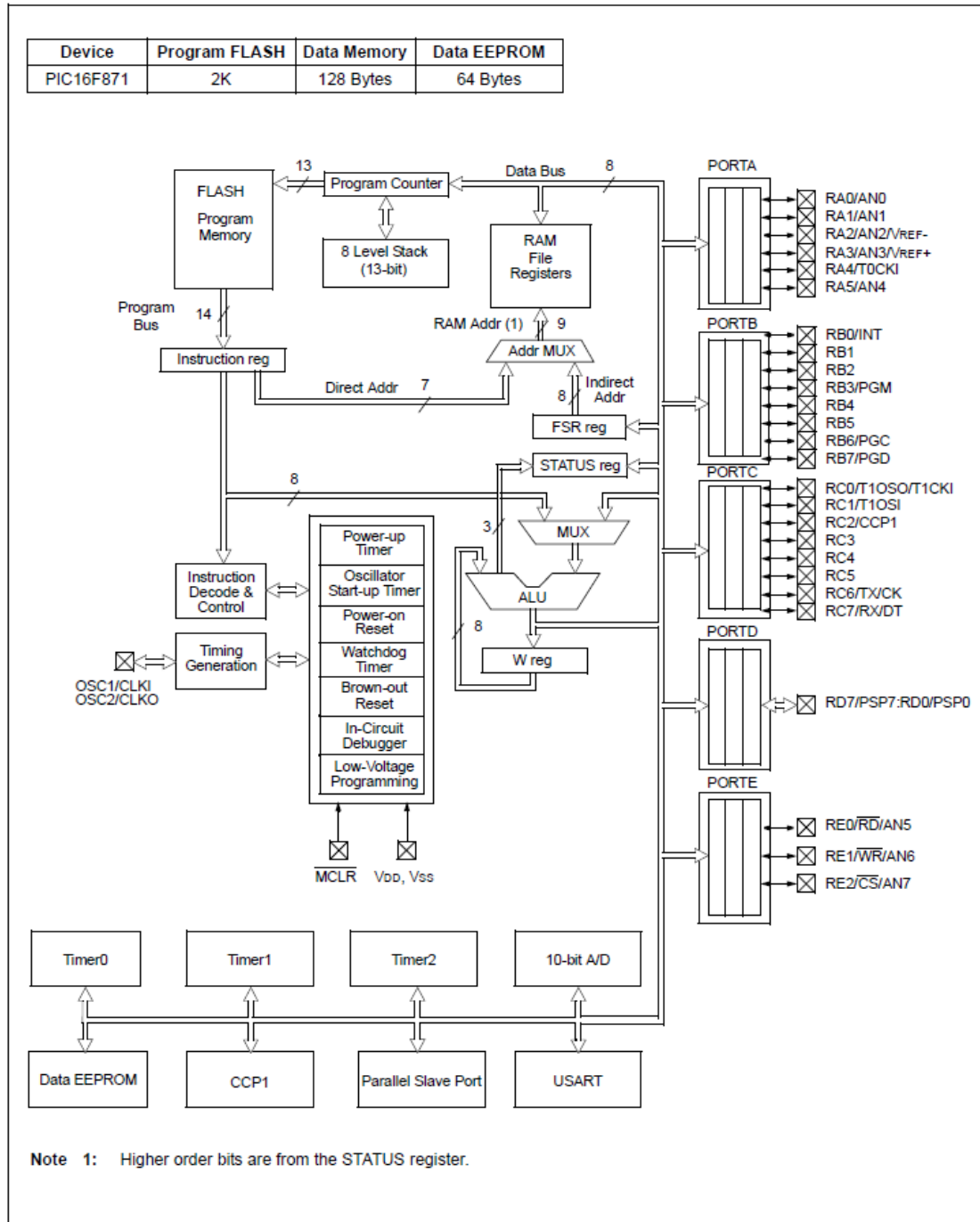


FIGURE 1-2: PIC16F871 BLOCK DIAGRAM



PIC16F870/871

TABLE 1-1: PIC16F870 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI	9	9	I	ST/CMOS ⁽³⁾	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKO	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP/THV	1	1	I/P	ST	Master Clear (Reset) input or programming voltage input or High Voltage Test mode control. This pin is an active low RESET to the device.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input 0.</p> <p>RA1 can also be analog input 1.</p> <p>RA2 can also be analog input 2 or negative analog reference voltage.</p> <p>RA3 can also be analog input 3 or positive analog reference voltage.</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 module. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input 4.</p>
RA1/AN1	3	3	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	4	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	5	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	6	I/O	ST/OD	
RA5/AN4	7	7	I/O	TTL	
RB0/INT	21	21	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt-on-change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	22	22	I/O	TTL	
RB2	23	23	I/O	TTL	
RB3/PGM	24	24	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	
RB4	25	25	I/O	TTL	
RB5	26	26	I/O	TTL	
RB6/PGC	27	27	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RB7/PGD	28	28	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	
RC0/T1OSO/T1CKI	11	11	I/O	ST	<p>PORTC is a bi-directional I/O port.</p> <p>RC0 can also be the Timer1 oscillator output or Timer1 clock input.</p> <p>RC1 can also be the Timer1 oscillator input.</p> <p>RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.</p> <p>RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.</p> <p>RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.</p>
RC1/T1OSI	12	12	I/O	ST	
RC2/CCP1	13	13	I/O	ST	
RC3	14	14	I/O	ST	
RC4	15	15	I/O	ST	
RC5	16	16	I/O	ST	
RC6/TX/CK	17	17	I/O	ST	
RC7/RX/DT	18	18	I/O	ST	
VSS	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 OD = Open Drain — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt or LVP mode.
Note 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
Note 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

PIC16F870/871

2.0 MEMORY ORGANIZATION

The PIC16F870/871 devices have three memory blocks. The Program Memory and Data Memory have separate buses, so that concurrent access can occur, and is detailed in this section. The EEPROM data memory block is detailed in Section 3.0.

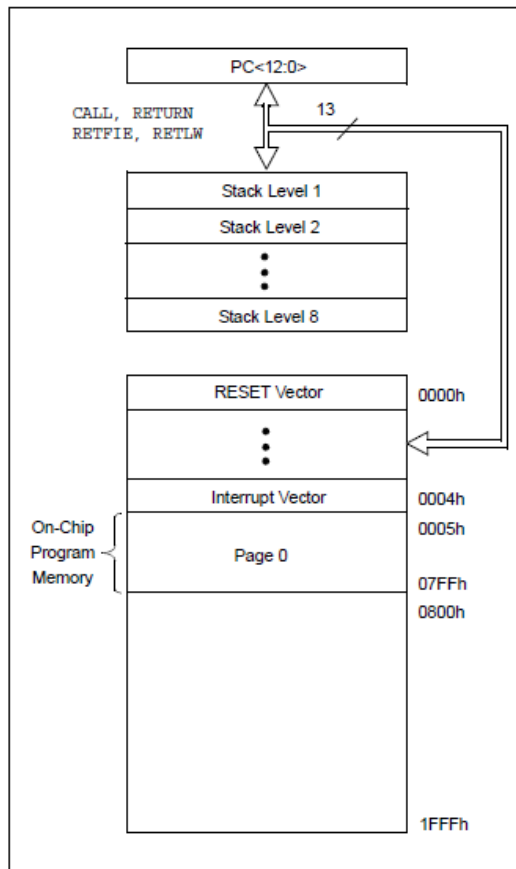
Additional information on device memory may be found in the PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual (DS33023).

2.1 Program Memory Organization

The PIC16F870/871 devices have a 13-bit program counter capable of addressing an 8K x 14 program memory space. The PIC16F870/871 devices have 2K x 14 words of FLASH program memory. Accessing a location above the physically implemented address will cause a wraparound.

The RESET vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h.

FIGURE 2-1: PIC16F870/871 PROGRAM MEMORY MAP AND STACK



2.2 Data Memory Organization

The data memory is partitioned into multiple banks which contain the General Purpose Registers and the Special Function Registers. Bits RP1 (STATUS<6>) and RP0 (STATUS<5>) are the bank select bits.

RP<1:0>	Bank
00	0
01	1
10	2
11	3

Each bank extends up to 7Fh (128 bytes). The lower locations of each bank are reserved for the Special Function Registers. Above the Special Function Registers are General Purpose Registers, implemented as static RAM. All implemented banks contain Special Function Registers. Some "high use" Special Function Registers from one bank may be mirrored in another bank for code reduction and quicker access.

Note: EEPROM Data Memory description can be found in Section 3.0 of this Data Sheet.

2.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

The register file can be accessed either directly, or indirectly through the File Select Register FSR.

PIC16F870/871

FIGURE 2-2: PIC16F870/871 REGISTER FILE MAP

File Address		File Address		File Address		File Address		
Indirect addr. ^(*)	00h	Indirect addr. ^(*)	80h	Indirect addr. ^(*)	100h	Indirect addr. ^(*)	180h	
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h	
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h	
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h	
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h	
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h	
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h	
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h	
PORTD ⁽²⁾	08h	TRISD ⁽²⁾	88h		108h		188h	
PORTE ⁽²⁾	09h	TRISE ⁽²⁾	89h		109h		189h	
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah	
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh	
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch	
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh	
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Reserved ⁽¹⁾	18Eh	
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Reserved ⁽¹⁾	18Fh	
T1CON	10h		90h		110h		190h	
TMR2	11h		91h					
T2CON	12h	PR2	92h					
	13h		93h					
	14h		94h					
CCPR1L	15h		95h					
CCPR1H	16h		96h					
CCP1CON	17h		97h					
RCSTA	18h	TXSTA	98h					
TXREG	19h	SPBRG	99h					
RCREG	1Ah		9Ah					
	1Bh		9Bh					
	1Ch		9Ch					
	1Dh		9Dh					
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh					
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh					
	20h	General Purpose Register	A0h		120h	accesses A0h - BFh	1A0h	
General Purpose Register 96 Bytes		32 Bytes	BFh	accesses 20h-7Fh			1BFh	
			C0h					1C0h
			EFh					1EFh
		accesses 70h-7Fh	F0h	accesses 70h-7Fh	16Fh		16Fh	
			F0h		170h	accesses 70h-7Fh	170h	
	7Fh		FFh		17Fh		17Fh	

Bank 0 Bank 1 Bank 2 Bank 3

■ Unimplemented data memory locations, read as '0'.
* Not a physical register.

Note 1: These registers are reserved; maintain these registers clear.
Note 2: These registers are not implemented on the PIC16F870.

PIC16F870/871

2.2.2 SPECIAL FUNCTION REGISTERS

The Special Function Registers are registers used by the CPU and peripheral modules for controlling the desired operation of the device. These registers are implemented as static RAM. A list of these registers is given in Table 2-1.

The Special Function Registers can be classified into two sets: core (CPU) and peripheral. Those registers associated with the core functions are described in detail in this section. Those related to the operation of the peripheral features are described in detail in the peripheral feature section.

TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS ⁽²⁾
Bank 0											
00h ⁽⁴⁾	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	0000 0000
01h	TMR0	Timer0 Module's Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
02h ⁽⁴⁾	PCL	Program Counter's (PC) Least Significant Byte								0000 0000	0000 0000
03h ⁽⁴⁾	STATUS	IRP	RP1	RP0	T0	PD	Z	DC	C	0001 1xxx	000q quuu
04h ⁽⁴⁾	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	uuuu uuuu
05h	PORTA	—	—	PORTA Data Latch when written: PORTA pins when read						--0x 0000	--0u 0000
06h	PORTB	PORTB Data Latch when written: PORTB pins when read								xxxx xxxx	uuuu uuuu
07h	PORTC	PORTC Data Latch when written: PORTC pins when read								xxxx xxxx	uuuu uuuu
08h ⁽⁵⁾	PORTD	PORTD Data Latch when written: PORTD pins when read								xxxx xxxx	uuuu uuuu
09h ⁽⁵⁾	PORTE	—	—	—	—	—	RE2	RE1	RE0	---- -xxx	---- -uuu
0Ah ^(1,4)	PCLATH	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter						---0 0000	---0 0000
0Bh ⁽⁴⁾	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBIE	T0IF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
0Ch	PIR1	PSPIF ⁽³⁾	ADIF	RCIF	TXIF	—	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF	0000 -000	0000 -000
0Dh	PIR2	—	—	—	EEIF	—	—	—	—	---0 ---	---0 ---
0Eh	TMR1L	Holding Register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Fh	TMR1H	Holding Register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1 Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10h	T1CON	—	—	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	--00 0000	--uu uuuu
11h	TMR2	Timer2 Module's Register								0000 0000	0000 0000
12h	T2CON	—	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	-000 0000
13h	—	Unimplemented								—	—
14h	—	Unimplemented								—	—
15h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register1 (LSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
16h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register1 (MSB)								xxxx xxxx	uuuu uuuu
17h	CCP1CON	—	—	CCP1X	CCP1Y	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	--00 0000
18h	RCSTA	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D	0000 000x	0000 000x
19h	TXREG	USART Transmit Data Register								0000 0000	0000 0000
1Ah	RCREG	USART Receive Data Register								0000 0000	0000 0000
1Bh	—	Unimplemented								—	—
1Ch	—	Unimplemented								—	—
1Dh	—	Unimplemented								—	—
1Eh	ADRESH	A/D Result Register High Byte								xxxx xxxx	uuuu uuuu
1Fh	ADCON0	ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	—	ADON	0000 00-0	0000 00-0

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved. Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

- Note 1:** The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.
- 2:** Other (non Power-up) Resets include external RESET through MCLR and Watchdog Timer Reset.
- 3:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the 28-pin devices; always maintain these bits clear.
- 4:** These registers can be addressed from any bank.
- 5:** PORTD, PORTE, TRISD and TRISE are not physically implemented on the 28-pin devices, read as '0'.

PIC16F870/871

TABLE 2-1: SPECIAL FUNCTION REGISTER SUMMARY (CONTINUED)

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on: POR, BOR	Value on all other RESETS ⁽²⁾
Bank 2											
100h ⁽⁴⁾	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	0000 0000
101h	TMR0	Timer0 Module's Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
102h ⁽⁴⁾	PCL	Program Counter's (PC) Least Significant Byte								0000 0000	0000 0000
103h ⁽⁴⁾	STATUS	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C	0001 1xxx	000q quuu
104h ⁽⁴⁾	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	uuuu uuuu
105h	—	Unimplemented								—	—
106h	PORTB	PORTB Data Latch when written: PORTB pins when read								xxxx xxxx	uuuu uuuu
107h	—	Unimplemented								—	—
108h	—	Unimplemented								—	—
109h	—	Unimplemented								—	—
10Ah ^(1,4)	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter					---0 0000	---0 0000
10Bh ⁽⁴⁾	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
10Ch	EEDATA	EEPROM Data Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10Dh	EEADR	EEPROM Address Register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
10Eh	EEDATH	—	—	EEPROM Data Register High Byte					xxxx xxxx	uuuu uuuu	
10Fh	EEADRH	—	—	—	EEPROM Address Register High Byte					xxxx xxxx	uuuu uuuu
Bank 3											
180h ⁽⁴⁾	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								0000 0000	0000 0000
181h	OPTION_REG	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111
182h ⁽⁴⁾	PCL	Program Counter's (PC) Least Significant Byte								0000 0000	0000 0000
183h ⁽⁴⁾	STATUS	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C	0001 1xxx	000q quuu
184h ⁽⁴⁾	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	uuuu uuuu
185h	—	Unimplemented								—	—
186h	TRISB	PORTB Data Direction Register								1111 1111	1111 1111
187h	—	Unimplemented								—	—
188h	—	Unimplemented								—	—
189h	—	Unimplemented								—	—
18Ah ^(1,4)	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for the upper 5 bits of the Program Counter					---0 0000	---0 0000
18Bh ⁽⁴⁾	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 000u
18Ch	EECON1	EEPGD	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD	x--- x000	x--- u000
18Dh	EECON2	EEPROM Control Register2 (not a physical register)								---- ----	---- ----
18Eh	—	Reserved maintain clear								0000 0000	0000 0000
18Fh	—	Reserved maintain clear								0000 0000	0000 0000

Legend: x = unknown, u = unchanged, q = value depends on condition, - = unimplemented, read as '0', r = reserved.
Shaded locations are unimplemented, read as '0'.

- Note 1:** The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a holding register for the PC<12:8> whose contents are transferred to the upper byte of the program counter.
- 2:** Other (non Power-up) Resets include external RESET through \overline{MCLR} and Watchdog Timer Reset.
- 3:** Bits PSPIE and PSPIF are reserved on the 28-pin devices; always maintain these bits clear.
- 4:** These registers can be addressed from any bank.
- 5:** PORTD, PORTE, TRISD and TRISE are not physically implemented on the 28-pin devices, read as '0'.

PIC16F870/871

2.2.2.1 STATUS Register

The STATUS register contains the arithmetic status of the ALU, the RESET status and the bank select bits for data memory.

The STATUS register can be the destination for any instruction, as with any other register. If the STATUS register is the destination for an instruction that affects the Z, DC or C bits, then the write to these three bits is disabled. These bits are set or cleared according to the device logic. Furthermore, the TO and PD bits are not writable, therefore, the result of an instruction with the STATUS register as destination may be different than intended.

For example, `CLRF STATUS` will clear the upper three bits and set the Z bit. This leaves the STATUS register as `000u u1uu` (where u = unchanged).

It is recommended, therefore, that only `BCF`, `BSF`, `SWAPF` and `MOVWF` instructions are used to alter the STATUS register, because these instructions do not affect the Z, C or DC bits from the STATUS register. For other instructions not affecting any status bits, see the "Instruction Set Summary".

Note 1: The C and DC bits operate as a borrow and digit borrow bit, respectively, in subtraction. See the `SUBLW` and `SUBWF` instructions for examples.

REGISTER 2-1: STATUS REGISTER (ADDRESS: 03h, 83h, 103h, 183h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-1	R-1	R/W-x	R/W-x	R/W-x
IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
bit 7					bit 0		

- bit 7-6 **IRP:** Register Bank Select bit (used for indirect addressing)
1 = Bank 2, 3 (100h - 1FFh)
0 = Bank 0, 1 (00h - FFh)
- bit 6-5 **RP1:RP0:** Register Bank Select bits (used for direct addressing)
11 = Bank 3 (180h - 1FFh)
10 = Bank 2 (100h - 17Fh)
11 = Bank 1 (80h - FFh)
10 = Bank 0 (00h - 7Fh)
Each bank is 128 bytes.
- bit 4 **TO:** Time-out bit
1 = After power-up, `CLRWDT` instruction, or `SLEEP` instruction
0 = A WDT time-out occurred
- bit 3 **PD:** Power-down bit
1 = After power-up or by the `CLRWDT` instruction
0 = By execution of the `SLEEP` instruction
- bit 2 **Z:** Zero bit
1 = The result of an arithmetic or logic operation is zero
0 = The result of an arithmetic or logic operation is not zero
- bit 1 **DC:** Digit carry/borrow bit (`ADDWF`, `ADDLW`, `SUBLW`, `SUBWF` instructions) (for borrow, the polarity is reversed)
1 = A carry-out from the 4th low order bit of the result occurred
0 = No carry-out from the 4th low order bit of the result
- bit 0 **C:** Carry/borrow bit (`ADDWF`, `ADDLW`, `SUBLW`, `SUBWF` instructions)
1 = A carry-out from the Most Significant bit of the result occurred
0 = No carry-out from the Most Significant bit of the result occurred

Note: For borrow, the polarity is reversed. A subtraction is executed by adding the two's complement of the second operand. For rotate (`RRF`, `RLF`) instructions, this bit is loaded with either the high or low order bit of the source register.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

ISD4004 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices

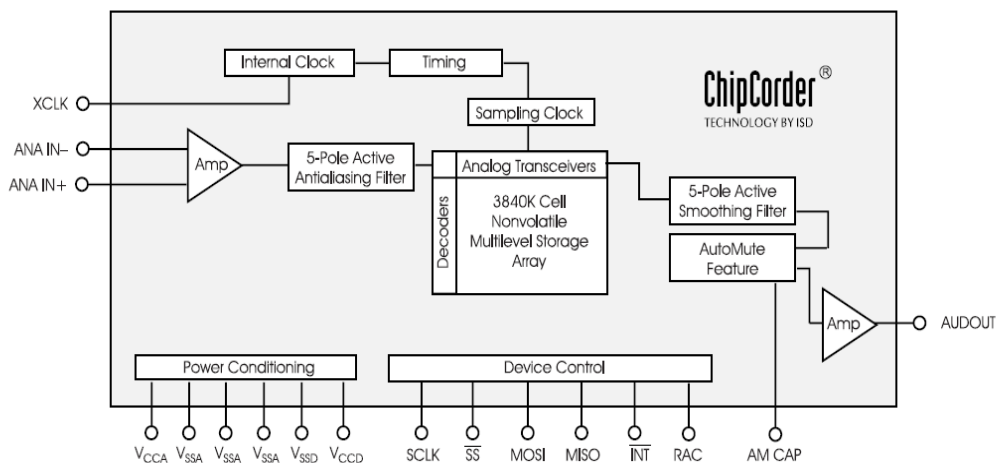
8-, 10-, 12-, and 16-Minute Durations

GENERAL DESCRIPTION

The ISD4004 ChipCorder® Products provide high-quality, 3-volt, single-chip record/playback solutions for 8- to 16-minute messaging applications which are ideal for cellular phones and other portable products. The CMOS-based devices include an on-chip oscillator, antialiasing filter, smoothing filter, AutoMute™ feature, audio amplifier, and high density, multilevel Flash storage array. The ISD4004 series is designed to be used in a microprocessor- or microcontroller-based system. Address and control are accomplished through a Serial Peripheral Interface (SPI) or Microwire Serial Interface to minimize pin count.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

Figure: ISD4004 Series Block Diagram



August 2000

ISD/Winbond · 2727 North First Street, San Jose, CA 95134 · TEL: 408/943-6666 · FAX: 408/544-1787 · <http://www.isd.com>

FEATURES

- Single-chip voice record/playback solution
 - Single +3 volt supply
 - Low-power consumption
 - Operating current:
 I_{CC} Play = 15 mA (typical)
 I_{CC} Rec = 25 mA (typical)
 - Standby current: 1 μ A (typical)
 - Single-chip durations of 8, 10, 12, and 16 minutes
 - High-quality, natural voice/audio reproduction
 - AutoMute feature provides background noise attenuation during periods of silence
 - No algorithm development required
 - Microcontroller SPI or Microwire™ Serial Interface
 - Fully addressable to handle multiple messages
 - Nonvolatile message storage
 - Power consumption controlled by SPI or Microwire control register
 - 100-year message retention (typical)
 - 100K record cycles (typical)
 - On-chip clock source
 - Available in die form, PDIP, SOIC, and TSOP
 - Extended temperature (–20°C to +70°C) and industrial temperature (–40°C to +85°C) versions available
-

Table: ISD4004 Series Summary

Part Number	Duration (minutes)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD4004-08M	8.0	8.0	3.4
ISD4004-10M	10.0	6.4	2.7
ISD4004-12M	12.0	5.3	2.3
ISD4004-16M	16.0	4.0	1.7

DETAILED DESCRIPTION

SPEECH/SOUND QUALITY

The ISD4004 ChipCorder series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects sound quality. Please refer to the ISD4004 Series Product Summary table on the second page to compare filter pass band and product durations.

The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage provides a natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state solutions.

DURATION

To meet end system requirements, the ISD4004 series products are single-chip solutions at 8, 10, 12, 16 minutes.

FLASH STORAGE

One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, which provides zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years (typically) without power. In addition, the device can be re-recorded (typically) over 100,000 times.

MICROCONTROLLER INTERFACE

A four-wire (SCLK, MOSI, MISO, \overline{SS}) SPI interface is provided for ISD4004 control and addressing functions. The ISD4004 is configured to operate as a peripheral slave device, with a microcontroller-based SPI bus interface. Read/Write access to all the internal registers occurs through this SPI interface. An interrupt signal (\overline{INT}) and internal read-only Status Register are provided for handshake purposes.

PROGRAMMING

The ISD4004 series is also ideal for playback-only applications, where single or multiple message Playback is controlled through the SPI port. Once the desired message configuration is created, duplicates can easily be generated via an ISD programmer.

PIN DESCRIPTIONS

VOLTAGE INPUTS (V_{CCA} , V_{CCD})

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD4004 devices use separate power busses. These +3 V busses are brought out to separate pins and should be tied together as close to the supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

GROUND INPUTS (V_{SSA} , V_{SSD})

The ISD4004 series utilizes separate analog and digital ground busses. The analog ground (V_{SSA}) pins should be tied together as close to the package as possible and connected through a low-impedance path to power supply ground. The digital ground (V_{SSD}) pin should be connected through a separate low-impedance path to power supply ground. These ground paths should be large enough to ensure that the impedance between the V_{SSA} pins and the V_{SSD} pin is less than 3 Ω . The backside of the die is connected to V_{SS} through the substrate resistance. In a chip-on-board design, the die attach area must be connected to V_{SS} or left floating.

Figure 1: ISD4004 Series TSOP and PDIP/SOIC Pinouts

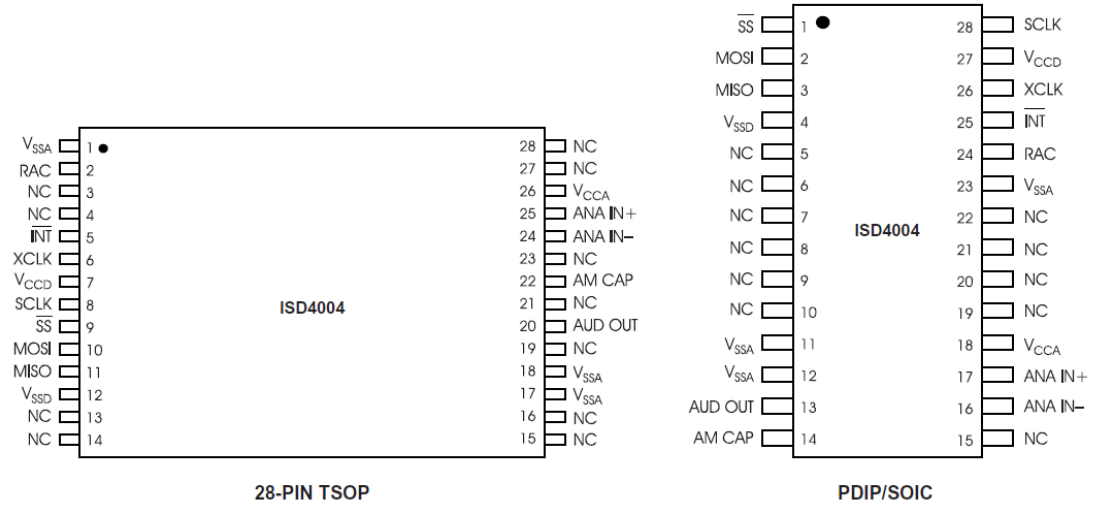
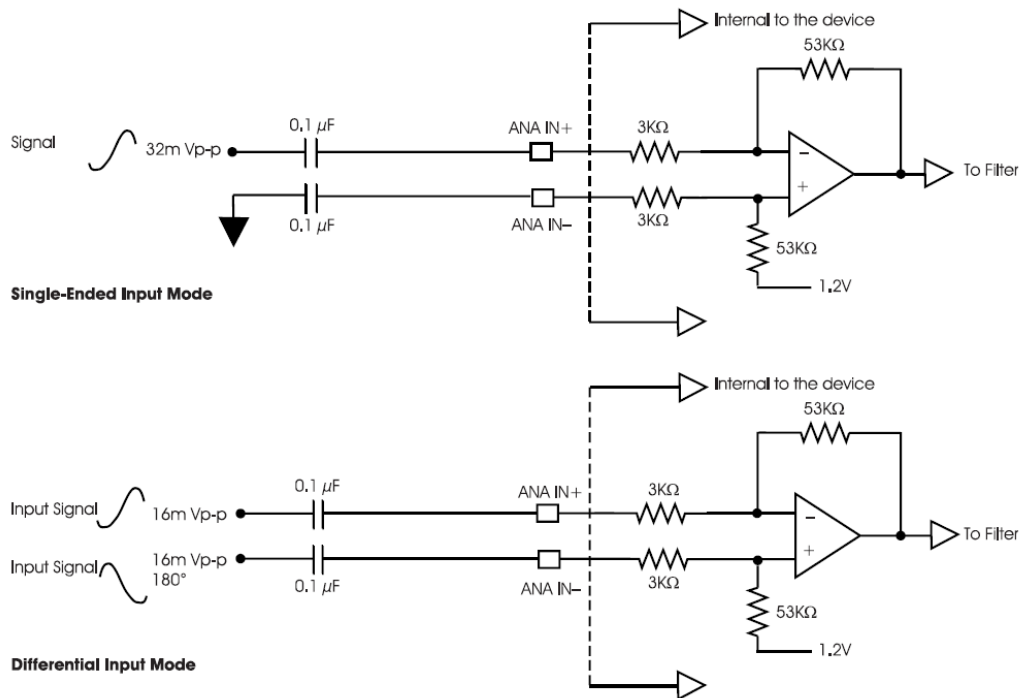


Figure 2: ISD4004 Series ANA IN Modes



NON-INVERTING ANALOG INPUT (ANA IN+)

This pin is the non-inverting analog input that transfers the signal to the device for recording. The analog input amplifier can be driven single ended or differentially. In the single-ended input mode, a 32 mVp-p (peak-to-peak) maximum signal should be capacitively connected to this pin for optimal signal quality. This capacitor value, together with the 3 K Ω input impedance of ANA IN+, is selected to give cutoff at the low frequency end of the voice passband. In the differential-input mode, the maximum input signal at ANA IN+ should be 16 mVp-p for optimal signal quality. The circuit connections for the two modes are shown in Figure 2 on page 2.

INVERTING ANALOG INPUT (ANA IN-)

This pin is the inverting analog input that transfers the signal to the device for recording in the differential-input mode. In this differential-input mode, a 16 mVp-p maximum input signal at ANA IN- should be capacitively coupled to this pin for optimal signal quality as shown in the ISD4004 Series ANA IN Modes, Figure 2. This capacitor value should be equal to the coupling capacitor used on the ANA IN+ pin. The input impedance at ANA IN- is nominally 56 K Ω . In the single-ended mode, ANA IN- should be capacitively coupled to V_{SSA} through a capacitor equal to that used on the ANA IN+ input.

AUDIO OUTPUT (AUD OUT)

This pin provides the audio output to the user. It is capable of driving a 5 K Ω impedance. It is recommended that this pin be AC coupled.

NOTE *The AUDOUT pin is always at 1.2 volts when the device is powered up. When in playback, the output buffer connected to this pin can drive a load as small as 5 K Ω . When in record, a resistor connects AUD-OUT to the internal 1.2 volt analog ground supply. This resistor is approximately 850 K Ω , but will vary somewhat according to the sample rate of the device. This relatively high impedance allows this pin to be connected to an audio bus without loading it down.*

SLAVE SELECT (SS)

This input, when LOW, will select the ISD4004 device.

MASTER OUT SLAVE IN (MOSI)

This is the serial input to the ISD4004 device. The master microcontroller places data on the MOSI line one half-cycle before the rising clock edge to be clocked in by the ISD4004 device.

MASTER IN SLAVE OUT (MISO)

This is the serial output of the ISD4004 device. This output goes into a high-impedance state if the device is not selected.

SERIAL CLOCK (SCLK)

This is the clock input to the ISD4004. It is generated by the master device (microcontroller) and is used to synchronize data transfers in and out of the device through the MISO and MOSI lines. Data is latched into the ISD4004 on the rising edge of SCLK and shifted out of the device on the falling edge of SCLK.

INTERRUPT (INT)

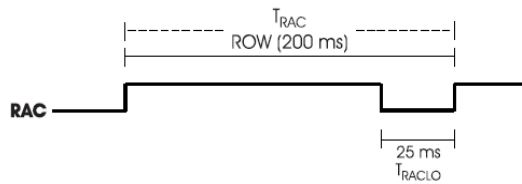
The ISD4004 interrupt pin goes LOW and stays LOW when an Overflow (OVF) or End of Message (EOM) marker is detected. This is an open drain output pin. Each operation that ends in an EOM or Overflow will generate an interrupt including the message cueing cycles. The interrupt will be cleared the next time an SPI cycle is initiated. The interrupt status can be read by an RINT instruction.

Overflow Flag (OVF)—The Overflow flag indicates that the end of the ISD4004's analog memory has been reached during a record or playback operation.

End of Message (EOM)—The End-of-Message flag is set only during playback operation when an EOM is found. There are eight EOM flag position options per row.

ROW ADDRESS CLOCK (RAC)

This is an open drain output pin that provides a signal with a 200 ms period at the 8 KHz sampling frequency. (This represents a single row of memory and there are 2400 rows of memory in the ISD4004 series devices.) This signal stays HIGH for 175 ms and stays LOW for 25 ms when it reaches the end of a row.



The RAC pin stays HIGH for 109.38 μ sec and stays LOW for 15.63 μ sec in Message Cueing mode (see page 5 for a more detailed description of Message Cueing). Refer to the AC Parameters table for RAC timing information on other sample rate products.

When a record command is first initiated, the RAC pin remains HIGH for an extra T_{RACLO} period. This is due to the need to load sample and hold circuits internal to the device. This pin can be used for message management techniques.

EXTERNAL CLOCK INPUT (XCLK)

The external clock input for the ISD4004 products has an internal pull-down device. These products are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to ± 1 percent of specification. The frequency is then maintained to a variation over the entire commercial temperature and operating voltage ranges as defined by the minimum/maximum limits in the applicable AC Parameters table. The internal clock has a tolerance, over the extended temperature, industrial temperature and voltage ranges as defined by the minimum/maximum limits in the applicable AC Parameters table. A regulated power supply is recommended for industrial temperature range parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin in Table 1.

Table 1: External Clock Input Clocking Table

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD4004-08M	8.0 KHz	1024 KHz
ISD4004-10M	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD4004-12M	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD4004-16M	4.0 KHz	512 KHz

These recommended clock rates should not be varied because the antialiasing and smoothing filters are fixed. Thus, aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two internally. *If the XCLK is not used, this input should be connected to ground.*

AUTOMUTE™ FEATURE (AM CAP)

This pin is used in controlling the AutoMute feature. The AutoMute feature attenuates the signal when it drops below an internally set threshold. This helps to eliminate noise (with 6 dB of attenuation) when there is no signal (i.e., during periods of silence). A 1 μ F capacitor to ground should be connected to the AM CAP pin. This capacitor becomes a part of an internal peak detector which senses the signal amplitude (peak). This peak level is compared to an internally set threshold to determine the AutoMute trip point. For large signals the AutoMute attenuation is set to 0 dB while 6 dB of attenuation occurs for silence. The 1 μ F capacitor also affects the rate at which the AutoMute feature changes with the signal amplitude (or the attack time). The Automute feature can be disabled by connecting the AM CAP pin to V_{CCA} .

SERIAL PERIPHERAL INTERFACE (SPI) DESCRIPTION

The ISD4004 series operates from an SPI serial interface. The SPI interface operates with the following protocol.

The data transfer protocol assumes that the microcontroller's SPI shift registers are clocked on the falling edge of the SCLK. With the ISD4004, data is clocked in on the MOSI pin on the rising clock edge. Data is clocked out on the MISO pin on the falling clock edge.

1. All serial data transfers begin with the falling edge of \overline{SS} pin.
2. \overline{SS} is held LOW during all serial communications and held HIGH between instructions.
3. Data is clocked in on the rising clock edge and data is clocked out on the falling clock edge.
4. Play and Record operations are initiated by enabling the device by asserting the \overline{SS} pin LOW, shifting in an opcode and an address field to the ISD4004 device (refer to the Opcode Summary on the page 6).
5. The opcodes and address fields are as follows: <8 control bits> and <16 address bits>.
6. Each operation that ends in an EOM or Overflow will generate an interrupt, including the Message Cueing cycles. The Interrupt will be cleared the next time an SPI cycle is initiated.
7. As Interrupt data is shifted out of the ISD4004 MISO pin, control and address data is simultaneously being shifted into the MOSI pin. Care should be taken such that the data shifted in is compatible with current system operation. It is possible to

read interrupt data and start a new operation within the same SPI cycle.

8. An operation begins with the RUN bit set and ends with the RUN bit reset.
9. All operations begin with the rising edge of \overline{SS} .

MESSAGE CUEING

Message cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical location of the message. This operation is used during playback. In this mode, the messages are skipped 1600 times faster than in normal playback mode. It will stop when an EOM marker is reached. Then, the internal address counter will point to the next message.

Table 2: Opcode Summary

Instruction	Opcode <8 bits> Address <16 bits>	Operational Summary
POWERUP	00100XXX	Power-Up: Device will be ready for an operation after T_{PUD} .
SETPLAY	11100XXX <A15-A0>	Initiates Playback from address <A15-A0>.
PLAY	11110XXX	Playback from the current address (until EOM or OVF).
SETREC	10100XXX <A15-A0>	Initiates a Record operation from address <A15-A0>.
REC	10110XXX	Records from current address until OVF is reached.
SETMC	11101XXX <A15-A0>	Initiates Message Cueing (MC) from address <A15-A0>.
MC ¹	11111XXX	Performs a Message Cue. Proceeds to the end of the current message (EOM) or enters OVF condition if no more messages are present.
STOP	0X110XXX	Stops current operation.
STOPWRDN	0X01XXXX	Stops current Operation and enters stand-by (power-down) mode.
RINT ²	0X110XXX	Read Interrupt status bits: Overflow and EOM.

1. Message Cueing can be selected only at the beginning of a play operation.

2. As the Interrupt data is shifted out of the ISD4004, control and address data is being shifted in. Care should be taken such that the data shifted in is compatible with current system operation. It is possible to read interrupt data and start a new operation at the same time. See Figure 5 through Figure 8 for Opcode format.

POWER-UP SEQUENCE

The ISD4004 will be ready for an operation after T_{PUD} (25 ms approximately for 8 KHz sample rate). The user needs to wait T_{PUD} before issuing an operational command. For example, to play from address 00 the following programming cycle should be used.

Playback Mode

1. Send POWERUP command.
2. Wait T_{PUD} (power-up delay).
3. Send SETPLAY command with address 00.
4. Send PLAY command.

The device will start playback at address 00 and it will generate an interrupt when an EOM is reached. It will then stop playback.

Record Mode

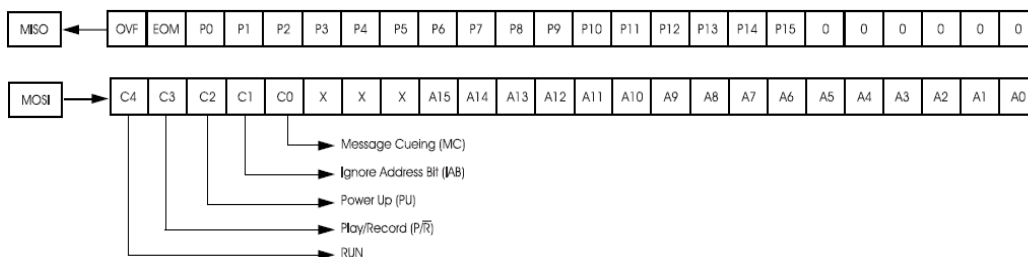
1. Send POWERUP command.
2. Wait T_{PUD} (power-up delay).
3. Send POWERUP command.
4. Send SETREC command with address 00.
5. Send REC command.

The device will start recording at address 00 and it will generate an interrupt when an overflow is reached (end of memory array). It will then stop recording.

SPI PORT

The following diagram describes the SPI port and the control bits associated with it.

Figure 3: SPI Port



SPI CONTROL REGISTER

The SPI control register provides control of individual device functions such as Play, Record, Message Cueing, Power-Up and Power-Down, Start and Stop operations, and Ignore Address pointers.

Table 3: SPI Control Register

Control Register	Bit	Device Function	Control Register	Bit	Device Function
RUN	= 1	Enable or Disable an operation	PU	= 1	Master power control
	= 0	Start Stop		= 0	Power-Up Power-Down
P/ \bar{R}	= 1	Selects Play or Record operation	IAB	= 1	Ignore address control bit
	= 0	Play Record		= 0	Ignore input address register (A15–A0) Use the input address register contents for an operation (A15–A0)
MC	= 1	Enable or Disable Message Cueing	P15–P0		Output of the row pointer register
	= 0	Enable Message Cueing Disable Message Cueing	A15–A0		Input address register

Figure 4: SPI Interface Simplified Block Diagram

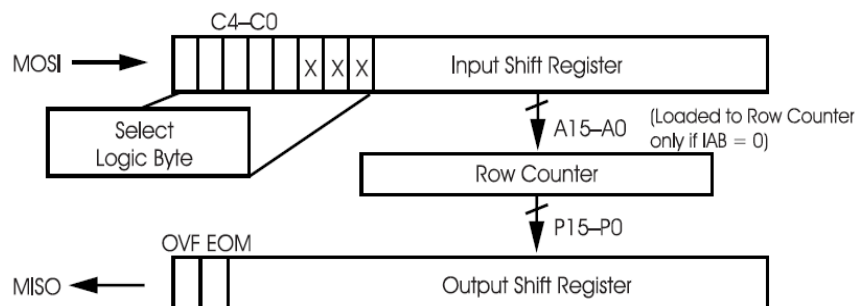


Table 4: Absolute Maximum Ratings (Packaged Parts)⁽¹⁾

Condition	Value
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage applied to any pin	(V _{SS} - 0.3 V) to (V _{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to MOSI, SCLK, $\overline{\text{INT}}$, RAC and $\overline{\text{SS}}$ pins (input current limited to $\pm 20\text{mA}$)	(V _{SS} - 1.0 V) to 5.5V
Lead temperature (soldering - 10 seconds)	300°C
V _{CC} - V _{SS}	-0.3 V to +7.0 V

1. Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.

Table 5: Operating Conditions (Packaged Parts)

Condition	Value
Commercial operating temperature range ⁽¹⁾	0°C to +70°C
Extended operating temperature ⁽¹⁾	-20°C to +70°C
Industrial operating temperature ⁽¹⁾	-40°C to +85°C
Supply voltage (V _{CC}) ⁽²⁾	+2.7 V to +3.3 V
Ground voltage (V _{SS}) ⁽³⁾	0 V

1. Case temperature.

2. V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}.

3. V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}.

Table 6: DC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
V _{IL}	Input Low Voltage			V _{CC} x 0.2	V	
V _{IH}	Input High Voltage	V _{CC} x 0.8			V	
V _{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 10 μA
V _{OL1}	RAC, $\overline{\text{INT}}$ Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 1 mA
V _{OH}	Output High Voltage	V _{CC} - 0.4			V	I _{OH} = -10 μA
I _{CC}	V _{CC} Current (Operating) — Playback — Record		15 25	30 40	mA	R _{EXT} = ∞ ⁽³⁾ R _{EXT} = ∞ ⁽³⁾
I _{SB}	V _{CC} Current (Standby)		1	10	μA	⁽³⁾ ⁽⁴⁾
I _{IL}	Input Leakage Current			±1	μA	
I _{HZ}	MISO Tristate Current		1	10	μA	
R _{EXT}	Output Load Impedance	5			KΩ	
R _{ANA IN+}	ANA IN+ Input Resistance	2.2	3.0	3.8	KΩ	
R _{ANA IN-}	ANA IN- Input Resistance	40	56	71	KΩ	
A _{ARP}	ANA IN+ or ANA IN- to AUD OUT Gain		25		dB	⁽⁵⁾

1. Typical values: T_A = 25°C and 3.0 V.
2. All min/max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.
3. V_{CCA} and V_{CCD} connected together.
4. SS = V_{CCA} = V_{CCD}, XCLK = MOSI = V_{SSA} = V_{SSD} and all other pins floating.
5. Measured with AutoMute feature disabled.

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
F _S	Sampling Frequency	ISD4004-08M	8.0		KHz	⁽⁵⁾
		ISD4004-10M	6.4		KHz	⁽⁵⁾
		ISD4004-12M	5.3		KHz	⁽⁵⁾
		ISD4004-16M	4.0		KHz	⁽⁵⁾
F _{CF}	Filter Pass Band	ISD4004-08M	3.4		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
		ISD4004-10M	2.7		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
		ISD4004-12M	2.3		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
		ISD4004-16M	1.7		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
T _{REC}	Record Duration	ISD4004-08M	8		min	⁽⁶⁾
		ISD4004-10M	10		min	⁽⁶⁾
		ISD4004-12M	12		min	⁽⁶⁾
		ISD4004-16M	16		min	⁽⁶⁾

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
T _{PLAY}	Playback Duration	ISD4004-08M	8		min	(6)
		ISD4004-10M	10		min	(6)
		ISD4004-12M	12		min	(6)
		ISD4004-16M	16		min	(6)
T _{PUD}	Power-Up Delay	ISD4004-08M	25		msec	
		ISD4004-10M	31.25		msec	
		ISD4004-12M	37.5		msec	
		ISD4004-16M	50		msec	
T _{STOP} OR T _{PAUSE}	Stop or Pause in Record or Play	ISD4004-08M	50		msec	
		ISD4004-10M	62.5		msec	
		ISD4004-12M	75		msec	
		ISD4004-16M	100		msec	
T _{RAC}	RAC Clock Period	ISD4004-08M	200		msec	(10)
		ISD4004-10M	250		msec	(10)
		ISD4004-12M	300		msec	(10)
		ISD4004-16M	400		msec	(10)
T _{RACLO}	RAC Clock Low Time	ISD4004-08M	25		msec	
		ISD4004-10M	31.25		msec	
		ISD4004-12M	37.5		msec	
		ISD4004-16M	50		msec	
T _{RACM}	RAC Clock Period in Message Cueing Mode	ISD4004-08M	125		μsec	
		ISD4004-10M	156.3		μsec	
		ISD4004-12M	187.5		μsec	
		ISD4004-16M	250		μsec	
T _{RACML}	RAC Clock Low Time in Message Cueing Mode	ISD4004-08M	15.63		μsec	
		ISD4004-10M	19.53		μsec	
		ISD4004-12M	23.44		μsec	
		ISD4004-16M	31.25		μsec	
THD	Total Harmonic Distortion		1	2	%	@ 1 KHz
V _{IN}	ANA IN Input Voltage			32	mV	Peak-to-Peak ⁽⁴⁾ (8) (9)

1. Typical values: $T_A = 25^\circ\text{C}$ and 3.0 V.
2. All min/max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.
3. Low-frequency cut off depends upon the value of external capacitors (see Pin Descriptions).
4. Single-ended input mode. In the differential input mode, V_{IN} maximum for ANA IN+ and ANA IN- is 16mVp-p.
5. Sampling Frequency can vary as much as ± 2.25 percent over the commercial temperature, and voltage ranges, and $-6/+4$ percent over the extended temperature, industrial temperature and voltage ranges. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).
6. Playback and Record Duration can vary as much as ± 2.25 percent over the commercial temperature and voltage ranges, and $-6/+4$ percent over the extended temperature, industrial temperature and voltage ranges. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).
7. Filter specification applies to the antialiasing filter and the smoothing filter. Therefore, from input to output, expect a 6dB drop by nature of passing through both filters.
8. The typical output voltage will be approximately 570mVp-p with V_{IN} at 32mVp-p.
9. For optimal signal quality, this maximum limit is recommended.
10. When a record command is sent, $T_{RAC} = T_{RAC} + T_{RACLO}$ on the first row addressed.

HC Serial Bluetooth Products

User Instructional Manual

1 Introduction

HC serial Bluetooth products consist of Bluetooth serial interface module and Bluetooth adapter, such as:

(1) Bluetooth serial interface module:

Industrial level: HC-03, HC-04(HC-04-M, HC-04-S)

Civil level: HC-05, HC-06(HC-06-M, HC-06-S)

HC-05-D, HC-06-D (with baseboard, for test and evaluation)

(2) Bluetooth adapter:

HC-M4

HC-M6

This document mainly introduces Bluetooth serial module. Bluetooth serial module is used for converting serial port to Bluetooth. These modules have two modes: master and slaver device. The device named after even number is defined to be master or slaver when out of factory and can't be changed to the other mode. But for the device named after odd number, users can set the work mode (master or slaver) of the device by AT commands.

HC-04 specifically includes:

Master device: HC-04-M, M=master

Slave device: HC-04-S, S=slaver

The default situation of HC-04 is slave mode. If you need master mode, please state it clearly or place an order for HC-04-M directly. The naming rule of HC-06 is same.

When HC-03 and HC-05 are out of factory, one part of parameters are set for activating the device. The work mode is not set, since user can set the mode of HC-03, HC-05 as they want.

The main function of Bluetooth serial module is replacing the serial port line, such as:

1. There are two MCUs want to communicate with each other. One connects to Bluetooth master device while the other one connects to slave device. Their connection can be built once the pair is made. This Bluetooth connection is equivalently liked to a serial port line connection including RXD, TXD

signals. And they can use the Bluetooth serial module to communicate with each other.

2. When MCU has Bluetooth slave module, it can communicate with Bluetooth adapter of computers and smart phones. Then there is a virtual communicable serial port line between MCU and computer or smart phone.

3. The Bluetooth devices in the market mostly are slave devices, such as Bluetooth printer, Bluetooth GPS. So, we can use master module to make pair and communicate with them.

Bluetooth Serial module's operation doesn't need drive, and can communicate with the other Bluetooth device who has the serial. But communication between two Bluetooth modules requires at least two conditions:

(1) The communication must be between master and slave.

(2) The password must be correct.

However, the two conditions are not sufficient conditions. There are also some other conditions basing on different device model. Detailed information is provided in the following chapters.

In the following chapters, we will repeatedly refer to Linvor's (Formerly known as Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd.) material and photos.

2 Selection of the Module

The Bluetooth serial module named even number is compatible with each other; The slave module is also compatible with each other. In other word, the function of HC-04 and HC-06, HC-03 and HC-05 are mutually compatible with each other. HC-04 and HC-06 are former version that user can't reset the work mode (master or slave). And only a few AT commands and functions can be used, like reset the name of Bluetooth (only the slaver), reset the password, reset the baud rate and check the version number. The command set of HC-03 and HC-05 are more flexible than HC-04 and HC-06's. Generally, the Bluetooth of HC-03/HC-05 is recommended for the user.

Here are the main factory parameters of HC-05 and HC-06. Pay attention to the differences:

HC-05	HC-06
Master and slave mode can be switched	Master and slave mode can't be switched
Bluetooth name: HC-05	Bluetooth name: linvor
Password:1234	Password:1234

<p>Master role: have no function to remember the last paired slave device. It can be made paired to any slave device. In other words, just set AT+CMODE=1 when out of factory. If you want HC-05 to remember the last paired slave device address like HC-06, you can set AT+CMODE=0 after paired with the other device. Please refer the command set of HC-05 for the details.</p>	<p>Master role: have paired memory to remember last slave device and only make pair with that device unless KEY (PIN26) is triggered by high level. The default connected PIN26 is low level.</p>
<p>Pairing: The master device can not only make pair with the specified Bluetooth address, like cell-phone, computer adapter, slave device, but also can search and make pair with the slave device automatically.</p> <p>Typical method: On some specific conditions, master device and slave device can make pair with each other automatically. (This is the default method.)</p>	<p>Pairing: Master device search and make pair with the slave device automatically.</p> <p>Typical method: On some specific conditions, master and slave device can make pair with each other automatically.</p>
<p>Multi-device communication: There is only point to point communication for modules, but the adapter can communicate with multi-modules.</p>	<p>Multi-device communication: There is only point to point communication for modules, but the adapter can communicate with multi-modules.</p>
<p>AT Mode 1: After power on, it can enter the AT mode by triggering PIN34 with high level. Then the baud rate for setting AT command is equal to the baud rate in communication, for example: 9600.</p> <p>AT mode 2: First set the PIN34 as high level, or while on powering the module set the PIN34 to be high level, the Baud rate used here is 38400 bps.</p> <p>Notice: All AT commands can be operated only</p>	<p>AT Mode: Before paired, it is at the AT mode. After paired it's at transparent communication.</p>

<p>when the PIN34 is at high level. Only part of the AT commands can be used if PIN34 doesn't keep the high level after entering to the AT mode. Through this kind of designing, set permissions for the module is left to the user's external control circuit, that makes the application of HC-05 is very flexible.</p>	
<p>During the process of communication, the module can enter to AT mode by setting PIN34 to be high level. By releasing PIN34, the module can go back to communication mode in which user can inquire some information dynamically. For example, to inquire the pairing is finished or not.</p>	<p>During the communication mode, the module can't enter to the AT mode.</p>
<p>Default communication baud rate: 9600, 4800-1.3M are settable.</p>	<p>Default communication baud rate: 9600, 1200-1.3M are settable.</p>
<p>KEY: PIN34, for entering to the AT mode.</p>	<p>KEY: PIN26, for master abandons memory.</p>
<p>LED1: PIN31, indicator of Bluetooth mode. Slow flicker (1Hz) represents entering to the AT mode2, while fast flicker(2Hz) represents entering to the AT mode1 or during the communication pairing. Double flicker per second represents pairing is finished, the module is communicable.</p> <p>LED2: PIN32, before pairing is at low level, after the pairing is at high level.</p> <p>The using method of master and slaver's indicator is the same.</p> <p>Notice: The PIN of LED1 and LED2 are connected with LED+.</p>	<p>LED: The flicker frequency of slave device is 102ms. If master device already has the memory of slave device, the flicker frequency during the pairing is 110ms/s. If not, or master has emptied the memory, then the flicker frequency is 750m/s. After pairing, no matter it's a master or slave device, the LED PIN is at high level.</p> <p>Notice: The LED PIN connects to LED+ PIN.</p>
<p>Consumption: During the pairing, the current is</p>	<p>Consumption: During the pairing, the current is</p>

fluctuant in the range of 30-40mA. The mean current is about 25mA. After paring, no matter processing communication or not, the current is 8mA. There is no sleep mode. This parameter is same for all the Bluetooth modules.	fluctuant in the range of 30-40 m. The mean current is about 25mA. After paring, no matter processing communication or not, the current is 8mA. There is no sleep mode. This parameter is same for all the Bluetooth modules.
Reset: PIN11, active if it's input low level. It can be suspended in using.	Reset: PIN11, active if it's input low level. It can be suspended in using.
Level: Civil	Level: Civil

The table above that includes main parameters of two serial modules is a reference for user selection.

HC-03/HC-05 serial product is recommended.

3. Information of Package

The PIN definitions of HC-03, HC-04, HC-05 and HC-06 are kind of different, but the package size is the same: 28mm * 15mm * 2.35mm.

The following figure 1 is a picture of HC-06 and its main PINs. Figure 2 is a picture of HC-05 and its main PINs. Figure 3 is a comparative picture with one coin. Figure 4 is their package size information. When user designs the circuit, you can visit the website of Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd. (www.wavesen.com) to download the package library of protle version.

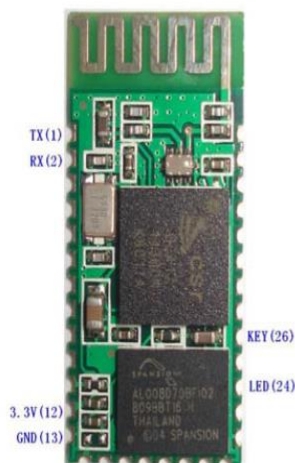


Figure 1 HC-06

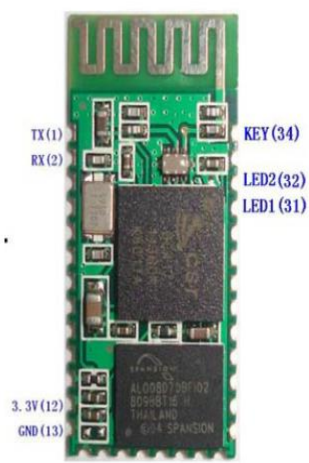


Figure 2 HC-05

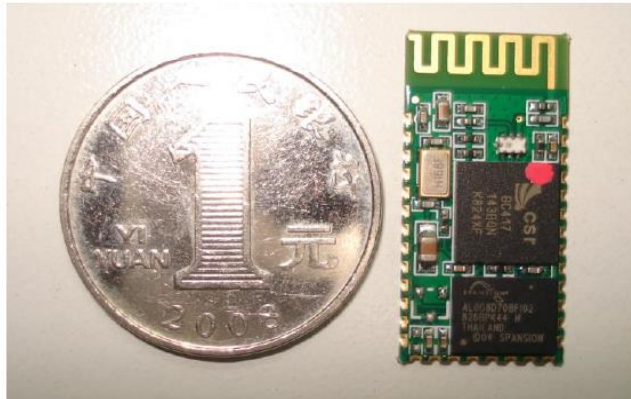


Figure 3 Comparative picture with one coin

LINVOR BLUE T
www.linvor.com

LV-BC-2.0

单位：mm

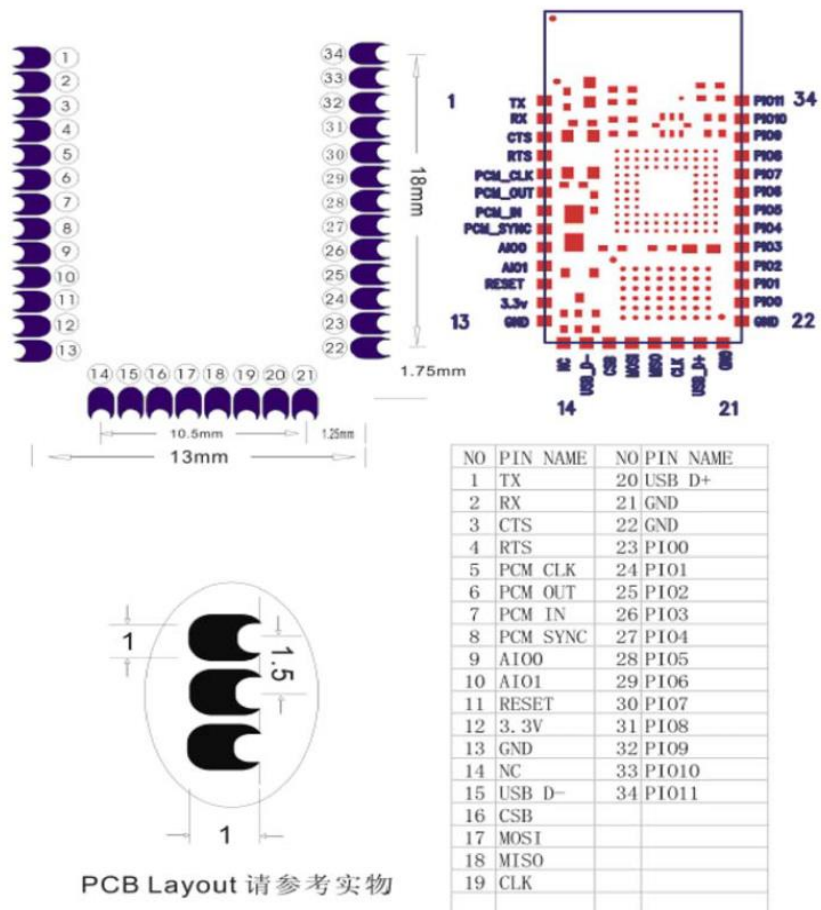


Figure 4 Package size information

4. The Using and Testing Method of HC-06 for the First Time

This chapter will introduce the using method of HC-06 in detail. User can test the mod according to this chapter when he or she uses the module at the first time.

PINs description:

PIN1	UART_TXD , TTL/CMOS level, UART Data output
PIN2	UART_RXD, TTL/COMS level, s UART Data input
PIN11	RESET, the reset PIN of module, inputting low level can reset the module, when the module is in using, this PIN can connect to air.
PIN12	VCC, voltage supply for logic, the standard voltage is 3.3V, and can work at 3.0-4.2V
PIN13	GND
PIN22	GND
PIN24	LED, working mode indicator Slave device: Before paired, this PIN outputs the period of 102ms square wave. After paired, this PIN outputs high level. Master device: On the condition of having no memory of pairing with a slave device, this PIN outputs the period of 110ms square wave. On the condition of having the memory of pairing with a slave device, this PIN outputs the period of 750ms square wave. After paired, this PIN outputs high level.
PIN26	For master device, this PIN is used for emptying information about pairing. After emptying, master device will search slaver randomly, then remember the address of the new got slave device. In the next power on, master device will only search this address.

(1) The circuit 1 (connect the module to 3.3V serial port of MCU) is showed by figure 5.

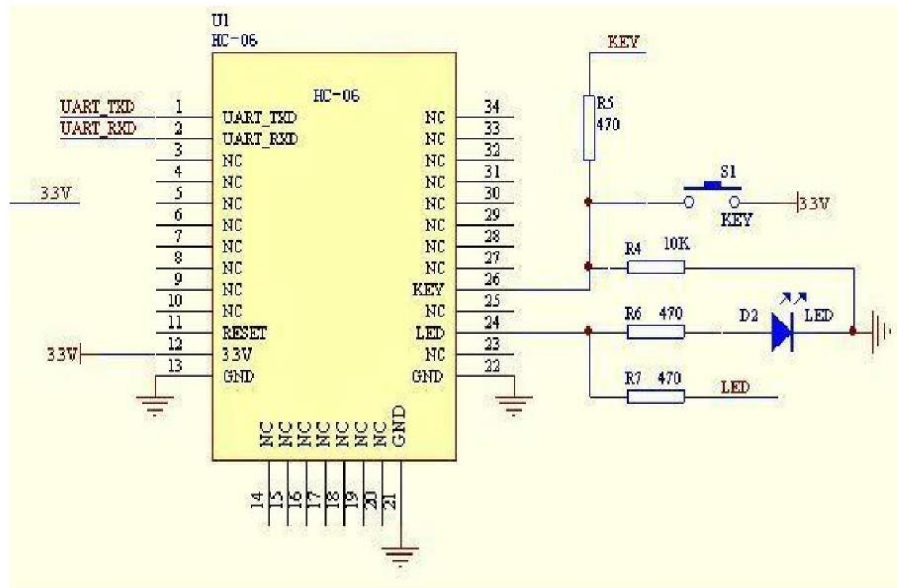


Figure 5 The circuit 1

In principle, HC-06 can work when UART_TXD, UART_RXD, VCC and GND are connected. However, for better testing results, connecting LED and KEY are recommended (when testing the master).

Where, the 3.3V TXD of MCU connects to HC-06's UART_RXD, the 3.3V RXD of MCU connects to HC-06's UART_TXD, and 3.3V power and GND should be connected. Then the minimum system is finished.

Note that, the PIN2:UART_RXD of Bluetooth module has no pull-up resistor. If the MCU TXD doesn't have pull-up function, then user should add a pull-up resistor to the UART_RXD. It may be easy to be ignored.

If there are two MCU which connect to master and slave device respectively, then before paired(LED will flicker) user can send AT commands by serial port when the system is power on. Please refer to HC-04 and HC-06's data sheet for detailed commands. In the last chapter, the command set will be introduced. Please pay attention to that the command of HC-04/HC-06 doesn't have terminator. For example, consider the call command, sending out AT is already enough, need not add the CRLF (carriage return line feed).

If the LED is constant lighting, it indicates the pairing is finished. The two MCUs can communicate with each other by serial port. User can think there is a serial port line between two MCUs.

(2) The circuit 2 (connect the module to 5V serial port of MCU) is showed by figure 6.

Figure 6 is the block diagram of Bluetooth baseboard. This kind of circuit can amplify Bluetooth module's operating voltage to 3.1-6.5V. In this diagram, the J1 port can not only be connected with MCU system of 3.3V and 5V, but also can be connected with computer serial port.

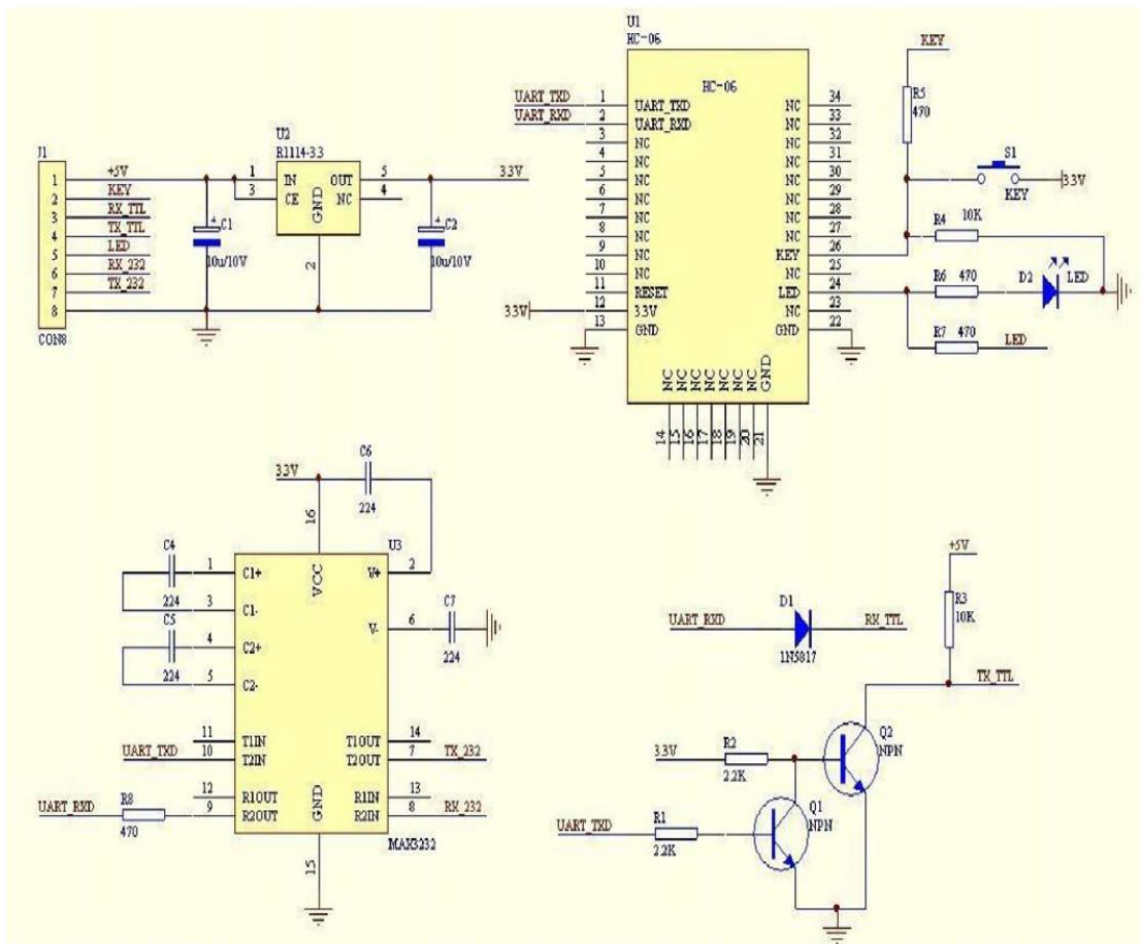


Figure 6 The circuit 2

(3) AT command test

Before paired, the mode of HC-04 and HC-06 are AT mode.

On the condition of 9600N81, OK will be received when user send the two letters AT. Please refer to the last chapter of datasheet for other commands of HC-06. Please pay attention to that sending out AT is already enough, need not add the CRLF (carriage return line feed).

The command set of Version V1.4 doesn't include parity. The version V1.5 and its later version have parity function. Moreover, there are three more commands of V1.5 than V1.4. They are:

No parity (default) AT+PN

Odd parity AT+PO

Even parity AT+PE

Do not let the sending frequency of AT command of HC-06 exceed 1Hz, because the command of HC-06 end or not is determined by the time interval.

(4) Pairing with adapter

User can refer to the download center of the company's website for "The Introduction of IVT" that introduces the Bluetooth module makes pair with computer adapter. That document taking HC-06-D for example introduces how the serial module makes pair with the adapter. That method is like to make pair with cell-phone. But the difference is that cell-phone need a third-party communication software to help. It's liked the kind of PC serial helper of and the hyper terminal. A software named "PDA serial helper" provided by our company is suitable for WM system. It has been proven that this serial module is supported by many smart phone systems' Bluetooth, such as, sybian, android, windows mobile and etc.

(5) Pairing introduction

HC-06 master device has no memory before the first use. If the password is correct, the mater device will make pair with the slave device automatically in the first use. In the following use, the master device will remember the Bluetooth address of the last paired device and search it. The searching won't stop until the device is found. If master device's PIN26 is input high level, the device will lose the memory. In that occasion, it'll search the proper slave device like the first use. Based on this function, the master device can be set to make pair with the specified address or any address by user.

(6) Reset new password introduction

User can set a new password for the HC-06 through AT+PIN:xxxx command. But the new password will become active after discharged all the energy of the module. If the module still has any energy, the old one is still active. In the test, for discharging all the system energy and activating the new password, we can connect the power supply PIN with GND about 20 seconds after the power is cut off. Generally, shutting down the device for 30 minutes also can discharge the energy, if there is no peripheral circuit helps discharge energy. User should make the proper way according to the specific situation.

(7) Name introduction

If the device has no name, it's better that user doesn't try to change the master device name. The name should be limited in 20 characters.

Summary: The character of HC-06: 1 not many command 2 easy for application 3 low price. It's good for some specific application. HC-04 is very similar with HC-06. Their only one difference is HC-04 is for industry, HC-06 is for civil. Except this, they don't have difference.

The following reference about HC-04 and HC-06 can be downloaded from company website www.wavesen.com:

HC-06 datasheet .pdf	(the command set introduction is included)
HC-04 datasheet .pdf	(the command set introduction is included)
IVT BlueSoleil-2.6	(IVT Bluetooth drive test version)
Bluetooth FAQ.pdf	
HC-04-D(HD-06-D)datasheet(English).pdf	
HC-06-AT command software (test version)	(some commands in V1.5 is not supported by V1.4)
PCB package of Bluetooth key modules	(PCB package lib in protel)
IVT software manual.pdf	(introduce how to operate the modern and make pair with Bluetooth module)
PDA serial test helper.exe	(serial helper used for WM system)

5 manual for the first use of HC-05

This chapter will introduce how to test and use the HC-05 if it's the first time for user to operate it.

(1) PINs description

PIN1	UART_TXD, Bluetooth serial signal sending PIN, can connect with MCU's RXD PIN
PIN2	UART_RXD, Bluetooth serial signal receiving PIN, can connect with the MCU's TXD PIN, there is no pull-up resistor in this PIN. But It needs to be added an eternal pull-up resistor.
PIN11	RESET, the reset PIN of module, inputting low level can reset the module, when the module is in using, this PIN can connect to air.
PIN12	VCC, voltage supply for logic, the standard voltage is 3.3V, and can work at 3.0-4.2V
PIN13	GND

PIN31	<p>LED1, indicator of work mode. Has 3 modes:</p> <p>When the module is supplied power and PIN34 is input high level, PIN31 output 1Hz square wave to make the LED flicker slowly. It indicates that the module is at the AT mode, and the baud rate is 38400;</p> <p>When the module is supplied power and PIN34 is input low level, PIN31 output 2Hz square wave to make the LED flicker quickly. It indicates the module is at the pairable mode. If PIN34 is input high level, then the module will enter to AT mode, but the output of PIN31 is still 2Hz square wave.</p> <p>After the pairing, PIN31 output 2Hz square wave.</p> <p>Note: if PIN34 keep high level, all the commands in the AT command set can be in application. Otherwise, if just excite PIN34 with high level but not keep, only some command can be used. More information has provided at chapter 2.</p>
PIN32	<p>Output terminal. Before paired, it output low level. Once the pair is finished, it output high level.</p>
PIN34	<p>Mode switch input. If it is input low level, the module is at paired or communication mode. If it's input high level, the module will enter to AT mode. Even though the module is at communication, the module can enter to the AT mode if PIN34 is input high level. Then it will go back to the communication mode if PIN34 is input low level again.</p>

(2) Application circuit 1 (connect to the 3.3V system)

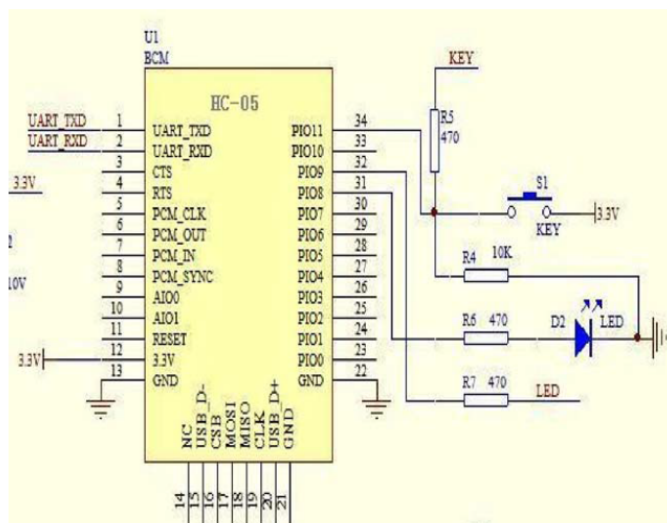


Figure 7 Application 1

(3) Application circuit 2 (connect to 5V serial system or PC serial)

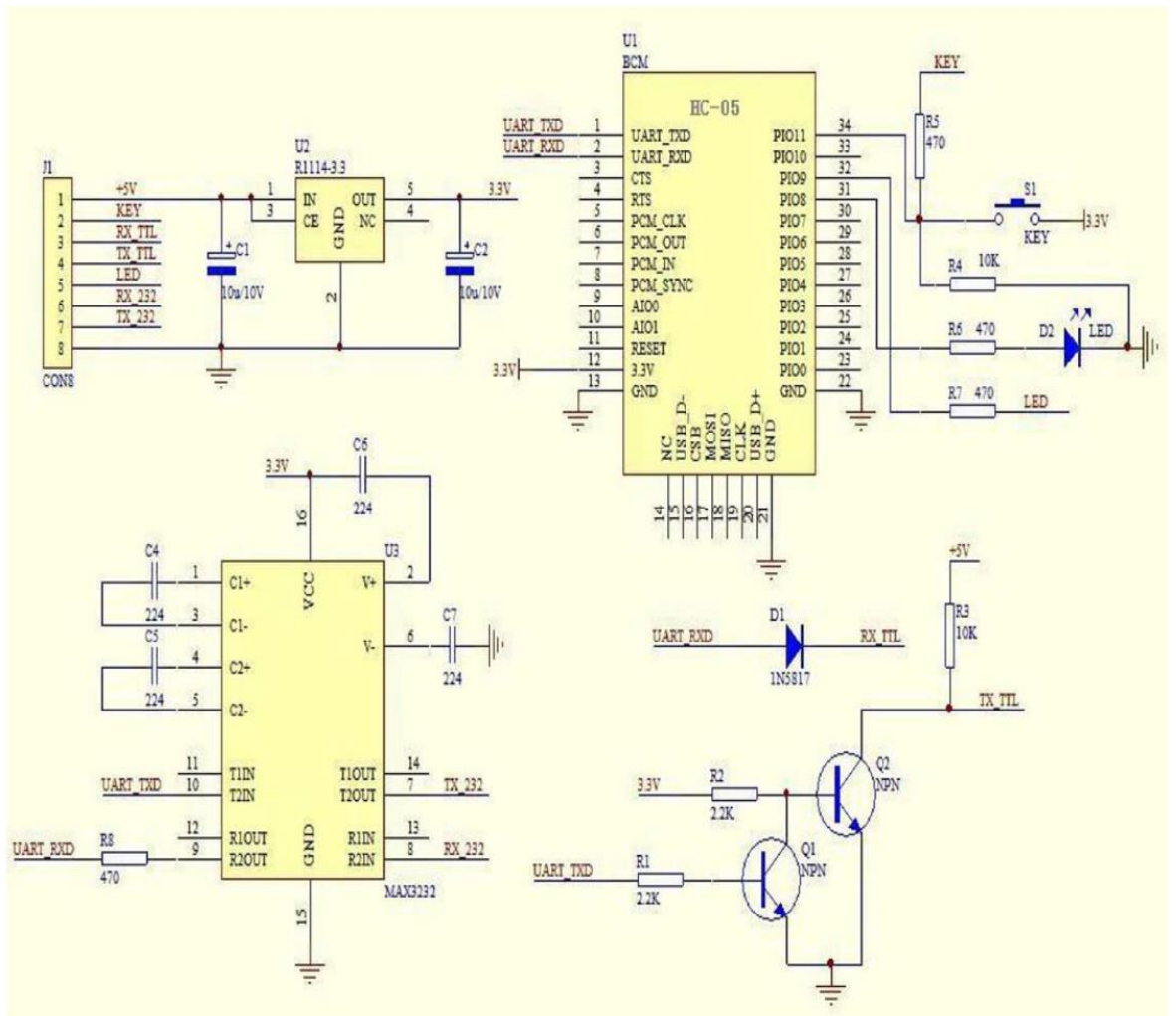


Figure 8 Application circuit 2

(4) AT command test

This chapter introduces some common commands in use. The detail introduction about HC-0305 command is in HC-0305 AT command set.

Enter to AT mode:

Way1: Supply power to module and input high level to PIN34 at the same time, the module will enter to AT mode with the baud rate-38400.

Way2: In the first step, supply power to module; In the second step, input high level to PIN34. Then the module will enter to AT mode with the baud rate-9600. Way1 is recommended.

Command structure: all command should end up with “\r\n” (Hex: 0X0D X0A) as the terminator. If

the serial helper is installed, user just need enter “ENTER” key at the end of command.

Reset the master-slave role command:

AT+ROLE=0 ----Set the module to be slave mode. The default mode is slave.

AT+ROLE=1 ----Set the module to be master mode.

Set memory command:

AT+CMODE=1

Set the module to make pair with the other random Bluetooth module (Not specified address). The default is this mode.

AT+CMODE=1

Set the module to make pair with the other Bluetooth module (specified address). If set the module to make pair with random one first, then set the module to make pair with the Bluetooth module has specified address. Then the module will search the last paired module until the module is found.

Reset the password command

AT+PSWD=XXXX

Set the module pair password. The password must be 4-bits.

Reset the baud rate

AT+UART== <Param>,<Param2>,<Param3>.

More information is provided at HC-0305 command set

Example:

AT+UART=9600,0,0 ----set the baud rate to be 9600N81

Reset the Bluetooth name

AT+NAME=XXXXX

Summary:

HC-05 has many functions and covers all functions of HC-06. The above commands are the most common ones. Besides this, HC-05 leaves lots of space for user. So HC-05 is better than HC-06 and

LM386

Low Voltage Audio Power Amplifier

General Description

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

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

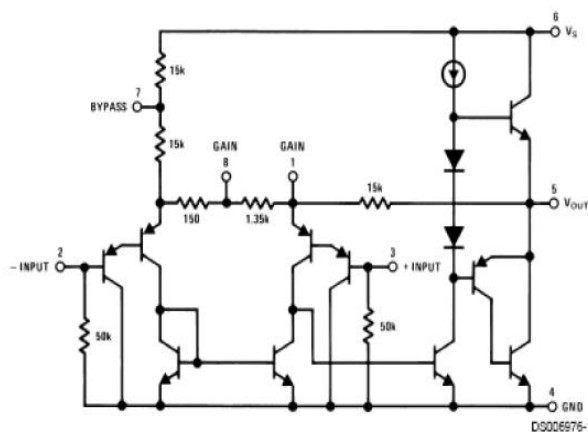
Features

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

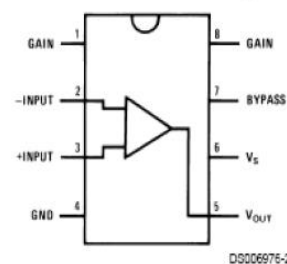
Applications

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

Equivalent Schematic and Connection Diagrams



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



Top View

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

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

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

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

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec)	+260°C
Small Outline Package (SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 sec)	+215°C
Infrared (15 sec)	+220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Thermal Resistance	
θ_{JC} (DIP)	37°C/W
θ_{JA} (DIP)	107°C/W
θ_{JC} (SO Package)	35°C/W
θ_{JA} (SO Package)	172°C/W
θ_{JA} (MSOP)	210°C/W
θ_{JC} (MSOP)	56°C/W

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

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

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S)					
.M386N-1, -3, LM386M-1, LM386MM-1		4		12	V
.M386N-4		5		18	V
Quiescent Current (I_Q)	$V_S = 6V, V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power (P_{OUT})					
.M386N-1, LM386M-1, LM386MM-1	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	250	325		mW
.M386N-3	$V_S = 9V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	500	700		mW
.M386N-4	$V_S = 16V, R_L = 32\Omega, THD = 10\%$	700	1000		mW
voltage Gain (A_V)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}$		26		dB
	10 μF from Pin 1 to 8		46		dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6V, \text{Pins 1 and 8 Open}$		300		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz, Pins 1 and 8 Open}$		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz, } C_{BYPASS} = 10\ \mu\text{F}$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
Input Resistance (R_{IN})			50		k Ω
Input Bias Current (I_{BIAS})	$V_S = 6V, \text{Pins 2 and 3 Open}$		250		nA

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

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

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

Application Hints

GAIN CONTROL

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

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

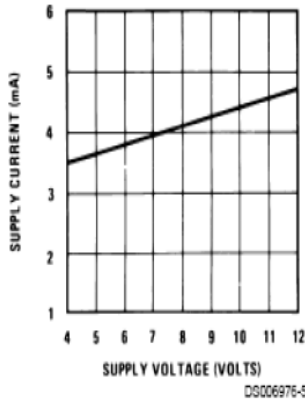
INPUT BIASING

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

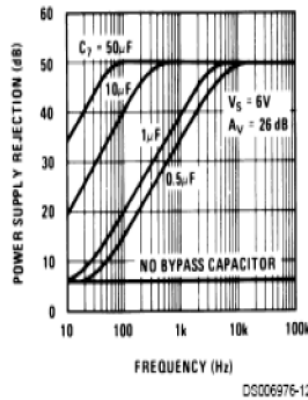
When using the LM386 with higher gains (bypassing the 1.35 k Ω resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a 0.1 μ F capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the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

Typical Performance Characteristics

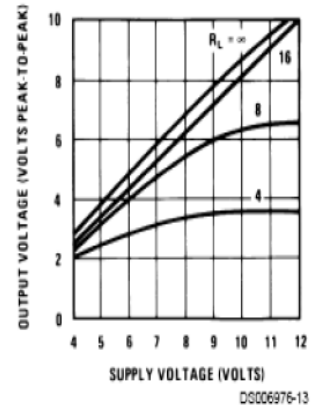
Quiescent Supply Current vs Supply Voltage



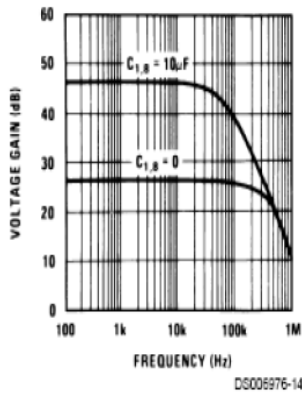
Power Supply Rejection Ratio (Referred to the Output) vs Frequency



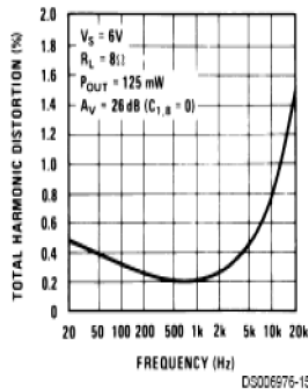
Peak-to-Peak Output Voltage Swing vs Supply Voltage



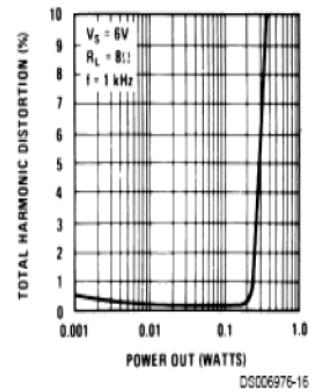
Voltage Gain vs Frequency



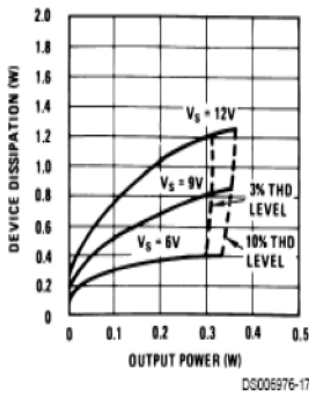
Distortion vs Frequency



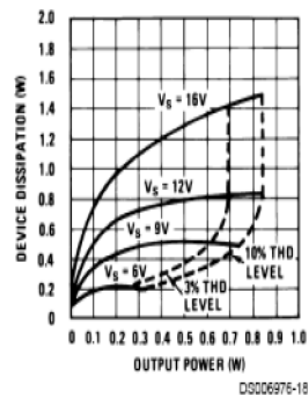
Distortion vs Output Power



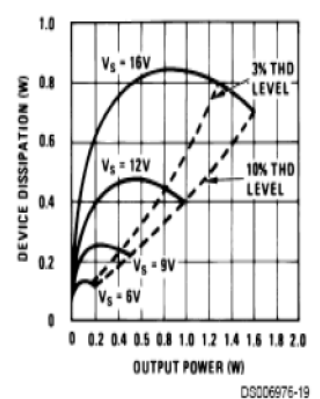
Device Dissipation vs Output Power—4Ω Load



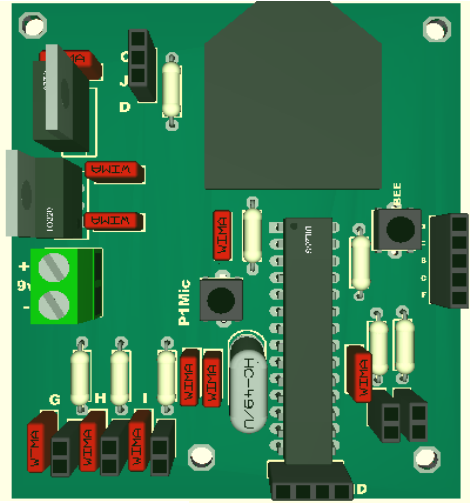
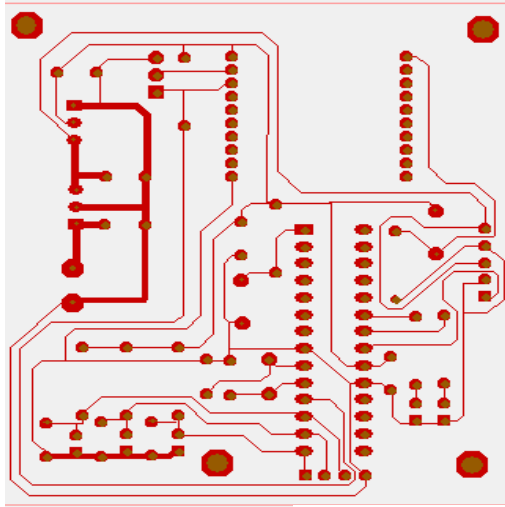
Device Dissipation vs Output Power—8Ω Load



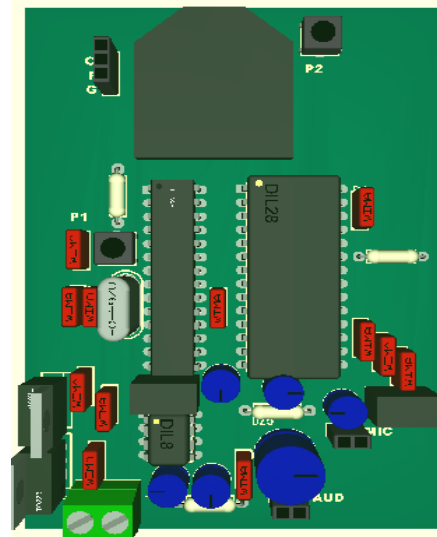
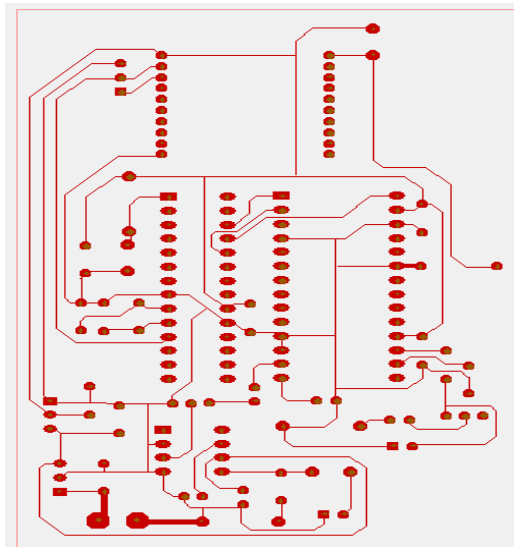
Device Dissipation vs Output Power—16Ω Load



ANEXO 3
Diseño de Placas



Etapa de RFID y Rx Bluetooth



Etapa de grabación/reproducción de voz y Tx Bluetooth

ANEXO 4
Fotografías

