



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES  
Y REDES**

***“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO  
DE REHABILITACIÓN PARA NIÑOS ESPECIALES DEL  
INSTITUTO CARLOS GARBAY”***

**TESIS DE GRADO**

**Previa obtención del título de:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN**

**Presentada por:**

**JAIME ALEJANDRO RUIZ IZQUIERDO**

Riobamba – Ecuador

- 2011 -

A Dios quien me guía cada día para seguir su palabra y mandato en cada uno de mis pasos.

A mis padres Ignacia Izquierdo y Ciro Ruiz, por todo su apoyo, paciencia y comprensión, gracias por toda la ayuda que me han dado ya que sin ustedes no hubiese podido culminar esta etapa de la vida.

A mis hermanos que de una u otra manera han estado ahí apoyándome y brindándome su ayuda cuando la necesitaba y a mi esposa gracias por tu apoyo.

**NOMBRE**

---

**FIRMA**

---

**FECHA**

---

Ing. Iván Menes

DECANO DE LA FACULTAD

DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

-----

-----

Ing. Pedro Infante

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

Y REDES

-----

-----

Ing. Franklin Moreno

DIRECTOR DE TESIS

-----

-----

Dr. Geovanny Vallejo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

-----

-----

Lcdo. Carlos Rodríguez

DIR. DPTO.

DOCUMENTACION

-----

-----

**NOTA DE LA TESIS:**

-----

“Yo, JAIME ALEJANDRO RUIZ IZQUIERDO, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

-----

Jaime Alejandro Ruiz Izquierdo

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>A</b>	Amperio.
<b>AC</b>	Corriente alterna
<b>AM</b>	Modulación en Amplitud.
<b>c</b>	Velocidad de la luz, aproximadamente $3 \times 10^8$ m/seg.
<b>CC</b>	Corriente Continua.
<b>CI</b>	Circuito Integrado.
<b>CPU</b>	Unidad Central de Proceso.
<b>dB</b>	Decibelio.
<b>E/S</b>	Entrada / Salida.
<b>f</b>	Frecuencia.
<b>Fig.</b>	Figura o gráfico.
<b>Hz</b>	Hertzios, unidad de medida de la frecuencia
<b>LSB</b>	Bit menos significativo
<b>MSB</b>	Bit más significativo
<b>PIC</b>	Microcontrolador o Controlador de Interfaz Periférico
<b>SFR</b>	Registro de uso específico o de funciones especiales
<b>V</b>	Voltios
<b><math>\lambda</math></b>	Longitud de Onda

# ÍNDICE GENERAL

PORTADA

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

**CUARTO DE ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL (CEMS) ..... 15**

**1.1 INTRODUCCIÓN..... 15**

**1.2 DEFINICIÓN..... 17**

1.2.1 LOS ESTÍMULOS..... 17

**1.3 ELEMENTOS DE LA ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL ..... 19**

**1.4 AULAS DE ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL: ..... 19**

**1.5 CONCEPTO SNOEZELN: ..... 21**

1.5.1 Descripción de una sala Snoezel ..... 22

**1.6 CONDICIONES PERSONALES PARA LA COMUNICACIÓN MULTISENSORIAL: ..... 23**

1.6.1 CONDICIONES COMUNICATIVAS ..... 24

1.6.2 CONDICIONES METODOLÓGICAS ..... 26

**1.7 Características de un Cuarto Multisensorial..... 27**

**1.8 Mejoras De C.E.M.S Cuarto Estimacion Multisensorial ..... 27**

**1.9 Formas Básicas De Estimulación..... 28**

CAPÍTULO II

**TRANSMISIÓN INALÁMBRICA ..... 29**

**2.1. Conceptos y generalidades ..... 29**

2.1.1. Las Ondas Electromagnéticas .....	30
2.1.2. El Espectro Electromagnético .....	30
<b>2.2. Comunicación serial .....</b>	<b>32</b>
2.2.1. Formas de comunicación serial .....	33
2.2.2. Modos de transmisión de datos .....	33
2.2.3. Comunicación serial RS232 .....	35
2.2.4. Técnica empleada.....	37

## CAPÍTULO III

### **DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS UTILIZADOS ..... 38**

<b>3.1 Microcontroladores .....</b>	<b>38</b>
3.1.1. PIC16F628A .....	38
3.1.1.1. Características del PIC16F628A .....	39
3.1.1.2. Pines y Funciones.....	41
3.1.2. PIC16F877A .....	43
3.1.2.1. Características del PIC16F877A .....	43
3.1.2.2. Diagrama de bloques del PIC16F877A.....	44
<b>3.2. Módulo Reproducción de Sonidos .....</b>	<b>47</b>
3.2.1. Características del Módulo WTM – SD .....	47
3.2.1.1. Descripción de pines del módulo WTM – SD.....	48
<b>3.3. Modo de Control del módulo WTM – SD.....</b>	<b>48</b>
3.3.1. Modo Standard (Ver Fig. III.9.) .....	48
3.3.2. Modo Importante (Key Mode) (Ver Fig. III.10.) .....	49
3.3.3. Modo Paralelo (Ver Fig. III.11.) .....	50
3.3.4. Modo Serial (Ver Fig. III.12.).....	52
<b>3.3. Módulos de Transmisión Inalámbrica .....</b>	<b>56</b>
3.3.1. TWS-434A y el RWS-434S .....	56
3.3.1.1. Módulo Transmisor TWS-434A.....	56
3.3.1.2. Módulo Receptor RWS-434S.....	58

## CAPÍTULO IV

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN ..... 61**

<b>4.1. Diseño del Hardware .....</b>	<b>64</b>
4.1.1. Etapa de Control Principal .....	64
4.1.2. Etapa de transmisión inalámbrica .....	- 66 -
4.1.3. Etapa de recepción inalámbrica.....	- 68 -
4.1.4. Etapa de Grabación/Reproducción de Audio .....	- 70 -
4.1.5. Etapa de Control de Peluches.....	- 72 -
<b>4.2 Diseño del Software .....</b>	<b>- 74 -</b>
4.2.1. Software del Control Principal.....	- 74 -
4.2.2. Software del Transmisor .....	- 79 -
4.2.3. Software del Receptor.....	- 81 -
4.2.4. Software del Control de Peluches .....	- 84 -

## CAPÍTULO V

<b>ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>- 86 -</b>
<b>5.1. Consumo de baterías .....</b>	<b>- 86 -</b>
<b>5.2. Interferencias .....</b>	<b>- 87 -</b>
<b>5.3. Análisis de tiempos.....</b>	<b>- 87 -</b>

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Fig. II.1.-** El espectro electromagnético y sus usos para comunicación.

**Fig. II.2.-** Estructura de un dato que se envía serialmente.

**Fig. II.3.-** Comunicación serial con la norma RS232.

**Fig. III.4.-** Presentación más popular del PIC16F628A.

**Fig. III.5.-** Diagrama de pines del PIC16F628A.

**Fig. III.6.-** Presentación más popular del PIC16F877A.

**Fig. III.7.-** Diagrama de pines del PIC16F877A.

**Fig. III.8.-** Descripción del módulo WTM – SD.

**Fig. III.9.-** Conexión del módulo WTM – SD en Modo Standard.

**Fig. III.10.-** Descripción del módulo WTM – SD en Modo Importante.

**Fig. III.11.-** Descripción del módulo WTM – SD en Modo Paralelo.

**Fig. III.12.-** Descripción del módulo WTM – SD en Modo Serial.

**Fig. III.13.-** Módulo de transmisión inalámbrica TWS-434A.

**Fig. III.14.-** Descripción de los pines del TWS-434A.

**Fig. III.15.-** Módulo de recepción inalámbrica RWS-434.

**Fig. III.16.-** Descripción de los pines del RWS-434.

**Fig. III.17.-** Antena tipo látigo,  $\frac{1}{4}$  de onda.

**Fig. IV.18.-** Diagrama de bloques del Sistema Electrónico.

**Fig. IV.19.-** Circuito de control principal.

**Fig. IV.20.-** Circuito de transmisión inalámbrica.

**Fig. IV.21.-** Circuito de recepción inalámbrica.

**Fig. IV.22.-** Circuito de Amplificación..

**Fig. IV.23.-** Circuito de Peluches.

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla II.I.-** Bandas de Radio correspondiente al Espectro Electromagnético.
- Tabla III.II.-** Tabla de pines del PIC16F628A con sus funciones especiales.
- Tabla III.III.-** Tabla de pines del PIC16F877A con sus funciones especiales
- Tabla III.IV.-** Tabla de pines del Módulo WTM – SD con sus funciones especiales.
- Tabla III.V** Tabla de funcionamiento del módulo WTM – SD en Modo Paralelo
- Tabla III.VI.-** Tabla de formato de código del módulo WTM – SD en Modo Serial.
- Tabla III.VII.-** Tabla de funcionamiento del módulo WTM – SD en Modo Serial.
- Tabla III.VIII.-** Tabla de código de PLAY del módulo WTM – SD en Modo Serial.
- Tabla III.IX.-** Tabla de código de PAUSA del módulo WTM – SD en Modo Serial.
- Tabla III.X.-** Especificaciones Eléctricas del TWS-434A.
- Tabla III.XI.-** Especificaciones Eléctricas del RWS-434.
- Tabla IV.XII.-** Lista de materiales de la etapa de control Principal.
- Tabla IV.XIII.-** Lista de materiales de la etapa de transmisión inalámbrica.
- Tabla IV.XIV.-** Lista de materiales de la etapa de recepción inalámbrica.
- Tabla IV.XV.-** Lista de materiales en la Amplificación y Reproducción
- Tabla IV.XVI.-** Lista de materiales en la Amplificación y Reproducción.
- Tabla V.XVII.-** Consumo de batería
- Tabla V.XVIII.-** Relación interferencias/Distancias
- Tabla V.XIX.-** Medición del tiempo de respuesta del equipo de control principal.
- Tabla V.XX.-** Medición del tiempo de respuesta del equipo Inalámbrico.
- Tabla V.XXI.-** Medición del tiempo de respuesta del control de Peluches.

## **INTRODUCCIÓN**

Con el paso del tiempo, la computación y la electrónica desde su invención han adquirido toda la atención y auge para desarrollar e implementar sistemas superiores. Estas han sido protagonistas de varios capítulos de la historia creando en la humanidad un nuevo concepto de comunicación y enseñanza.

La investigación y el rápido avance de la tecnología han alcanzado logros importantes, facilitando la realización de tareas peligrosas para el hombre o proporcionando una mejor calidad de vida. Por ello; las aplicaciones de la tecnología son extensivas en muchos sectores como: la Educación, Agricultura, Construcción, Espacio, Medicina, Vigilancia y Seguridad, Asistencia a personas, entre otros campos.

Hoy en día, se calcula que el 10% de la población mundial sufre algún tipo de discapacidad, es decir alrededor de 600 millones, de los cuales entre 400 y 450 millones viven en los países en vías de desarrollo. Por tal motivo el proyecto a desarrollar en la presente tesis, busca crear un equipo que permita ayudar en las técnicas de aprendizaje de niños con capacidades especiales.

El objetivo primordial de este proyecto se orienta a brindar un servicio de comunicación con el exterior, para aquellas personas que sufren discapacidades de tipo auditivo y motriz. La finalidad es de ayudarlos a sentirse más conectados con el mundo exterior mediante técnicas de enseñanza, diseñando e implementando un conjunto de dispositivos, los cuales puedan ser utilizados por aquellas personas que no tienen la misma facilidad de aprendizaje.

La presente tesis esta conformada por cinco capítulos.

En el capítulo 1 se realiza una breve introducción a los Cuartos Multisensoriales, abarcando temas como sus inicios, sus características de funcionamiento y de que manera aporta para el aprendizaje del niño.

El capítulo 2 está dedicado a la Transmisión Inalámbrica, generalidades, comunicación serial, modos de transmisión de datos; y, el método empleado para la transmisión de los datos en la realización de este proyecto.

Avanzando, en el capítulo 3 se presenta las características técnicas, de funcionamiento y descripción de pines, de los microcontroladores empleados en la tesis como son el PIC16F877A y PIC16F628A; se estudia los integrados reproductores de sonido de la familia WTM-SD, sus modos de operación y reproducción de sonidos; se finaliza con los módulos transmisor y receptor inalámbrico RWS-434A y TWS-434S, siendo este capítulo recomendado para cualquier persona que desee conocer el principio de funcionamiento de estos integrados.

El capítulo 4 está dedicado al diseño e implementación, presenta una visión clara y concisa de las etapas que componen el equipo, sus circuitos electrónicos y materiales empleados; se presenta el software de control tanto del dispositivo principal como de las estaciones que residen en los PICs.

El último capítulo expone los resultados obtenidos al implementar este equipo, se realiza un análisis del alcance de la transmisión, sus posibles interferencias, y tiempo de respuesta de cada uno de los equipos.

Finalmente, en la sección de anexos se presentan los DataSheet de los circuitos utilizados, el Anexo III entrega los circuitos electrónicos y sus correspondientes circuitos PCB; el Anexo IV describe las principales sentencias de PicBasic Pro utilizadas en el desarrollo del software; y, el Anexo V presenta imágenes de funcionamiento del equipo.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende beneficiar a las personas con discapacidad, proporcionándoles cierta independencia, movilidad y seguridad. Ofreciendo un dispositivo de aprendizaje y comunicación a su alcance y de fácil uso.

# CAPÍTULO I

## **Cuarto de Estimulación Multisensorial (CEMS)**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Toda persona se comunica, aunque no lo desee, aun no siendo consciente de ello.

“Toda conducta es comunicativa, y ningún alumno o alumna tiene un grado tan importante de discapacidad que no puede beneficiarse de programas aumentativos y alternativos” (Kathleen Stremel, 1990,19).

Han pasado ya casi tres décadas desde que Javier Tamarit, nos definiera los “Sistemas Alternativos de Comunicación”, impulsándonos a utilizarlos no solo como un método de enseñanza, sino como una filosofía en la cual se defendía el acceso a toda persona a la comunicación.

Desde entonces, observamos numerosos cambios y concepciones terminológicas, Sistemas Alternativos/Aumentativos de Comunicación, Sistemas de Comunicación Alternativa/Aumentativa, Comunicación Alternativa, Comunicación Aumentativa...

En la actualidad, en la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, en su segundo artículo nos dice:

“La comunicación incluirá los lenguajes, la visualización de textos, el Braille, la comunicación táctil, los macrotipos, los dispositivos multimedia de fácil acceso, así como el lenguaje escrito, los sistemas auditivos, el lenguaje sencillo, los medios de voz digitalizada y otros modos, medios y formatos aumentativos o alternativos de comunicación, incluida la tecnología de la información y las comunicaciones de fácil acceso; Por lenguaje se entenderá tanto el lenguaje oral como la lengua de señas y otras formas de comunicación no verbal”.

Desde el momento en el cual se incluye como Comunicación: “otros modos, medios y formatos aumentativos o alternativos de comunicación”, podemos afirmar sin lugar a dudas, que para muchos alumnos, su forma de interactuar con el entorno preferente va a ser la “Comunicación Multisensorial”.

Pero vamos a hablar de “Comunicación Multisensorial” en salas Multisensoriales o Snoezelen, pues estas salas son algo más que una moda, son el resultado de la búsqueda de un entorno predecible, con claves, accesible, un entorno que le posibilite a los alumnos su participación, autonomía, independencia, su capacidad de elección. Un

entorno que les permita a través de la propia experiencia sensorial establecer una comunicación con el entorno.

Si al diseño de este entorno le sumamos la presencia de un adulto significativo que crea en la persona con independencia de su discapacidad dará como resultado un entorno favorecedor de la apertura comunicativa a través de los sentidos, en definitiva un entorno favorecedor de la “Comunicación **Multisensorial**”.

## **1.2 DEFINICIÓN**

La estimulación multisensorial (EMS) de un niño es fundamental para su existencia futura. La presentación de estímulos debe seguir un cronograma estricto; tan importante es esta observación, que si el momento crítico de incorporación de un estímulo ha pasado, no será lo mismo brindar ese estímulo en otro tiempo. Por otro lado, la función se podrá adquirir de manera alterada y también lo estarán los sistemas funcionales involucrados, y se generarán inclusive cambios en la estructura (desarrollo de arborizaciones dendríticas, etc.) y en el sustrato neuroquímico final.

### **1.2.1 LOS ESTÍMULOS**

Los estímulos deben presentarse adecuadamente en cantidad y calidad. Este punto es muy importante, ya que sabemos también que la hiper-estimulación, la estimulación fluctuante y la estimulación a destiempo son tan nocivas para los sistemas funcionales como la ausencia misma de la estimulación.

Por estímulo se entiende todo impacto sobre el ser humano que sea capaz de producir en él una reacción. Los estímulos pueden ser, en origen, tanto externos como internos, y tanto de la esfera física como de la afectiva. Sin embargo, el niño es capaz de diferenciar el estímulo desde su origen, pero construir un desarrollo y tratamiento del mismo de carácter múltiple. Así, por ejemplo, cuando a un niño lo amamanta su madre y la leche materna pasa por su boca hasta el estómago, se experimentan sensaciones internas, como las generadas por un fluido que discurre a través de conductos hasta la transformación metabólica de la leche en una poderosa y tranquilizadora molécula, la glucosa, que le brindará calma y saciedad a su incontrolable hambre.

También, el contacto físico de sostenerlo en brazos, acunarlo, acariciarlo, etc., generarán, al mismo tiempo, una sensación emocional que se ligará a los procesos internos primarios descritos, generados por el estímulo-símbolo.

Para que un estímulo-símbolo impacte en el ser humano, éste debe ser adecuado en calidad y cantidad y oportuno en el momento en que se presenta.

Existen tres canales básicos para el ingreso de los estímulos en el cuerpo humano: el visual, el auditivo y el somatosensitivo. El reconocimiento de la permeabilidad funcional de estos canales nos permitirá conocer el estado del primer eslabón en el reconocimiento del mismo.

### **1.3 ELEMENTOS DE LA ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL**

1. Estímulo-señal: adecuado en calidad y cantidad y oportuno.
2. Canal funcional: reconocimiento visual, auditivo y somatoestésico.
3. Percepción.
4. Integración multisensorial.
5. Elaboración de estrategia o de respuesta.
6. Respuesta funcional motora, oral o cognitiva.
7. Monitorización posfuncional.
8. Comparación contra modelo.
9. Corrección de la respuesta.

### **1.4 AULAS DE ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL:**

Se entiende esta aula como un espacio físico, en el cual se desarrolla la estimulación multisensorial. En este espacio, el cual también lo podemos encontrar denominado como sala Snoezel, tiene una serie de espacios como son el espacio visual, el espacio de proyección, el espacio de olores y gustos, el espacio táctil y el espacio auditivo que posibilitan el trabajar todos los sentidos, buscando el desarrollo libre de la experiencia sensorial, de la alegría, disfrute, aprendizaje y relajación adaptándose a cada usuario y posibilitando su desarrollo.

Este concepto relativamente nuevo, aunque en libros como el de Flo Longhorn “Programa sensorial para niños con necesidades especiales”, ya mencionaba en su

capítulo 8: “El enfoque multisensorial, utilización simultánea de todos los sentidos”, surge con mayor fuerza en los años 70 a partir de tres influencias:

- a) El término “softplay”, el cual lo encontramos en guarderías y recreativos infantiles.
- b) La ambientación de las salas de fiestas y discotecas con sus sonidos y luces rotatorias unidas a otros efectos especiales.
- c) La búsqueda de nuevas alternativas para personas con grave discapacidad, tanto en edad escolar como adulta.

Ad Verheul y Jan Hussegge unen estas tres influencias y las desarrollan en la Institución Hartenburg de los Países Bajos.

Richard Hirstwood, nos explica en sus cursos de estimulación Multisensorial que una de las aplicaciones de las MSR (Multi Sensory Rooms) Salas multisensoriales, es la de la estimulación de:

- ✓ Visión.
- ✓ Audición.
- ✓ Tacto.
- ✓ Gusto.
- ✓ Olfato.

Además nos propone que se puede trabajar:

- ✓ La Relajación.

- ✓ La Elección.
- ✓ La Comunicación.

En estas salas se puede trabajar dos tipos de relación.

- ✓ La relación terapeuta-usuario: en este sentido podríamos hablar también de Comunicación Multisensorial.
- ✓ Relación Usuario-Ambiente Snoezelen: Sería una intervención más próxima a la Estimulación Multisensorial.

### **1.5 CONCEPTO SNOEZELEN:**

Este concepto surge en la Institución Hartenburg de Holanda, y su traducción literal sería “esnifar” y “somnolencia”. “snuffelen” y “doezelen”.

Este ambiente, un ambiente lleno de estímulos y segurizante, posibilita la estimulación de todos los sentidos a toda persona sin ninguna excepción por su nivel cognitivo.

En su filosofía, la “no directividad” es fundamental. El enfoque Snoezel es un enfoque abierto, sin objetivos de antemano, un enfoque en el cual cada usuario construye su propia elección sin dirigirlo.

Desde este enfoque, los usuarios liberados de las expectativas del especialista y alejados de la presión de la atención directa, planificada y estructurada, pueden relajarse y recuperarse. También mejora su comunicación a través de la experiencia sensorial, y el hecho de propiciar un ambiente en el cual el usuario es el que elige y decide la actividad a realizar fomenta la autoestima y reduce tensiones.

### 1.5.1 Descripción de una sala Snoezel

Nos encontramos dentro de la sala Multisensorial con diferentes espacios:

- ✓ **Sala blanca:** que es la más conocida y la primera que se suele montar, diseñada con ausencia de color para centrar la actividad, y de esta forma resalta la iluminación, la música y los elementos sobre los que se desea que el usuario preste atención. De esta manera resaltan y se intensifican los efectos de ciertos elementos como las fibras ópticas, el proyector de imágenes, los focos especiales, las proyecciones reticuladas, etc.
- ✓ **La sala negra:** también conocida en términos de Flo Longhorn como “cuarto oscuro”, y es de gran utilidad para alumnos con discapacidad visual y para otros alumnos que por problemas de atención se le facilita la información con altos contrastes. De no disponer de espacios separados, también se puede disponer una caseta (tipo casita de indios), o bien disponer de una sala en la cual las ventanas estén diseñadas para que al apagar la luz se quede la sala totalmente oscura. De esta forma la misma sala, en función de si abrimos o cerramos las ventanas se puede constituir en sala blanca o sala negra.

Dentro de la sala, también podemos diferenciar una serie de espacios:

- ✓ Espacio visual.
- ✓ Espacio de proyección.
- ✓ Espacio de olores y gusto.
- ✓ Espacio táctil.
- ✓ Espacio auditivo.

## **1.6 CONDICIONES PERSONALES PARA LA COMUNICACIÓN MULTISENSORIAL:**

- ✓ Creer para poder ver.
- ✓ Ser capaz de sentir y de transmitir respeto hacia el alumno, considerándolo una persona con ideas y sentimientos, no son niños eternos.
- ✓ Tener una buena autoestima, decidido, valiente y convencido de su trabajo, porque piensa que trabajar con y para el otro es importante, gratificante y le enriquece como persona.
- ✓ Poseer una estabilidad emocional, concepto positivo de sí mismo, y una seguridad interna respecto a su persona para poder realizar una apertura emocional hacia el otro.
- ✓ Ser positivos, entusiastas, vitalistas, optimistas y dinamizadores apostando por las posibilidades ilimitadas que tiene todo ser humano.
- ✓ Autenticidad en nuestras intervenciones.
- ✓ Capaces de generar un ambiente segurizante, donde el alumno/a pueda controlar su entorno, adecuándolo a sus necesidades cambiantes.
- ✓ Cercanía emocional y no solo física, complicidad emocional.
- ✓ Personas de referencia, receptores sensibles y sensibilizados.....
- ✓ Reconocer los errores y ser capaz de reconvertir el error en fuente de conocimiento.
- ✓ Labor conjunta, ser capaz de trabajar en equipo.
- ✓ Humildad para aprender del compañero, del alumno y posibilitar un enriquecimiento personal que redunde en la práctica diaria.

- ✓ Sentir aceptación de forma genuina si queremos ser agentes de ayuda, es probablemente una de las fuerzas terapéuticas más efectivas. Es fundamental partir de una aceptación del niño, ya que tan solo si aceptamos de forma genuina la individualidad de cada ser humano, sin intentar cambiarlo, sino comprenderlo, sin arrastrarlo a nuestro mundo, sino invitándole a entrar, sin enjuiciar sus actuaciones, sino interpretándolas y dándoles sentido, estaremos preparados para “estar” en comunicación con él.

### **1.6.1 CONDICIONES COMUNICATIVAS**

- ✓ Reconocer que todas las personas emitimos mensajes “No puedo no comunicarme” (Watslawick).
- ✓ “La comunicación no hablada es una meta legítima para muchas personas” (Barry M, Prizant y Amy M. Wetherby).
- ✓ Poder actuar de mediadores interpretando o sobreinterpretando de forma intencionada sus comportamientos, conectándolos con su entorno, haciéndolos partícipes y capaces de dominarlo. Al sobre atribuir mantenemos el diálogo vivo. Coriat, y Jerusalinsky (1984,36), nos dicen “el lenguaje que se establece entre la madre y el hijo es totalmente arbitrario, convencional y se establece desde lo que la madre adjudica como significado a lo que el niño hace. Si la madre no adjudica ese significado entonces el niño no va a tener lenguaje de ninguna especie y va a carecer de instrumentos para comunicarse, ya que no encuentra respuestas diferenciadas para actitudes diferenciadas”.

- ✓ Actitud de disponibilidad para captar los índices de llamada a través de micro comportamientos, estos alumnos tienen posibilidades muy limitadas para hacernos llegar sus deseos pero posibilidades ilimitadas de sentirlos.
- ✓ Emitir mensajes constructivos tanto verbales como no verbales de manera que se facilite el crecimiento y la comunicación.
- ✓ En niños muy afectados tenemos que ofrecerle durante la interacción y al hablarle, una clase de relación que ayude y estimule al niño, que le permita experimentar el aprecio y la atención independientemente de que sus reacciones sean observables.
- ✓ Partir de la idea de que “estar en comunicación es más importante que el qué y como comunicarnos.” (Perinat,A, 1986,22).
- ✓ Evitar mensajes negativos.
- ✓ No recurrir a la hipergeneralización.
- ✓ Si comentamos algo positivo del alumno hacerlo en voz alta, el éxito engendra éxito y el fracaso engendra fracaso.
- ✓ Apertura comunicativa ante las colisiones verbales.
- ✓ Manifestaciones comunicativas dotadas no solo de calidad sino también de calidez.
- ✓ Pygmalión positivo, pues sabemos que “las expectativas que una persona manifiesta acerca del comportamiento de otra pueden convertirse en una profecía de cumplimiento inducida”. (Bonet, 1994,115)
- ✓ Altamente contagioso, transmitir expectativas favorables de los niños/as y de las posibilidades de enriquecimiento de todo ser humano por el hecho de existir.

- ✓ “La afectividad resulta ser la base común entre dos mundos vitales, por lo demás tan alejados, de personas extremadamente diferentes”. (Fröhlich, 1982,255).
- ✓ Transmitirle al niño la idea: Eres importante, quiero comunicarme contigo, me gusta estar junto a ti.
- ✓ “El creer o el querer creer en nuestros alumnos, en sus posibilidades, en sus derechos y en sus proyectos va a suponer la máxima opción de activación en nuestra tarea docente”. (Tamarit,J.Arbea,L, 2003,109).
- ✓ Mantener una escucha activa y entusiasta.

### **1.6.2 CONDICIONES METODOLÓGICAS**

- ✓ “Proporcionar a todos los niños amplias oportunidades para adquirir el lenguaje a la edad más temprana posible, ignorando cualquier prejuicio sobre posibles prerrequisitos cognitivos”. (Von Tetzchener, 1993,14).
- ✓ Partir del nivel de desarrollo del alumno.
- ✓ Asegurar la construcción de aprendizajes significativos.
- ✓ Adaptar nuestro estilo de interacción social a las necesidades de los alumnos.
- ✓ Ser capaz de prestar el cuerpo y la mente al niño para una situación de aprendizaje coactivo.
- ✓ Personalizar los estilos de relación.
- ✓ Estimular las inteligencias múltiples, abriendo ventanas de posibilidades.
- ✓ Enfoques proactivos.
- ✓ Poder diferenciar entre el niño y sus conductas. Manifestando afectividad, respeto y amor a la persona con independencia de sus acciones.

- ✓ Reconocer que todos los alumnos son sensibles a las actitudes de los adultos que los rodean y por la importancia que tal actitud supone para su auto concepto, merece la pena replantearse dicho perfil y apostar siempre por el niño sea cual sea su situación.
- ✓ El enriquecimiento progresivo de todo ser humano a partir de los estímulos del medio no contempla ninguna excepción.

### **1.7 Características de un Cuarto Multisensorial**

- ✓ Controlado por el paciente.
- ✓ Ambiente seguro y cómodo.
- ✓ Sin metas.
- ✓ Ambiente de tranquilidad.
- ✓ Intensifica calidad de vida.

### **1.8 Mejoras De C.E.M.S Cuarto Estimulacion Multisensorial**

- ✓ Mejora la socialización.
- ✓ Mejora relación paciente y familia.
- ✓ Crea cambios en el comportamiento.
- ✓ Incrementa el sentimiento de tranquilidad.
- ✓ Mejora la adquisición de habilidades.
- ✓ Resultados a corto plazo.
- ✓ Incrementa el periodo de atención.
- ✓ Incrementa la capacidad de atención.

- ✓ Curiosidad, interés.
- ✓ Búsqueda satisfacción.
- ✓ Mejora tono y postura.
- ✓ Mayor relajación.

### **1.9 Formas Básicas De Estimulación**

- ✓ Equilibrio en todas las edades de pacientes con balancines y sillas colgantes, pelotas ft.
- ✓ Visual: se utiliza constantemente elementos llamativos de voz.
- ✓ Táctil: se presenta tablero de exploración táctil de aprendizaje visual.
- ✓ Auditiva: representación de paneles de música relajación del paciente.
- ✓ Olfativa: aromas estimulantes a percibir.
- ✓ Habilidad motora a través de manipulación de figuras y texturas el paciente su habilidad voluntaria control voluntario fuerza muscular fineza de movimiento y coordinación tono muscular,
- ✓ Vestibular actividades reeducación del vestíbulo que se asocia con padecimientos comprometidos la postura y el equilibrio del paciente.
- ✓ Pripceptiva mediante depresiones en articulaciones de obteniendo identificación parte del cuerpo.
- ✓ Cinestesica mejora el movimiento de si mismo.
- ✓ Sistema comunicación vocalica.

# CAPÍTULO II

## TRANSMISIÓN INALÁMBRICA

### 2.1. Conceptos y generalidades

En este tipo de transmisión se utilizan medios no guiados, principalmente el aire. Se radia energía electromagnética por medio de una antena y luego se recibe esta energía con otra antena.

Hay dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía: direccional y omnidireccional. En la direccional, toda la energía se concentra en un haz que es emitido en una cierta dirección, por lo que tanto el emisor como el receptor deben estar alineados. En el método omnidireccional, la energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla. Cuanto mayor es la frecuencia de la señal a transmitir, más factible es la transmisión unidireccional.

Por tanto, para enlaces punto a punto se suelen utilizar microondas (altas frecuencias). Para enlaces con varios receptores posibles se utilizan las ondas de radio (bajas frecuencias). Los infrarrojos se utilizan para transmisiones a muy corta distancia (en una misma habitación).

### **2.1.1. Las Ondas Electromagnéticas**

Son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas electromagnéticas tienen componentes eléctricos y magnéticos.

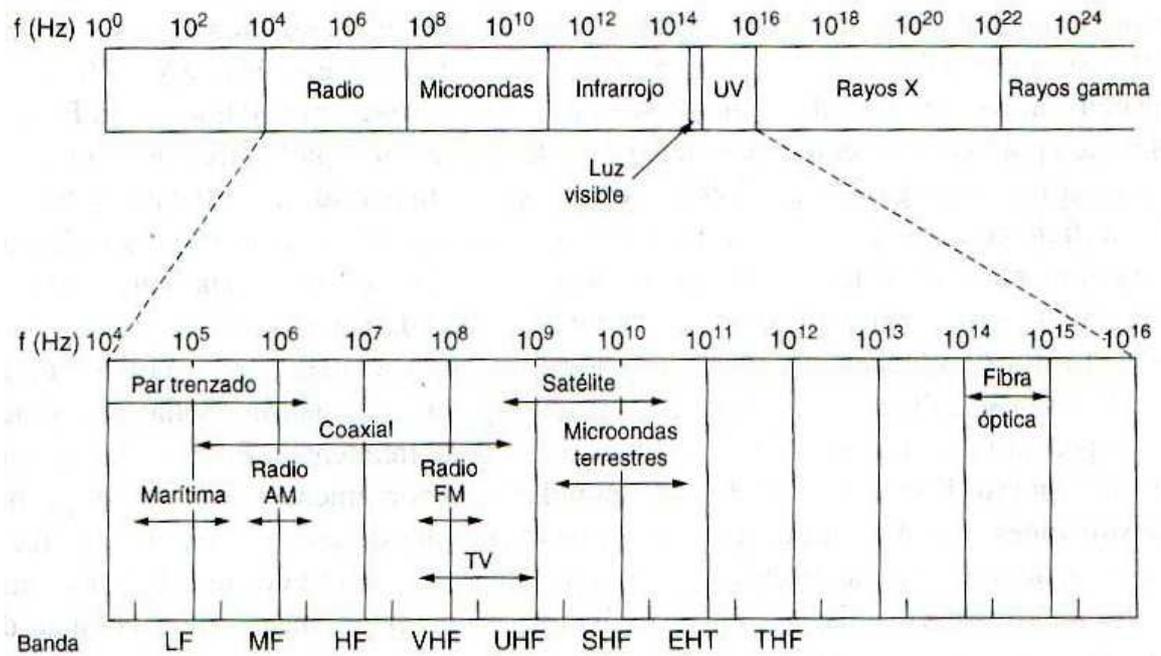
La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro que se extiende desde ondas de frecuencias muy elevadas (longitudes de onda pequeñas) hasta frecuencias muy bajas (longitudes de onda altas). La luz visible es sólo una pequeña parte del espectro electromagnético.

### **2.1.2. El Espectro Electromagnético**

Cuando los electrones se mueven crean ondas electromagnéticas que se pueden propagar en el espacio libre, aún en el vacío. La cantidad de oscilaciones por segundo de una onda electromagnética es su **frecuencia**, **f**, y se mide en Hz (en honor a Heinrich Hertz). La distancia entre dos máximos o mínimos consecutivos se llama **longitud de onda** y se designa con la letra griega  $\lambda$ .

Al conectarse una antena apropiada a un circuito eléctrico, las ondas electromagnéticas se pueden difundir de manera eficiente y captarse por un receptor a cierta distancia. Toda la comunicación inalámbrica se basa en este principio. En el vacío todas las ondas

electromagnéticas viajan a la misma velocidad, sin importar su frecuencia. Esta velocidad, usualmente llamada **velocidad de la luz, c**, es aproximadamente  $3 \times 10^8$  m/seg.



**Fig. II.1.-** El espectro electromagnético y sus usos para comunicación.

En la figura II.1 y en la tabla II.I., se muestra el espectro electromagnético. Las porciones de radio, microondas, infrarrojo y luz visible del espectro pueden servir para transmitir información modulando la amplitud, la frecuencia o la fase de las ondas. Las bandas que se listan en la parte inferior de la figura son los nombres oficiales de la ITU. Los términos LF, MF y HF se refieren a las frecuencias baja, media y alta, respectivamente. Las bandas más altas se denominan muy, ultra, súper, extremadamente y tremendamente alta frecuencia (VHF, UHF, SHF, EHF, THF respectivamente).

**Tabla II.I.-** Bandas de Radio correspondiente al Espectro Electromagnético.

<b>BANDAS DE RADIO</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>LONGITUDES DE ONDA</b>
<b>VLF</b>	Very Low Frequencies Frecuencias Muy Bajas	3 – 30 kHz	100 000 – 10 000m
<b>LF</b>	Low Frequencies Frecuencias Bajas	30 – 300 kHz	10 000 – 1 000m
<b>MF</b>	Medium Frequencies Frecuencias Medias	300 – 3 000 kHz	1 000 – 100m
<b>HF</b>	High Frequencies Frecuencias Altas	3 – 30 MHz	100 – 10m
<b>VHF</b>	Very High Frequencies Frecuencias Muy Altas	30 – 300 MHz	10 – m
<b>UHF</b>	Ultra High Frequencies Frecuencias Ultra Altas	300 – 3 000 MHz	1 m – 10cm
<b>SHF</b>	Super High Frequencies Frecuencias Super Altas	3 – 30 GHz	10 – 1cm
<b>EHF</b>	Extremely High Frequencies Frecuencias Extremadamente Altas	30 – 300 GHz	1 cm – 1mm

## 2.2. Comunicación serial

Existen dos formas de intercambiar información binaria:

- ✓ Serial.
- ✓ Paralela.

*La comunicación paralela* transmite todos los bits de un dato simultáneamente y por supuesto es muy rápida aunque presente la desventaja de un mayor coste, debido a una mayor necesidad de cable entre otros sumado también a que se dificulta en distancias largas.

Por su parte *la comunicación serial* transmite un dato a la vez, claro es más lenta, pero posee la ventaja de necesitar un menor número de líneas para la transferencia de la información y las distancias a las cuales se puede realizar el intercambio son mucho mayores, por ejemplo en la norma RS232 a 15mts., en la norma RS422/485 a 1200mts y utilizando un MODEM a cualquier parte de mundo.

### **2.2.1. Formas de comunicación serial**

Existen dos formas de comunicación serial:

- ✓ Sincrónica
- ✓ Asincrónica.

*Comunicación sincrónica.*- en la comunicación sincrónica además de una línea sobre la que se transfieren datos se necesita otra que contenga pulsos de reloj que indiquen cuando un dato es valido; la duración del bit esta determinada por la duración del pulso de sincronismo.

*Comunicación asincrónica.*- En la comunicación asincrónica, los pulsos de reloj no son necesarios y se acude a otros mecanismos para realizar la lectura y/o escritura de los datos; la duración de cada bit esta determinada por la velocidad con la que se realiza el intercambio de los datos.

### **2.2.2. Modos de transmisión de datos**

Los modos de transmisión de datos se dividen en cuatro tipos:

### **2.2.2.1. Simplex**

Se dice a la transmisión que puede ocurrir en un solo sentido, sea sólo para recibir o sólo para transmitir. Una ubicación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos a la vez, un ejemplo claro es la radiodifusión, en donde la estación es el transmisor y los radios son los receptores.

### **2.2.2.2. Half-duplex**

Se refiere a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos pero no al mismo tiempo, en donde una ubicación puede ser una transmisor y un receptor, pero no los dos al mismo tiempo, un ejemplo son los llamados radios Walking Talking, en donde el operador presiona el botón y habla, luego suelta el botón y el otro usuario presiona el botón para contestar.

### **2.2.2.3. Full-duplex**

Se refiere a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos y al mismo tiempo, también se los conoce con el nombre de líneas simultáneas de doble sentido, un ejemplo es la telefonía móvil.

### **2.2.2.4. Full/full-duplex**

Con este modo de transmisión es posible transmitir y recibir simultáneamente, pero no necesariamente entre dos ubicaciones, es decir una estación puede transmitir a una

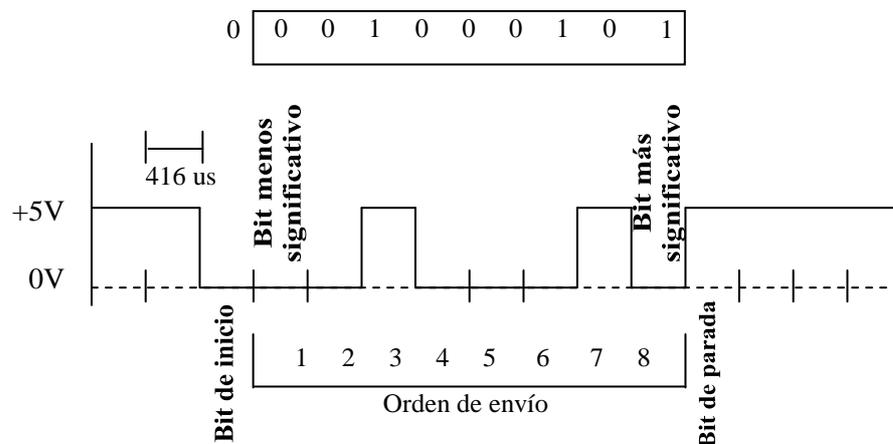
segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo. Esta transmisión de utiliza casi exclusivamente con circuitos de comunicación de datos.

### 2.2.3. Comunicación serial RS232

En los años 60`s se publico una norma que ha alcanzado una gran popularidad conocida como la norma RS-232. Esta norma define la interfaz mecánica, las características, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la comunicación serial, aunque esta norma ha sufrido algunos cambios y revisiones la esencia es la misma.

Según la norma RS-232, un “1” lógico será un voltaje comprendido entre  $-5\text{ V}$  a  $-15\text{V}$  en el transmisor, y en el receptor de  $-3\text{V}$  a  $-25\text{V}$ . Para un “0” lógico será un voltaje comprendido entre  $+5\text{V}$  y  $+15\text{V}$  en el transmisor y de  $+3\text{V}$  a  $+25\text{ V}$  en el receptor, es decir una lógica inversa; esto con el fin de aumentar las distancias a la que los diferentes dispositivos se pueden comunicar serialmente.

A continuación la figura II.2., muestra la forma de comunicación serial.

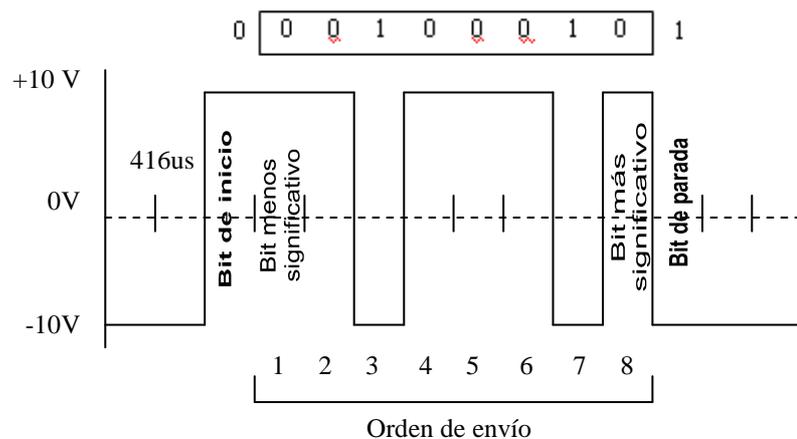


**Fig. II.2.-** Estructura de un dato que se envía serialmente a 2400, 8N1 (2400bits/seg. sin paridad, 8 bits de dato y 1 bit de parada).

Como podemos ver la señal permanece en un nivel lógico alto mientras no realiza ninguna transferencia de datos. Para empezar a transmitir, el transmisor coloca la línea en nivel bajo durante el tiempo de un bit (416us para 2400bits/s), este se llama el bit de arranque, a continuación se empieza a transmitir con el mismo intervalo de tiempo los bits de datos que puede ser de 7 u 8 bits, comenzando por los bits menos significativos y terminando por los más significativos. Al final de la transmisión de datos se envía o no el bit de paridad y por último los bits de parada que pueden ser 1 o 2, después de esto la línea vuelve a un estado lógico alto.

Como el receptor no está sincronizado con el transmisor desconoce el momento en que empieza la transmisión, por lo que siempre se debe estar en espera del cambio de estado o sea el bit de arranque. Para que la lectura de los datos sea correcta, ambos equipos deben estar configurados a la misma velocidad y demás parámetros y no exceder más allá de los dos metros cuando se este utilizando como medio de transmisión un cable.

Para distancias mayores existe el protocolo RS232, cuya descripción ya mencionamos anteriormente. La figura II.3., describe la forma de comunicación serial empleando la norma RS232.



**Fig. II.3.-** Comunicación serial con la norma RS232, el dato enviado es el mismo que el de la figura II.7., con la diferencia que la lógica es inversa. 1 equivale a -10 y 0 a +10.

#### **2.2.4. Técnica empleada**

En la realización de una parte del proyecto se empleó una comunicación serial asíncrona, pues la transmisión que se realiza es inalámbrica, siendo necesario sincronizar los pulsos de los relojes en los dos equipos transmisor y receptor, los datos son transmitidos a una velocidad de 2400bits/seg., sin paridad, 8 bits de dato y 1 bit de parada.

# CAPÍTULO III

## DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS UTILIZADOS

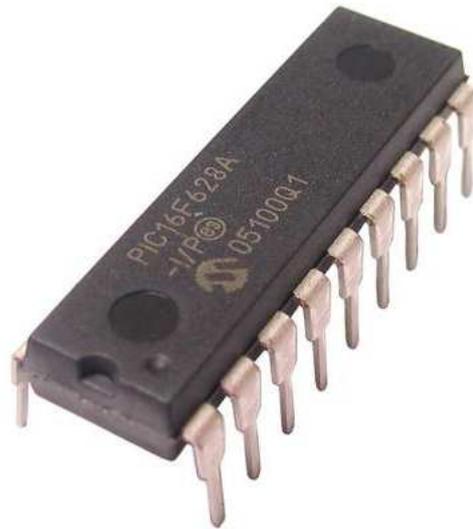
### 3.1 Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee toda la arquitectura de un computador, esto es: CPU, memoria RAM, EEPROM, y circuitos de entrada y salida. En esta tesis se empleó dos microcontroladores; el PIC16F628A empleado para construir el módulo transmisor; y, el PIC16F877A utilizado en el equipo receptor.

#### 3.1.1. PIC16F628A

Los microcontroladores PIC (Peripheral interface Controller), son fabricados por la empresa **MICROCHIP Technology INC.** Esta empresa posee gran éxito en la venta de microcontroladores, gracias a la gran variedad de modelos, su versatilidad, velocidad, bajo costo, y una gran disponibilidad de herramientas para su programación. Unos de los microcontroladores más populares en la actualidad es el PIC16F628A (ver la Figura III.4.), que soporta hasta 100.000 ciclos de escritura en su memoria FLASH, y

1'000.000 ciclos en su memoria Eeprom (tiempo de retención de datos de 100 años), este PIC a reemplazado al antiguo PIC16F84A, debido a sus mejores características.



**Fig. III.4.-** Presentación más popular del PIC16F628A.

### **3.1.1.1. Características del PIC16F628A**

Incorpora tres características importantes que son:

- ✓ Procesador tipo RISC (Procesador con un Conjunto Reducido de Instrucciones).
- ✓ Procesador segmentado.
- ✓ Arquitectura HARVARD.

Con estos recursos el PIC es capaz de ejecutar instrucciones solamente en un ciclo de instrucción. Con la estructura segmentada se pueden realizar simultáneamente las dos fases en que se descompone cada instrucción, ejecución de la instrucción y búsqueda de la siguiente.

### **Características principales.**

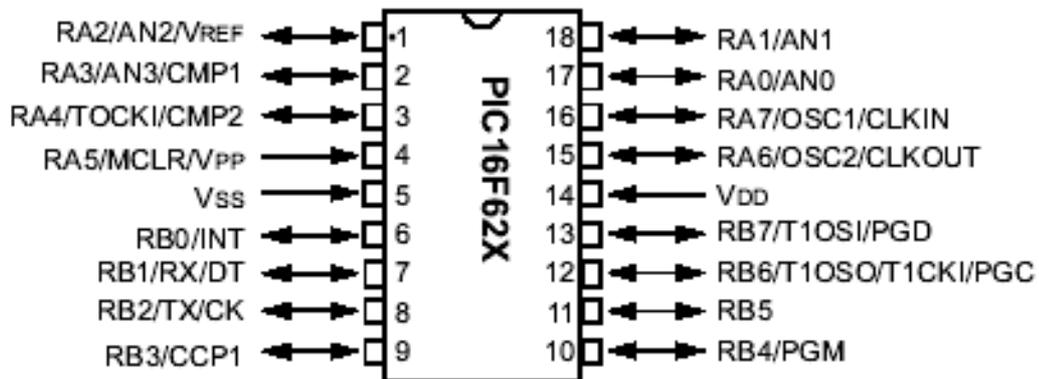
- ✓ Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones.
- ✓ Oscilador interno RC (resistencia condensador) de 4MHz.
- ✓ Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos (GOTO y CALL), que requieren 2 ciclos. Hay que especificar que un ciclo de máquina se lleva 4 ciclos de reloj.
- ✓ Opera con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns).
- ✓ Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits.
- ✓ Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro).
- ✓ Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro).
- ✓ Stack de 8 niveles.
- ✓ 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA.
- ✓ Temporizadores.
- ✓ Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM.

Otra característica de los PICs es el manejo de los bancos de registros. En línea general, los registros se clasifican como de uso general (GPR) y de uso específico o de funciones especiales (SFR).

- ✓ Los registros de uso general pueden ser usados directamente por el usuario, sin existir restricciones. Pueden servir para almacenar resultados que se reciben desde el registro W (acumulador), datos que provienen de las puertas de entradas, etc.
- ✓ Los registros de uso específicos no pueden ser usados directamente por el usuario. Estos registros controlan prácticamente todo el funcionamiento del microcontrolador, pues toda la configuración necesaria para funcionamiento del microcontrolador es hecho a través de algún tipo de SFR.

### 3.1.1.2. Pines y Funciones

Excluyendo los dos pines de alimentación, todos los 16 pines pueden ser configurados como entradas o salidas, algunos de ellos tienen funciones especiales como se puede observar en la figura III.5.



**Fig. III.5.-** Diagrama de pines del PIC16F628A.

En la Tabla III.II., se describe cada uno de los pines del microcontrolador.

**Tabla III.II.-** Tabla de pines del PIC16F628A con sus funciones especiales.

<b>PIN</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b><i>PORTA: RA0-RA7</i></b>		
17	RA0/AN0	Pin bidireccional I/O, entrada comparador análogo
18	RA1/AN1	Pin bidireccional I/O, entrada comparador análogo
1	RA2/AN2/VREF	Pin I/O, entrada comp. análogo y Voltaje de referencia
2	RA3/AN3/CMP1	Pin I/O, entrada comp. análogo, y salida del comp. análogo 2
3	RA4/T0CKI/CMP2	Pin I/O, entrada reloj TIMER0 y salida del comp. análogo 2
4	RA5/MCLR/VPP	Pin de entrada, en modo MCLR activa RESET externo
15	RA6/OSC2/CLKOUT	Pin I/O, entrada de Osc. Externo, salida de ¼ de frec. Osc1
16	RA7/OSC1/CLKIN	Pin I/O, entrada de oscilador externo, entrada de reloj externo
<b><i>PORTB: RB0-RB7</i></b>		
6	RB0/INT	Pin I/O, entrada de interrupción externa.
7	RB1/RX/DT	Pin I/O, entrada de dato RS232, I/O dato serial asincrónico
8	RB2/TX/CK	Pin I/O, salida de dato RS232, I/O señal de reloj asincrónico
9	RB3/CCP1	Pin I/O, módulo CCP/PWM entrada o salida
10	RB4/PGM	Pin I/O, entrada del voltaje bajo de programación
11	RB5	Pin I/O
12	RB6/T1OSO/T1CKI	Pin I/O, salida oscilador TIMER1, entrada reloj de ICSP
13	RB7/T1OSI	Pin I/O, entrada oscilador TIMER1, I/O datos de ICSP
<b><i>Otros pines</i></b>		
14	VDD	Pin de alimentación positiva. De 2 a 5,5 Vcc.
5	VSS	Se conecta a tierra

Los dos puertos A y B del PIC16F628A entregan un total de 200mA cada uno, es decir 25 mA cada pin.

### 3.1.2. PIC16F877A

El microcontrolador PIC16F877A (Véase Figura III.6.) pertenece a una gran familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos) que tienen las siguientes características generales que los distinguen de otras familias:

- ✓ Arquitectura Harvard.
- ✓ Tecnología RISC.
- ✓ Tecnología CMOS.

Estas características se conjugan para lograr un dispositivo altamente eficiente en el uso de la memoria de datos y programa; y, por lo tanto en la velocidad de ejecución.



**Fig. III.6.-** Presentación más popular del PIC16F877A.

#### 3.1.2.1. Características del PIC16F877A

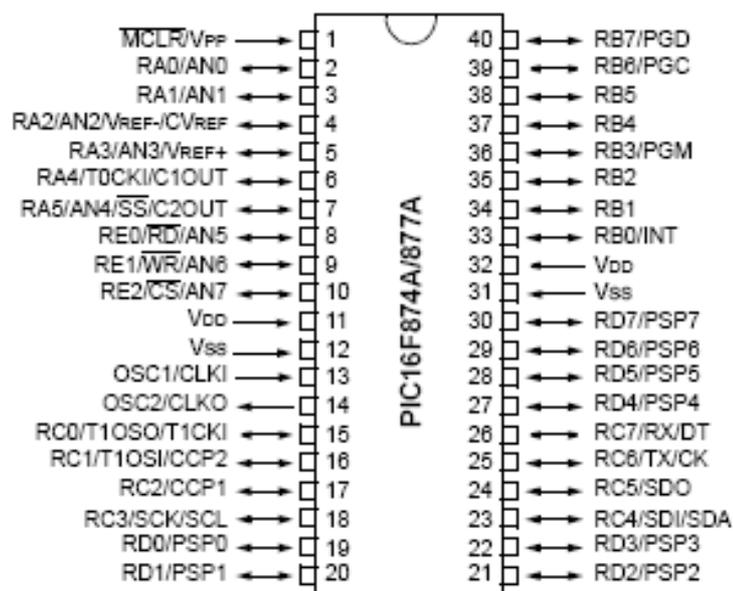
La siguiente es una lista de las características que comparte el PIC16F877A con los dispositivos más cercanos de su familia: PIC16F873/PIC16F874/PIC16F876/PIC16F877.

- ✓ CPU RISC, sólo 35 instrucciones que aprender.

- ✓ Todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo de reloj, excepto los saltos que requieren dos.
- ✓ Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz (DC a 200 nseg. de ciclo de instrucción).
- ✓ Hasta 8k x 14 bits de memoria Flash de programa y hasta 368 bytes de memoria de datos (RAM).
- ✓ Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- ✓ Hasta 4 fuentes de interrupción.
- ✓ Stack de hardware de 8 niveles.
- ✓ Reset de encendido (POR).
- ✓ Timer de encendido (PWRT).
- ✓ Timer de arranque del oscilador (OST).
- ✓ Sistema de vigilancia Watchdog timer.
- ✓ Protección programable de código.
- ✓ Modo SEP de bajo consumo de energía.
- ✓ Programación y depuración serie "In-Circuit" (ICSP) a través de dos patitas.
- ✓ Rango de voltaje de operación de 2.0 a 5.5 Voltios.
- ✓ Alta disipación de corriente de la fuente: 25mA.

### **3.1.2.2. Diagrama de bloques del PIC16F877A**

En la figura III.7. Se muestra el diagrama de patitas del PIC16F877A, en la Tabla III.III, se describe la función de cada pin.



**Fig. III.7.-** Diagrama de pines del PIC16F877A.

**Tabla III.III.-** Tabla de pines del PIC16F877A con sus funciones especiales.

PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<b>PORTA: RA0-RA5</b>		
2	RA0/AN0	Pin bidireccional I/O, entrada analógica 0
3	RA1/AN1	Pin bidireccional I/O, entrada analógica 1
4	RA2/AN2/V <sub>REF-</sub> /CV <sub>REF</sub>	Pin I/O, entrada anal. 2 , entrada de voltaje de REF A/D
5	RA3/AN3/ V <sub>REF+</sub>	Pin I/O, entrada anal. 3, entrada de voltaje de REF A/D
6	RA4/T0CKI/C1OUT	Pin I/O, entrada reloj TIMER0 y salida del comparador 1
7	RA5/AN4/C2OUT	Pin I/O, entrada anal. 4, y salida del comparados 2
<b>PORTB: RB0-RB7</b>		
33	RB0/INT	Pin I/O, entrada de interrupción externa.
34	RB1	Pin I/O
35	RB2	Pin I/O
36	RB3/PGM	Pin I/O, entrada del voltaje bajo de programación
37	RB4	Pin I/O
38	RB5	Pin I/O
39	RB6/PGC	Pin I/O

<b>PIN</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN (CONTINUACIÓN)</b>
40	RB7/PGD	Pin I/O
<b><i>PORTC: RC0-RC7</i></b>		
15	RC0/T1OSO/T1CKI	Pin I/O, salida oscilador TIMER1, entrada reloj de ICSP
16	RC1/T1OSI/CCP2	Pin I/O, entrada TIMER1, salida de comparador 2
17	RC2/CCP1	Pin I/O, salida de comparador 1
18	RC3/SCK/SCL	Pin I/O, I/O reloj serial sincrónico para modo SPI y modo I <sup>2</sup> C
23	RC4/SDI/SDA	Pin I/O, entrada de dato SPI, I/O dato I <sup>2</sup> C
24	RC5/SDO	Pin I/O, salida de dato SPI
25	RC6/TX/CK	Pin I/O, transmisor asincrónico USART
26	RC7/RX/DT	Pin I/O, receptor asincrónico USART
<b><i>PORTD: RD0-RD7</i></b>		
19	RD0/PSP0	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
20	RD1/PSP1	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
21	RD2/PSP2	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
22	RD3/PSP3	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
27	RD4/PSP4	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
28	RD5/PSP5	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
29	RD6/PSP6	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
30	RD7/PSP7	Pin I/O, o puerto paralelo esclavo
<b><i>PORTE: RE0-RE2</i></b>		
8	RE0/RD/AN5	Pin I/O, control de lectura para el puerto esclavo paralelo, entrada anal.5
9	RE1/WR/AN6	Pin I/O, control de escritura para el puerto esclavo paralelo, entrada anal.6
10	RE2/CS/AN7	Pin I/O, selección del chip para puerto esclavo paralelo, entrada anal.7
<b><i>Otros pines</i></b>		
11,32	VDD	Pin de alimentación positiva. De 2 a 5,5 Vcc.
12,31	VSS	Se conecta a tierra

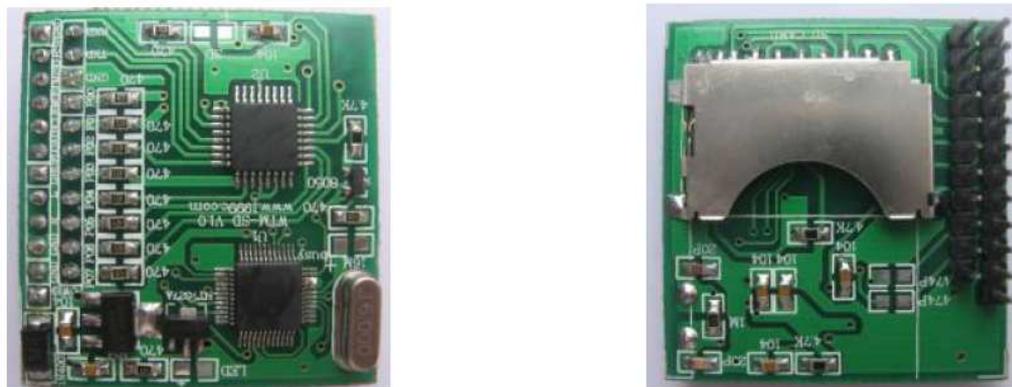
PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN (CONTINUACIÓN)
13	OSC1/CLKI	Oscilador de cristal o entrada de reloj externo
14	OSC2/CLKO	Oscilador de cristal o salida de reloj
1	MCLR/VPP	Activa el RESET externo.

### 3.2. Módulo Reproducción de Sonidos

Uno de los bloques que forma parte de este proyecto, es el Sistema de grabación y reproducción de los sonidos de figuras o animales que se desea emitir, para lo cual se optó por utilizar el circuito integrado WTM – SD (Ver Fig. III.8).

#### 3.2.1. Características del Módulo WTM – SD

- Soporta archivos de formato MP3.
- Soporta Memory Card de 2Gb máximo.
- Voz de cambio en tarjeta de SD fácilmente por PC.
- Cuatro tipos de modos de mando: Modo Standard, modo importante, modo paralelo, modo de serie.
- Dimensión: 41mm X 39mm



**Fig. III.8.-** Descripción del módulo WTM – SD

### 3.2.1.1. Descripción de pines del módulo WTM – SD

**Tabla III.IV.-** Tabla de pines del Módulo WTM – SD con sus funciones especiales.

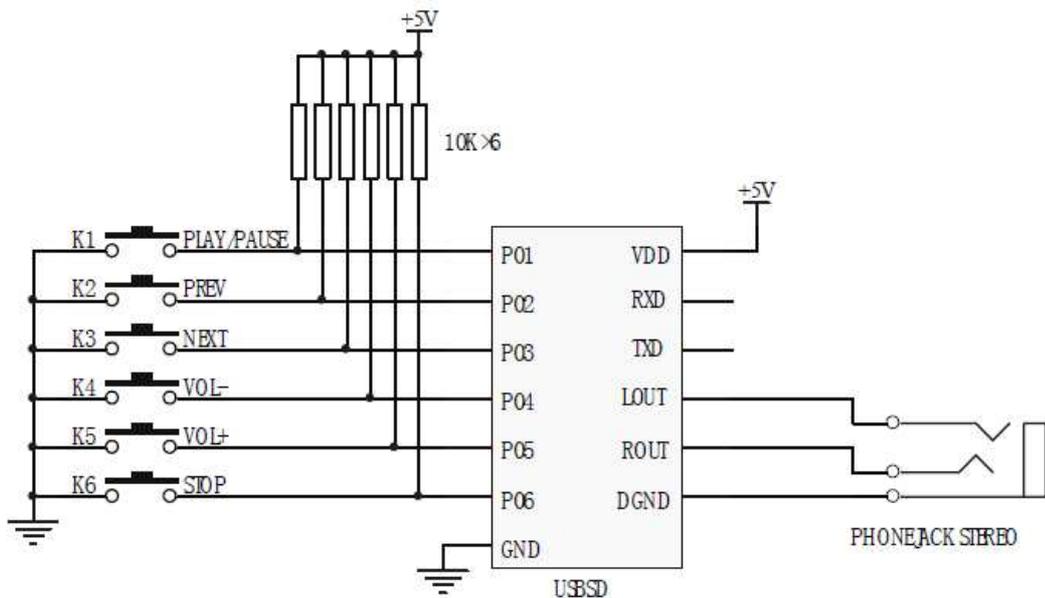
PIN	NAME	FUNCTION
1	DC5V—9V	DC 5V---9V
2	GND	GND FOR POWER
3	GND	GND FOR AUDIO
4	TXD	TRANSFER SERIAL DATA
5	RXD	RECEIVE SERIAL DATA
6	NC	NC
7	NC	NC
8	NC	NC
9	NC	NC
10	RST	NC
11	GND	GND FOR POWER
12	BUSY	BUSY SIGNAL
13	P01	I/O
14	P02	I/O
15	P03	I/O
16	P04	I/O
17	P05	I/O
18	P06	I/O
19	GBUF*	ANALOG GROUND
20	R	AUDIO OUTPUT R
21	L	AUDIO OUTPUT L
22	GND	DIGITAL GROUND

### 3.3. Modo de Control del módulo WTM – SD

#### 3.3.1. Modo Standard (Ver Fig. III.9.)

- P01 PLAY/PAUSE

- P02 PREVIOUS
- P03 NEXT
- P04 VOLP05
- VOL+
- P06 STOP



**Fig. III.9.-** Conexión del módulo WTM – SD en Modo Standard.

P01-----P06 sus estados naturales son en ALTO, se activan en negativo.

Los archivos mp3 deben nombrarse ordenadamente 000.mp3, 001.mp3, 002.mp3, 003.mp3....

### 3.3.2. Modo Importante (Key Mode) (Ver Fig. III.10.)

Cada pin corresponde un grupo (voz) .Total 6 grupos, Nombrados 000.mp3, 001.mp3, 002.mp3, 003.mp3, 004.mp3, 005.mp3.

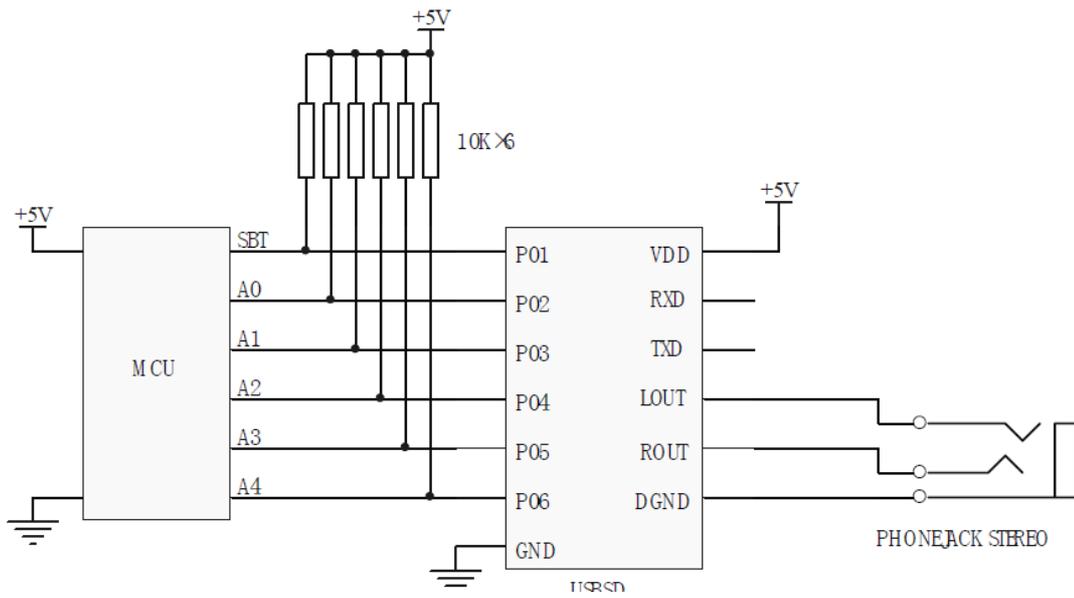
P01 000.mp3

P02 001.mp3

P03 002.mp3

P04 003.mp3





**Fig. III.11.-** Descripción del módulo WTM – SD en Modo Paralelo

De 00H-----1FH, total 32 direcciones, correspondiendo a 32 grupos de voz.

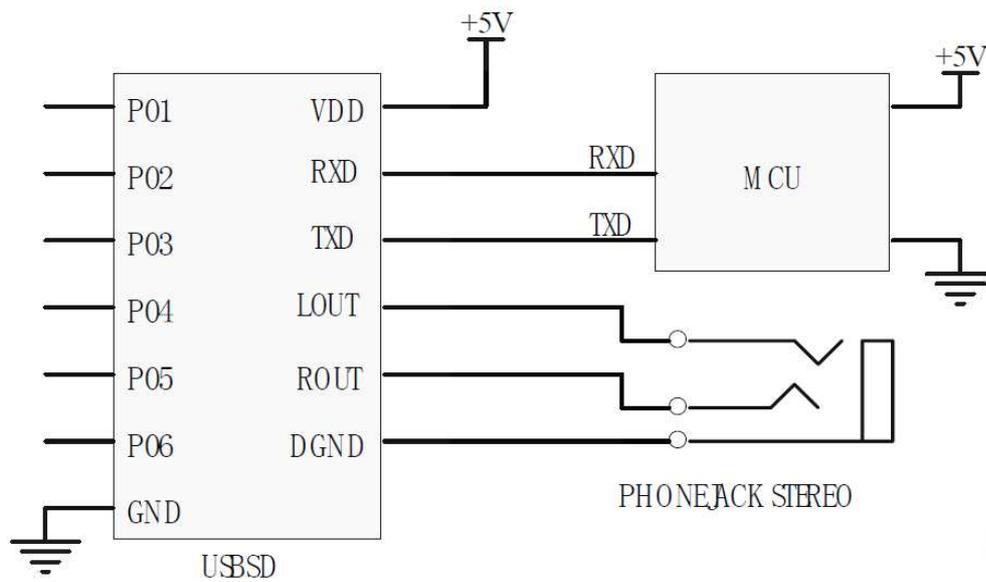
Ponga mediante los pines (P02-P06) la dirección que quiera, entonces el pin P01 hará que el dispositivo reproduzca la voz de dicha dirección.

**Tabla III.V.-** Tabla de funcionamiento del módulo WTM – SD en Modo Paralelo.

Files name	P06 (MSB)	P05	P04	P03	P02 (LSB)	P01
000. mp3	0	0	0	0	0	Negative edge trigger
001. mp3	0	0	0	0	1	
002. mp3	0	0	0	1	0	
003. mp3	0	0	0	1	1	
004. mp3	0	0	1	0	0	
005. mp3	0	0	1		1	
006. mp3	0	0	1	1	0	
007. mp3	0	0	1	1	1	
008. mp3	0	1	0	0	0	
009. mp3	0	1	0	0	1	
010. mp3	0	1	0	1	0	
011. mp3	0	1	0	1	1	
012. mp3	0	1	1	0	0	
013. mp3	0	1	1	0	1	
014. mp3	0	1	1	1	0	
015. mp3	0	1	1	1	1	
016. mp3	1	0	0	0	0	
017. mp3	1	0	0	0	1	
018. mp3	1	0	0	1	0	
019. mp3	1	0	0	1	1	
020. mp3	1	0	1	0	0	
021. mp3	1	0	1	0	1	
022. mp3	1	0	1	1	0	
023. mp3	1	0	1	1	1	
024. mp3	1	1	0	0	0	
025. mp3	1	1	0	0	1	
026. mp3	1	1	0	1	0	
027. mp3	1	1	0	1	1	
028. mp3	1	1	1	0	0	
029. mp3	1	1	1	0	1	
030. mp3	1	1	1	1	0	
031. mp3	1	1	1	1	1	

### 3.3.4. Modo Serial (Ver Fig. III.12.)

Cronometra como base una comunicación serial Standard RS232, baudio proporcional de 9600, hizo el siguiente protocolo de comunicación. Este es: primero el código de inicio, longitud de los datos, conjunto de dígitos que corresponden a la carpeta seguido del número de la canción, terminando con código de finalización.



**Fig. III.12.-** Descripción del módulo WTM – SD en Modo Serial.

Formato del código de programación en modo serial (Ver Tabla III.VI):

**Tabla III.VI.-** Tabla de formato de código del módulo WTM – SD en Modo Serial.

Start Code	Data Length	Operate Code	Folder Name (tens)	Folder Name (unit)	File Name (hundred)	File Name (thens)	File Name (unit)	End Code
7E	07	XX	XX	XX	XX	XX	XX	7E

Código de Inicio: 7E

Longitud de los Datos: Incluye todos los bytes excepto el código de inicio y código de finalización. Incluye los bytes de Longitud de Datos.

Código de operación (ver Tabla III.VII.):

**Tabla III.VII.-** Tabla de funcionamiento del módulo WTM – SD en Modo Serial.

DESCRIPCION	CODIGO DE OPERACIÓN	DATO
PLAY(REPLAY) ADVERTISEMENT	A0H	xx xx xx xx xx
PAUSE ADVERTISEMENT	A1H	None
PLAY ADVERTISEMENT FROM PAUSE	A2H	None
STOP ADVERTISEMENT	A3H	None
ADJUST VOLUME	A4H	0—8 (0-8 levels volume)
PLAY(REPLAY)BACKGRA OUND MUSIC	B0H	xx xx xx xx xx
PAUSE BACKGROUND MUSIC	B1H	None
PLAY BACKGROUND MUSIC FROM PAUSE	B2H	None
STOP BACKGROUND MUSIC	B3H	None

Nombre de las carpetas:

Los nombres de las carpetas deben ser advert00, advert01... advert99, suman un total de 99 carpetas.

Tomemos la carpeta advert01 por ejemplo, la forma de referirnos a esta carpeta será

Código de inicio: 7E

Decena “0” código de ASCII “30H”

Unidad”1” código de ASCII es “31H”

Tomemos la misma carpeta, con la canción 682:

Centena “6” código de ASCII es “36H”

Decena “8” código de ASCII es “38H”

Unidad “2” código de ASCII es “32H”

Código de finalización: 7e

Por ejemplo:

Para tocar la canción 002.mp3 en la carpeta advert01, entonces enviaremos los 9 bytes de datos siguientes. Formato de comunicación (ver Tabla III.VIII.):

**Tabla III.VIII.-** Tabla de código de PLAY del módulo WTM – SD en Modo Serial.

Start Code	Data Length	Operate Code	Folder Name (tens)	Folder Name (unit)	File Name (hundred)	File Name (thens)	File Name (unit)	End Code
7E	07	A0	30	31	30	30	32	7E

Para pausar la canción, enviaremos los datos (ver Tabla III.IX.):

**Tabla III.IX.-** Tabla de código de PAUSA del módulo WTM – SD en Modo Serial.

Start code	Data length	Pause code	End Code
7E	02	A1	7E

### Archivos en tarjeta de SD.

En Modo Standard, Modo Importante, Modo Paralelo, sólo se puede leer la carpeta advert01.

En modo serial, puede leer carpetas desde advert00,advert01..... hasta advert99.

Los archivos de música internos en cada carpeta se nombran desde 001.mp3 ,002.mp3 ,003.mp3,... hasta 999.mp3

Cómo escoger los modos:

Si escoge Modo Standard, Modo Importante o Modo Paralelo, nosotros creamos un archivo con extensión “.txt” en la carpeta advert01, cuyo contenido será el número 1 o 2

o 3(1 medios el modo Standard, 2 en modo importante, 3 medios el modo paralelo).  
Entonces renombramos este archivo como “cof.mp3.”

Si la conexión del circuito es el modo serial, creamos el archivo con extensión “.txt”  
con el número 1 y lo renombramos “cof.mp3”

### **3.3. Módulos de Transmisión Inalámbrica**

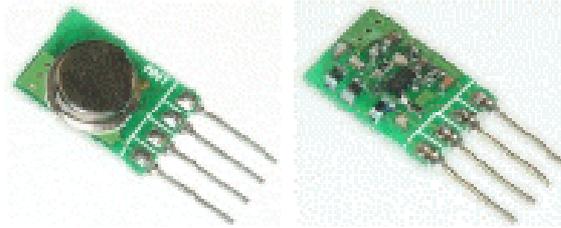
Una de las maneras más prácticas para realizar una comunicación en espacios limitados, no a mucha distancia, como por ejemplo dentro de una casa, es de modo remoto por medio de algún enlace, para ello emplearemos en este proyecto de tesis una transmisión de datos por radiofrecuencia, utilizando los módulos TWS-434A y RWS-434S.

#### **3.3.1. TWS-434A y el RWS-434S**

Los módulos TWS-434 y RWS-434 son sencillos de utilizar, extremadamente pequeños y nos permiten realizar controles remotos de Radio Frecuencia (RF) a 433 Mhz, pueden ser usados en alarmas para vehículos, sistemas de seguridad, teléfonos inalámbricos, control de robots y otros sistemas de control remoto.

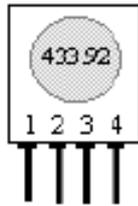
##### **3.3.1.1. Módulo Transmisor TWS-434A**

El TWS-434A tiene una potencia de salida de hasta 8mW, ya viene ajustado a una frecuencia de 433.92MHz, emplea una modulación de tipo AM; alcanzando distancias de aproximadamente 140 metros en espacios abiertos y de 60 metros en espacios internos donde se tengan obstáculos. La fig. III.13., muestra una fotografía de este módulo.



**Fig. III.13.-** Módulo de transmisión inalámbrica TWS-434A.

A continuación en la figura III.14., se describe los pines de conexión de este módulo.



Pin 1. Gnd

Pin 2. Entrada de dato

Pin 3. Vcc

Pin 4. Conexión a la Antena, (Salida de radiofrecuencia)

**Fig. III.14.-** Descripción de los pines del TWS-434A.

Características:

- ✓ Frecuencia : 433MHz
- ✓ MODULACION : AM
- ✓ RF output : 8mW
- ✓ Alimentación: 2 - 12 Vdc.

**Tabla III.X.-** Especificaciones Eléctricas del TWS-434A.

Símb.	Parámetro	Condición	Min	Típico	Max	Un.
Vcc	Voltaje de operación	-	2.0	-	12.0	V
Ip	Corriente máxima	2V / 12 V	-	1.64/19.4	-	mA
Vih	Voltaje máx. entrada	Idato = 100uA	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
Vil	Voltaje min. entrada	Idato = 0uA	-	-	0.3	V
Fo	Frecuencia de operación	-	433.90	433.92	433.94	MHz
Po	RF Poder de salida- 50Ω	Vcc = 9 a 12V Vcc = 5 a 6 v	-	16 14	-	dBm
Dr	Rango de datos	Código externo	-	2.4K	3K	Bps

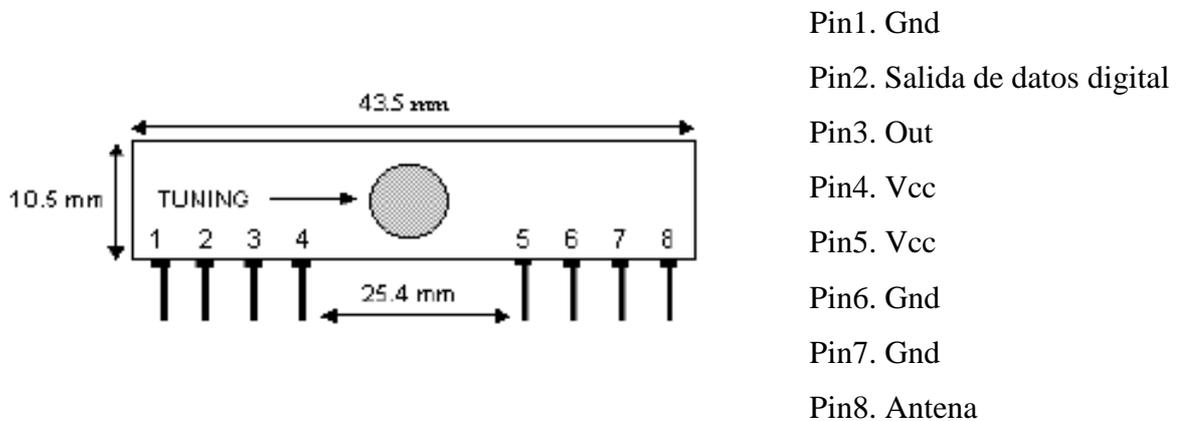
### 3.3.1.2. Módulo Receptor RWS-434S

El receptor RWS-434 se muestra en la figura III.15., allí se aprecia que posee ocho pines y que su tamaño es reducido, no mayor al tamaño de una pila AA. Este receptor posee la ventaja de que su frecuencia pueda ser ajustable gracias a un capacitor variable que viene incorporado.



**Fig. III.15.-** Módulo de recepción inalámbrica RWS-434.

La asignación de los pines es como sigue en la figura III.16:



**Fig. III.16.-** Descripción de los pines del RWS-434.

Características:

- ✓ Alimentación: 3.5 a 6VDC
- ✓ Alcance: 140 metros al aire libre y hasta 30m en interiores.
- ✓ Alta frecuencia AM (303.92/315/418/433.92 MHZ)

- ✓ Rata de datos 4800 bps.
- ✓ Aplicaciones en sistemas inalámbricos de seguridad, alarmas para vehículos, comunicación de datos, control remoto para puertas, etc.

**Tabla III.XI.-** Especificaciones Eléctricas del RWS-434.

Símb.	Características	Condiciones	Mín.	Tip.	Máx.	Un.
$V_{cc}$	Voltaje de alimentación		1,5	-	12	V
$I_{cc}$	Corriente máxima		-	5	9	mA.
$V_{ih}$	Voltaje máximo entrada	$I_{dato}=100\mu A$ (alto)	$V_{cc}-0,5$	-	$V_{cc}$	V
$V_{il}$	Voltaje mínimo entrada	$I_{dato}=0\mu A$ (bajo)	-	-	0,3	V
$P_{out}$	Potencia RF sobre 50 ohm		-3	0	+2	dBm
$T_{bw}$	Ancho banda modulación	Codificación externa	-	5	-	kHz
$T_r$	Flanco subida modulación		-	-	100	$\mu$ seg.
$T_f$	Flanco bajada modulación		-	-	100	$\mu$ seg.
	Alcance			20		m

### Antena



**Fig.III.17.-** Antena tipo látigo,  $\frac{1}{4}$  de onda.

Para máxima eficiencia se recomienda utilizar Antenas del tipo látigo de 1/4 de onda. La mostrada en la figura III.17, se alimenta a través de la base con cable coaxial RG-174, el cual puede soldarse directamente al TWS-434 O RWS-434 o en la placa base.

### **Características**

- ✓ Bajo costo
- ✓ Rendimiento excelente
- ✓ Modelo Omni-direccional
- ✓ Amplio ancho de banda
- ✓ Flexible
- ✓ 8½-pulgadas, RG-174 de cable coaxial
- ✓ A prueba de intemperie

### **Especificaciones eléctricas**

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| ✓ Frecuencia de operación | 433MHz                     |
| ✓ Ancho de banda          | 80MHz                      |
| ✓ Longitud de onda        | 1/4-de onda                |
| ✓ Impedancia              | 50 Ohms                    |
| ✓ Cable                   | 8½-pulgadas RG-174 coaxial |

# CAPÍTULO IV

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN**

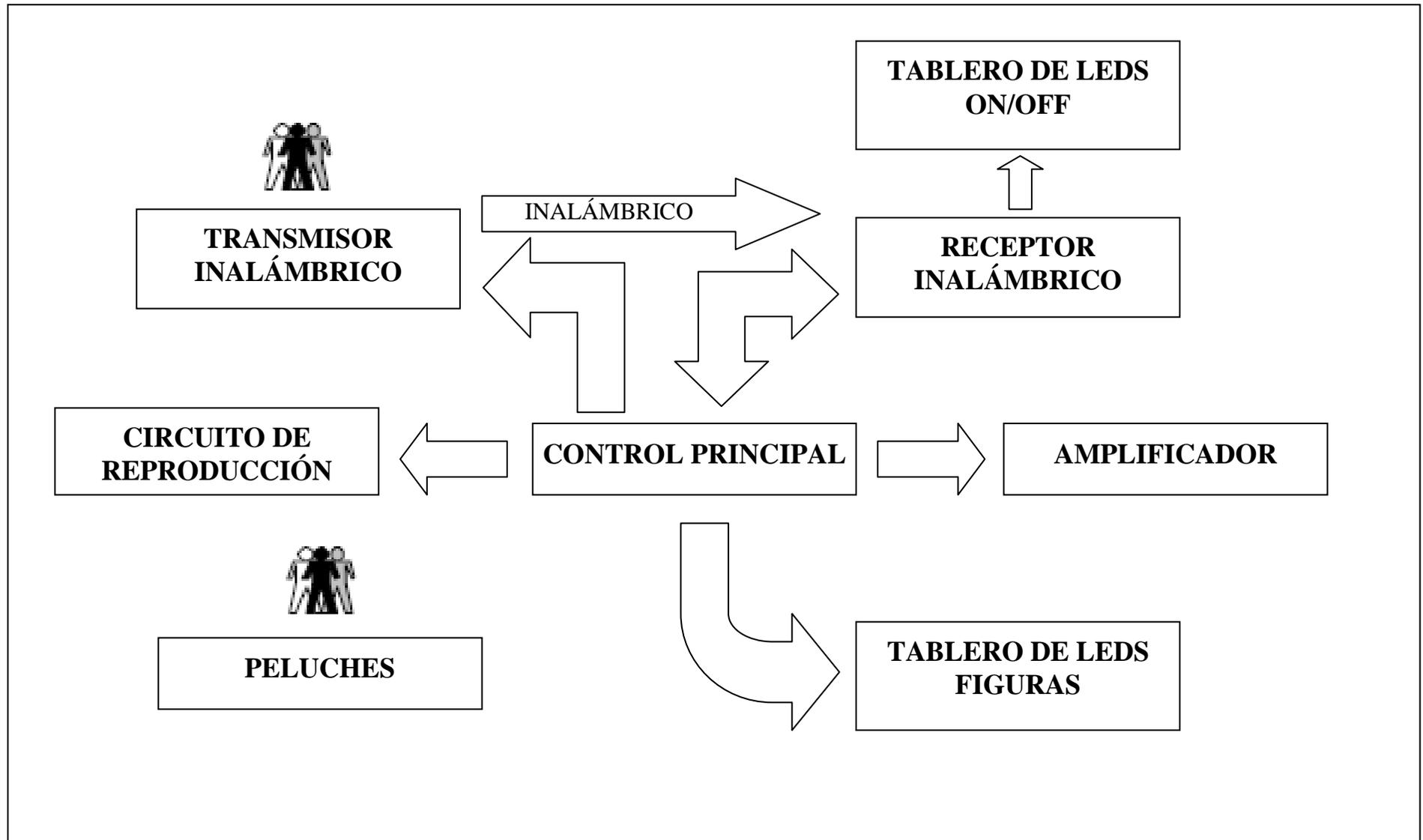
En este capítulo se da a conocer el conjunto de especificaciones tanto en el Hardware como en el Software que integran los dispositivos, permitiendo su implementación. El equipo principal de control de ayuda en la rehabilitación para niños con capacidades especiales, consiste a breves rasgos en un dispositivo, que contiene varias etapas: la primera etapa se basa en un conjunto de sonidos de relajación los cuales pueden ser accionados en un banco de pulsadores incorporados en el control principal en modo “reset”. La segunda etapa consta de un banco de leds conectados a nuestro control principal los cuales son accionados con los pulsadores antes mencionados en modo “opciones”. Estos pulsadores además de accionar los leds, accionan un conjunto de sonidos, los cuales pueden ser cambiados por el terapeuta en cualquier momento (debido a que el módulo de reproducción tiene una tarjeta SD para reproducir dichos sonidos). La tercera etapa está conectada a los dispositivos inalámbricos para realizar otros controles abajo explicados. Tiene incorporado un sistema de amplificación para poder oír tanto mediante parlantes como por medio de auriculares, tiene otro circuito muy

importante integrado a él, es el circuito de grabación y reproducción de audio mediante el circuito integrado WTM – SD el cual como ya se explicó con anterioridad, puede cambiar a cualquier archivo de audio en formato MP3 que contenga en su memoria SD para poder utilizarlo en el trabajo con los niños.

Los dispositivos de control inalámbricos constan de dos partes: el transmisor que se encuentra conformado por un banco de pulsadores en el piso los cuales envían señales al receptor que se encuentra en la pared conformada por un banco de leds que los enciende dependiendo del pulsador accionado, a su vez el receptor envía una señal alámbrica al equipo principal para que este accione los diferentes sonidos necesarios para de esta manera trabajar con los niños en su parte motriz – auditiva.

La tercera parte de los dispositivos está conformada por peluches accionados al pulso los cuales encienden bancos de leds incorporados en dichos peluches, esto hace reaccionar al niño en su parte motriz – visual.

Partiendo del funcionamiento de los diversos Equipos, el circuito electrónico desarrollado sigue las etapas que se muestran en el diagrama de bloques de la Fig. IV.18.



**Fig. IV.18.-** Diagrama de bloques del Sistema Electrónico

Los circuitos electrónicos tanto del Transmisor, Receptor como la Estación de Control y sus correspondientes circuitos impresos PCB (Print Circuit Board), se presentan en el Anexo III.

#### **4.1. Diseño del Hardware**

Las etapas que conforman el Sistema son cinco:

- ✓ Etapa de Control Principal.
- ✓ Etapa de Transmisión inalámbrica.
- ✓ Etapa de Recepción inalámbrica.
- ✓ Etapa de Grabación/Reproducción de Audio.
- ✓ Etapa de Control de Peluches.

##### **4.1.1. Etapa de Control Principal**

Para el diseño de esta etapa se consideró las sugerencias dadas por el terapeuta de la Institución. Partiendo de estas sugerencias se diseñó e implementó la etapa principal para que funcione de la siguiente manera:

Se utilizó el microcontrolador PIC 16F877A debido a su gran número de puertos de entrada/salida.

Consta de un banco de diez pulsadores, los cuales son controlados por 5 opciones y un modo Reset (controlado por un sexto pulsador). Mientras el control está en modo Reset, los diez pulsadores accionarán 10 melodías de relajación que serán la parte de entrada para poder trabajar con los niños.

Luego de trabajar su parte de relajación; mediante los cinco pulsadores llamados opciones, podemos hacer que los diez pulsadores anteriores emitan otros sonidos y

accionen a su vez bancos de leds (dependiendo del pulsador accionado) los cuales harán visibles figuras por un determinado periodo de tiempo lo cual ayuda a trabajar en el niño la parte visual – auditiva y del pensamiento pues el niño deberá reconocer dicha figura al verla y oírla; cabe resaltar que además de esto podremos cambiar el tiempo de encendido de dichos leds para poder trabajar con niños de mayor o menor poder de captación.

El control principal es capaz de accionar o no, tanto la etapa de las figuras antes mencionadas como la etapa inalámbrica.

El software encargado de realizar el envío de la señal, se explica más adelante.

La Figura IV.19 muestra el Circuito de Control Principal y en la Tabla IV.XII., se indican los materiales empleados para esta etapa.

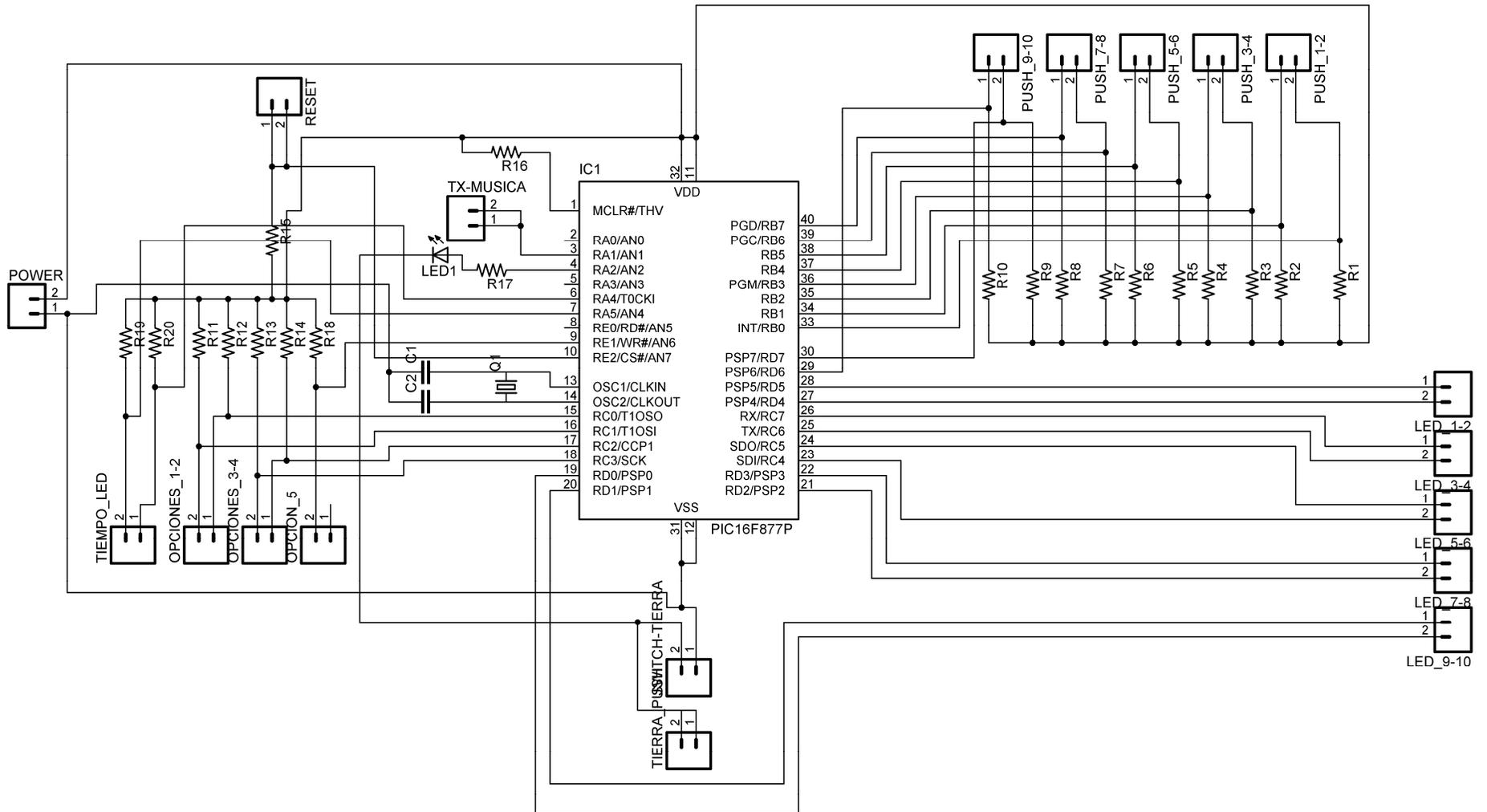


Fig. IV.19.- Circuito de control principal.

**Tabla IV.XII.-** Lista de materiales de la etapa de control Principal.

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
1	PIC 16F877	Microcontrolador de 40 pines
18	Resistencias	Resistencias de 4.7 K
19	Torres	Torres de 2 pines c/u.
18	Pulsadores	Pulsadores
1	Interruptor	Interruptor simple a "0" lógico
1	Cristal	1 cristal de 4 Mhz
2	Capacitores	Capacitores cerámicos de 22 pf

#### **4.1.2. Etapa de transmisión inalámbrica**

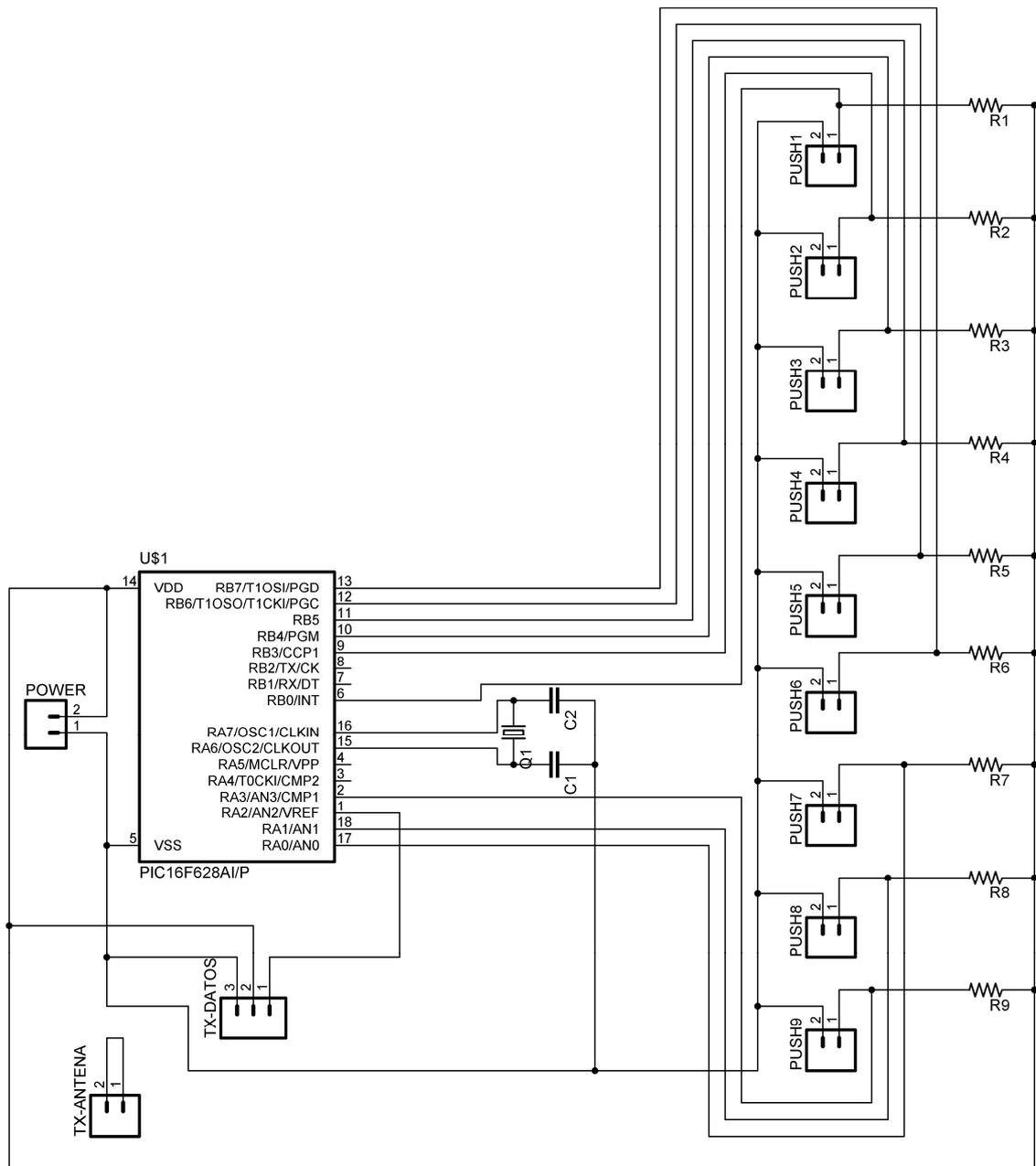
Para el diseño de esta etapa se consideró el alcance o área de cobertura que debe cubrir el módulo inalámbrico, como el trabajo del Sistema se remite a un espacio equivalente a un cuarto de tamaño moderado, se escogió emplear los módulos TWS-434, RWS-434, y el PIC16F628A. Para mayor información de estos circuitos refiérase al capítulo III ó a las hojas de datos (Data Sheet) del Anexo II.

El módulo transmisor se trata de un dispositivo pequeño, compacto y liviano adherido a un tablero en la pared.

Cuando el niño con capacidad especial y el terapeuta; que, son quienes manejan estos equipos, se encuentren en el cuarto, este será cerrado para poder trabajar individualmente (o en grupo si el caso lo requiere) de manera tranquila y sin interrupciones para obtener la mejor atención del niño, de esta manera podremos

trabajar mejor sus partes motriz – auditiva – visual y lograr un buen resultado del trabajo. El software encargado de realizar el envío de la señal, se explica más adelante.

La Figura IV.20 muestra el Circuito de Transmisión Inalámbrica y en la Tabla IV.XIII., se indican los materiales empleados para esta etapa.



**Fig. IV.20.-** Circuito de transmisión inalámbrica.

**Tabla IV.XIII.-** Lista de materiales de la etapa de transmisión inalámbrica.

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
1	TWS 434	Módulo de transmisión digital serial inalámbrica
1	Antena	Antena normal de radio
1	PIC 16F628A	Microcontrolador de 18 pines
9	Resistencias	Resistencias de 4.7 K.
1	Interruptor	Interruptor a “0” lógico
1	Interruptor	Interruptor doble a “0” lógico
13	Torres	Torres de 2 pines c/u.
1	Cristal	Cristal de 4 Mhz
2	Capacitores	Capacitores de 22pf

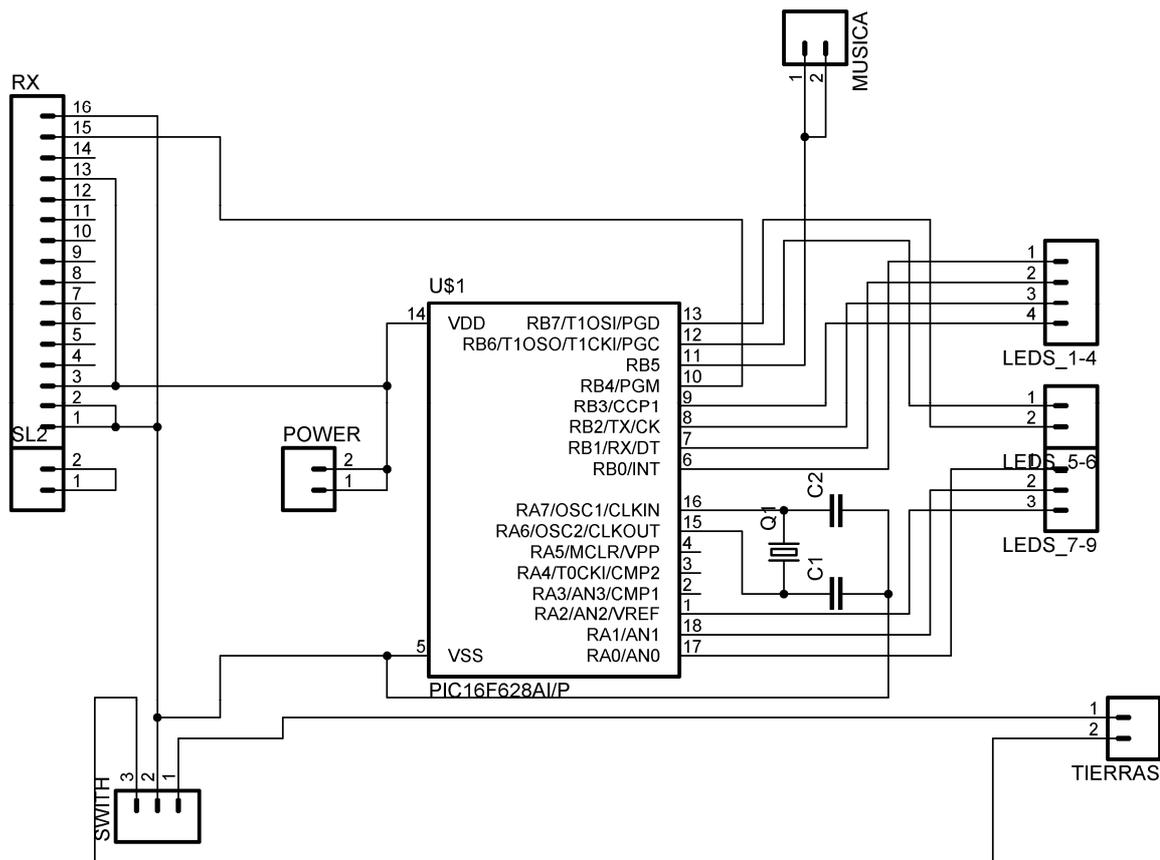
#### **4.1.3. Etapa de recepción inalámbrica**

En esta etapa se empleo el receptor RWS-434, para mayor información refiérase al capítulo III, ó al Anexo II.

La etapa de Recepción inalámbrica, ha sido realizada mediante el empleo de un PIC 16F628A, el mismo que contiene el algoritmo, es decir el software de manejo y control del banco de leds de la pared y la orden de reproducción de sonidos.

La etapa de recepción se encarga de recibir la señal trasmitida por el TWS, este dato es ingresado por el pin RA1, e inicia el proceso de reproducción del sonido.

A continuación se muestra el circuito de recepción inalámbrica en la Figura IV.21; y, en la Tabla IV.XIV, se enumeran los elementos empleados en esta etapa.



**Fig. IV.21.-** Circuito de recepción inalámbrica.

**Tabla IV.XIV.-** Lista de materiales de la etapa de recepción inalámbrica.

Cantidad	Detalle	Descripción
1	RWS-434 S	Módulo de recepción digital serial inalámbrica
1	Antena	Antena normal de radio
1	PIC 16F628A	Microcontrolador de 18 pines
14	Torres	Torres de 2 pines c/u.
1	Cristal	Cristal de 4 Mhz
2	Capacitores	Capacitores de 22 pf.

#### **4.1.4. Etapa de Grabación/Reproducción de Audio**

El bloque de Grabación/Reproducción de audio tiene la función de almacenar los diferentes sonidos a utilizar por el terapeuta. Dichos sonidos, ya sean de relajación o de sonidos de diferentes tipos de figuras pueden ser cambiados en la memoria SD por el terapeuta. Esta etapa esta conformada primordialmente por el circuito integrado WTM – SD (ver capitulo III).

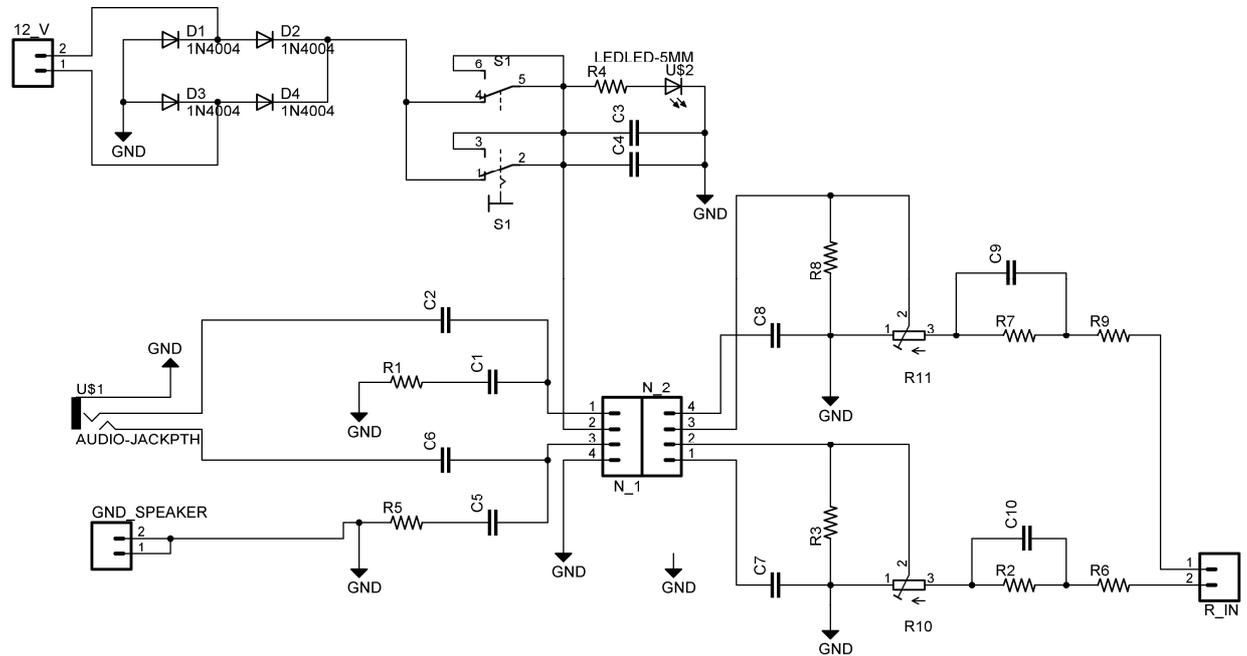
Mediante la memoria SD como ya se mencionó se pueden grabar todos los sonidos y melodías a utilizar en formato MP3. Su funcionamiento es de fácil uso pues en la actualidad casi todas las personas manejan memorias SD o Micro SD.

Los sonidos se graban en carpetas que sólo se pueden nombrar como advert01, advert02... hasta advert99, dichos sonidos a su vez podrán ser nombrados sólo como 000.mp3, 001.mp3... hasta 999.mp3 por cada carpeta.

Para su reproducción se han utilizado pulsadores comprados y otros hechos para su mejor utilidad y manejo por parte de los niños.

En la reproducción del sonido, la potencia de salida que brinda el integrado WTM – SD es muy pequeña, por lo que se requiere de una etapa de amplificación (en la figura IV.22 se puede apreciar el circuito amplificador, y en la tabla IV. IX se listan los materiales empleados).

El PIC 16F877A y el PIC 16F628A realizan el proceso de reproducción, se emplea los pines RA1, RB5 respectivamente, para el control del módulo WTM – SD.



**Fig. IV.22.-** Circuito de Amplificación.

En la Figura IV.22, se aprecia la conexión eléctrica entre los circuitos de esta etapa; y, la Tabla IV.XV, lista los materiales empleados.

**Tabla IV.XV.-** Lista de materiales en la Amplificación y Reproducción.

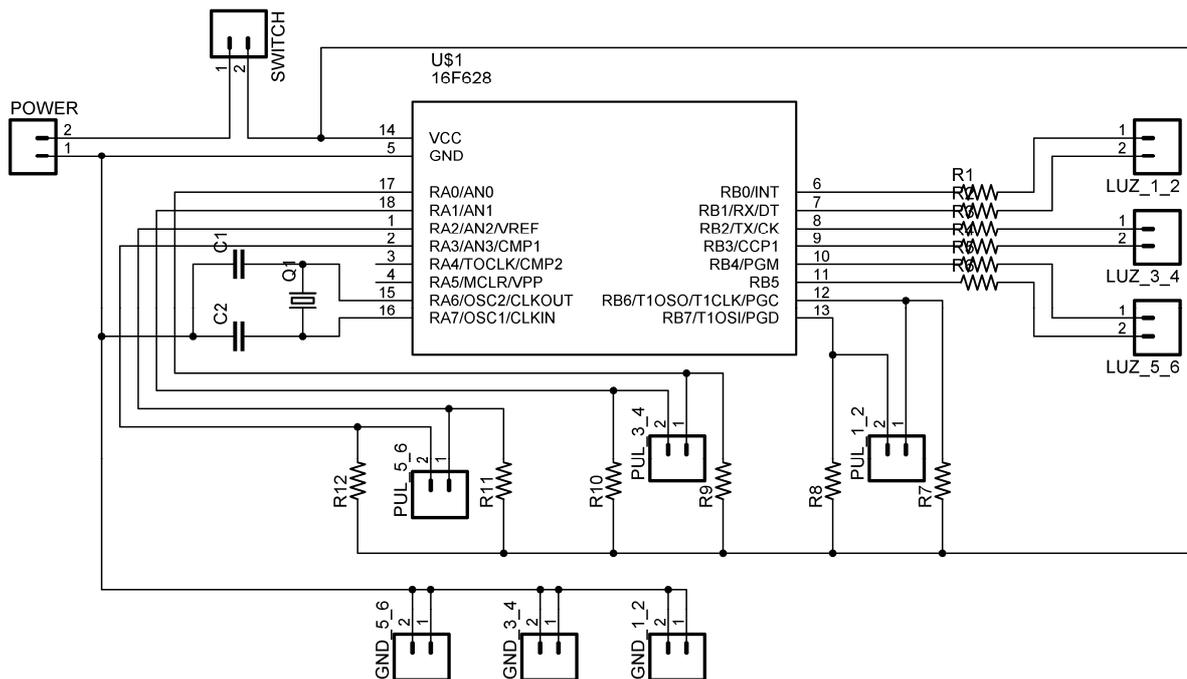
Cantidad	Detalle	Descripción
1	WTM – SD	Módulo de Grabación/Reproducción de sonidos
1	TDA2822	Integrado de amplificación
2	Parlantes	Parlantes de 8Ω
4	Diodos	Diodo 1N4007
1	Potenciómetro	Potenciómetro doble de 50K
2	104	Capacitor cerámico
2	102	Capacitor cerámico
2	220 μF	Capacitor electrolítico
1	470 μF	Capacitor electrolítico
2	22 Ω	Resistencia
4	2.7 KΩ	Resistencia
2	30 KΩ	Resistencia
1	330 Ω	Resistencia
4	Diodos	Diodos 1N4007
6	Torres	Torres de 2 pines c/u.

El amplificador sólo se enciende para reproducir los diferentes sonidos; la etapa de amplificación puede ser alimentada con tensiones entre 5 y 12 Voltios.

#### **4.1.5. Etapa de Control de Peluches**

Esta etapa tiene la función de encender leds internos a cada uno de los seis peluches al pulsar en los mismos.

Es de fácil manejo y es independiente de los demás circuitos, además de poseer varios tipos de encendido de los leds de cada peluche.



**Fig. IV.23.-** Circuito de Peluches.

En la Figura IV.23, se aprecia la conexión eléctrica del circuito utilizando el PIC 16F628A de esta etapa; y, la Tabla IV.XVI, lista los materiales empleados.

**Tabla IV.XVI.-** Lista de materiales en la Amplificación y Reproducción.

Cantidad	Detalle	Descripción
1	16F628A	Microcontrolador de 18 pines
12	4.7 K $\Omega$	Resistencia
1	Interruptor	Interruptor simple a "0" lógico
1	Cristal	Cristal de 4 Mhz
2	Capacitores	Capacitores de 22 pf
11	Torres	Torres de 2 pines c/u.

## 4.2 Diseño del Software

El software fue realizado con ayuda del programa PicBasic Pro de MicroCode Studio; PicBasic Pro es un programa editor de texto diseñado exclusivamente para facilitar la programación de los microcontroladores, se realizó cuatro programas: uno para el control principal a través del PIC 16F877A, otro para transmitir a través del PIC16F628A, otro para la recepción a través del PIC16F628A y otro para la etapa de control de los Peluches con el PIC16F628A.

### 4.2.1. Software del Control Principal

El programa del control principal se encarga de distribuir las funciones de cada pulsador para la reproducción de los sonidos y encendido de los bancos de leds con figuras.

A continuación se presenta su código fuente:

```
define OSC 4
@ device XT_OSC
INCLUDE "modedefs.bas"
ADCON1=7
***** VARIABLES *****/
x var byte
y var byte
a var word
b var word
c var word
d var word
***** VARIABLES PULSADORES *****/
PULS1 VAR PORTB.0
PULS2 VAR PORTB.1
PULS3 VAR PORTB.2
PULS4 VAR PORTB.3
PULS5 VAR PORTB.4
PULS6 VAR PORTB.5
PULS7 VAR PORTB.6
PULS8 VAR PORTB.7
PULS9 VAR PORTD.7
```

```

PULS10 VAR PORTD.6
***** VARIABLES TIEMPO DE ENCENDIDO LEDS *****/
TMAS VAR PORTA.4
TMENOS VAR PORTA.5
***** VARIABLES *****/
LED1 VAR PORTD.5
LED2 VAR PORTD.4
LED3 VAR PORTC.7
LED4 VAR PORTC.6
LED5 VAR PORTC.5
LED6 VAR PORTC.4
LED7 VAR PORTD.3
LED8 VAR PORTD.2
LED9 VAR PORTD.1
LED10 VAR PORTD.0
***** BOTONES PARA ESCOGER LA CARPETA DE REPRODUCCION
*****
OPCION1 VAR PORTC.0
OPCION2 VAR PORTC.1
OPCION3 VAR PORTC.2
OPCION4 VAR PORTC.3
OPCION5 VAR PORTE.1
***** BOTON DE RESET PARA REINICIAR TODO
*****
RESETEO VAR PORTE.2
HIGH PORTA.2
PAUSE 500
eeprom 0,[1]
read 0,c
a=c*1000
***** INICIO DEL PROGRAMA
*****
INICIO:
IF OPCION1=0 THEN GOTO INI1 ' ***** ESCOGE LA PRIMER CARPETA DE
                        '***** REPRODUCCION *****
IF OPCION2=0 THEN GOTO INI2 ' ***** ESCOGE LA SEGUNDA CARPETA
                        '*****DE REPRODUCCION *****
IF OPCION3=0 THEN GOTO INI3 ' ***** ESCOGE LA TERCERA CARPETA
                        '*****DE REPRODUCCION *****
IF OPCION4=0 THEN GOTO INI4 ' ***** ESCOGE LA CUARTA CARPETA DE
                        '*****REPRODUCCION *****
IF OPCION5=0 THEN GOTO INI5 ' ***** ESCOGE LA QUINTA CARPETA DE
                        '*****REPRODUCCION *****
if reseteo =0 then serout porta.1,t9600,[$7E,$02,$A3,$7E]

***** ESCOGE LAS DIEZ CANCIONES DE RELAJACION *****
if puls1=0 then
    serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","0",$7E]

```

```

endif
if puls2=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","1",$7E]
endif
if puls3=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","2",$7E]
endif
if puls4=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","3",$7E]
endif
if puls5=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","4",$7E]
endif
if puls6=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","5",$7E]
endif
if puls7=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","6",$7E]
endif
if puls8=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","7",$7E]
endif
if puls9=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","8",$7E]
endif
if puls10=0 then
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","6","0","0","9",$7E]
endif
GOTO INICIO
'*****'
'***** OPCION1 PULSADORES *****'
INI1:
serout porta.1,t9600,[$7E,$02,$A3,$7E]
  IF PULS1=0 THEN
    gosub led_ON1
  ENDIF
  if puls2=0 then
    gosub led_on2
  ENDIF
  if puls3=0 then
    gosub led_on3
  ENDIF
  if puls4=0 then
    gosub led_on4
  ENDIF
  if puls5=0 then
    gosub led_on5
  ENDIF

```

```

if puls6=0 then
  gosub led_on6
ENDIF
if puls7=0 then
  gosub led_on7
ENDIF
if puls8=0 then
  gosub led_on8
ENDIF
if puls9=0 then
  gosub led_on9
ENDIF
if puls10=0 then
  gosub led_on10
ENDIF
if tmas=0 then
  gosub rebote
  a=a+1000
endif
if tmenos=0 then
  if a>1000 then
    GOSUB rebote
    a=a-1000
  endif
endif
IF OPCION2=0 THEN GOTO INI2
IF OPCION3=0 THEN GOTO INI3
IF OPCION4=0 THEN GOTO INI4
IF OPCION5=0 THEN GOTO INI5
if reseteo=0 then goto inicio
c=a/1000
write 0,c
GOTO INI1
'*****'
'***** OPCION 1 ACTIVA SONIDO*****'
LED_ON1:
  GOSUB on_led1 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED1
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","0",$7E] ' MANDA
  PAUSE a ' A REPRODUCIR LA CANCION 000.MP3
  LOW LED1 ' DE LA CARPETA advert00
RETURN
LED_ON2:
  GOSUB on_led2 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED2
  serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","1",$7E]
  PAUSE a
  LOW LED2
RETURN
LED_ON3:

```

```

GOSUB on_led3 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED3
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","2",$7E]
PAUSE a
LOW LED3
RETURN
LED_ON4:
GOSUB on_led4 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED4
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","3",$7E]
PAUSE a
LOW LED4
RETURN
LED_ON5:
GOSUB on_led5 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED5
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","4",$7E]
PAUSE a
LOW LED5
RETURN
LED_ON6:
GOSUB on_led6 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED6
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","5",$7E]
PAUSE a
LOW LED6
RETURN
LED_ON7:
GOSUB on_led7 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED7
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","6",$7E]
PAUSE a
LOW LED7
RETURN
LED_ON8:
GOSUB on_led8 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED8
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","7",$7E]
PAUSE a
LOW LED8
RETURN
LED_ON9:
GOSUB on_led9 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED9
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","8",$7E]
PAUSE a
LOW LED9
RETURN
LED_ON10:
GOSUB on_led10 ' LLAMA A LA OPCION DE ENCENDIDO DEL LED10
serout porta.1,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","0","0","0","9",$7E]
PAUSE A
LOW LED10
RETURN
'*****'

```

```

***** ON LED1 *****
ON_LED1:
    HIGH LED1
    LOW LED2
    LOW LED3
    LOW LED4
    LOW LED5
    LOW LED6
    LOW LED7
    LOW LED8
    LOW LED9
    LOW LED10
    HIGH LED1
RETURN
***** ANTIREBOTE DE CONTROL DE TIEMPO *****
rebote:
    if tmas=0 then goto rebote
    if tmenos=0 then goto rebote
pause 500
return
end

```

#### 4.2.2. Software del Transmisor

El programa de transmisión se encarga de enviar caracteres como dato en el momento en que un interruptor (llamado botón) es presionado. Para enviar los datos se emplea la sentencia SEROUT de PicBasic Pro, la función de esta sentencia se detalla en el Anexo IV.

A continuación se presenta el código fuente del transmisor:

```

define OSC 4
@ device XT_OSC
INCLUDE "modedefs.bas"
CMCON=7
pul1 var PORTB.0
pul2 VAR PORTB.3
pul3 VAR PORTB.4
pul4 VAR PORTB.5
pul5 VAR PORTB.6

```

```
pul6 VAR PORTB.7
pul7 VAR PORTA.0
pul8 VAR PORTA.1
pul9 VAR PORTA.3
x var byte
y VAR BYTE
PAUSE 500
y=0
y="Z"
goto ini1
inicio:
y=0
if (pul1 = 0) then
    y="B"
    goto ini1
endif
if (pul2 = 0) then
    y="S"
    goto ini1
endif
if (pul3 = 0) then
    y="J"
    goto ini1
endif
if (pul4 = 0)then
    y="L"
    goto ini1
endif
if (pul5 = 0) then
    y="M"
    goto ini1
endif
if (pul6 = 0) then
    y="N"
    goto ini1
endif
if (pul7 = 0) then
    y="P"
    goto ini1
endif
if (pul8 = 0) then
    y="D"
```

```

    goto ini1
endif
if (pul9 = 0) then
    y="G"
    goto ini1
endif
goto inicio
ini1:
    FOR x=1 TO 4 '***** no ha sido 4 sino 5
        SEROUT porta.2,n2400,[$FF,$FF,"OK",y]
        PAUSE 200
    NEXT
    pause 1000
    y=0
goto inicio
end

```

Nota: envía serialmente dos veces FF (hex), para sincronizar el transmisor con el receptor, luego envía la dirección correspondiente al receptor al cual le quieres enviar los datos (en este caso la dirección consta de los caracteres ASCII "OK" y luego se envía los datos en este caso la variable "y").

#### **4.2.3. Software del Receptor**

El programa de recepción se encarga de interpretar los caracteres enviados por el transmisor y encender los bancos de leds y enviar señales para encender sonidos dependiendo del interruptor pulsado. Para recibir los datos se emplea la sentencia SERIN y para enviar las señales se emplea la sentencia SEROUT de PicBasic Pro, la función de estas sentencias se detalla en el Anexo IV.

A continuación se presenta el código fuente del receptor:

```

define OSC 4

```

```

@ device XT_OSC
INCLUDE "modedefs.bas"
CMCON=7
led1 var portb.0
led2 var portb.1
led3 VAR portb.2
led4 VAR portb.3
led5 VAR portb.6
led6 VAR portb.7
led7 VAR porta.0
led8 VAR porta.1
led9 VAR porta.2
datos var byte
low led1
low led2
low led3
low led4
low led5
low led6
low led7
low led8
low led9
datos=0
serout porta.1,t9600,[$7E,$02,$A3,$7E] ' *** aumentado
ini:
DATOS=0
***** RECEPCION DE DATO DE SINCRONIZACION *****
SERIN portb.4,n2400,10,NODATOS,["OK"],datos
  IF datos="Z" THEN GOTO INICIO
  IF datos="B" THEN GOTO INICIO1
  IF datos="S" THEN GOTO INICIO2
  IF datos="J" THEN GOTO INICIO3
  IF datos="L" THEN GOTO INICIO4
  IF datos="M" THEN GOTO INICIO5
  IF datos="N" THEN GOTO INICIO6
  IF datos="P" THEN GOTO INICIO7
  IF datos="D" THEN GOTO INICIO8
  IF datos="G" THEN GOTO INICIO9
  goto ini:
NODATOS:
  GOTO INI
***** RECEPCION DE DATOS PARA ENCENDIDO DE LEDS Y MUSICA ***
INICIO1:
  HIGH LED1
  SEROUT portb.5,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","5","0","0","0",,$7E]
  PAUSE 1500
  low led1
  GOTO INI

```

INICIO2:

HIGH LED2

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","1",\$7E]

PAUSE 1500

low led2

GOTO INI

INICIO3:

HIGH LED3

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","2",\$7E]

PAUSE 1500

low led3

GOTO INI

INICIO4:

HIGH LED4

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","3",\$7E]

PAUSE 1500

low led4

GOTO INI

INICIO5:

HIGH LED5

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","4",\$7E]

PAUSE 1500

low led5

GOTO INI

INICIO6:

HIGH LED6

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","5",\$7E]

PAUSE 1500

low led6

GOTO INI

INICIO7:

HIGH LED7

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","6",\$7E]

PAUSE 1500

low led7

GOTO INI

INICIO8:

HIGH LED8

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","7",\$7E]

PAUSE 1500

low led8

GOTO INI

INICIO9:

HIGH LED9

SEROUT portb.5,t9600,[\$7E,\$07,\$A0,"0","5","0","0","8",\$7E]

PAUSE 1500

low led9

GOTO INI

INICIO:

```
low led1
low led2
low led3
low led4
low led5
low led6
low led7
low led8
low led9
serout portb.5,t9600,[$7E,$07,$A0,"0","5","0","0","9",$7E]
PAUSE 1500
GOTO INI
END
```

#### 4.2.4. Software del Control de Peluches

El programa del control de encendido de los Peluches se encarga de encender los leds de diferentes combinaciones dependiendo del peluche pulsado.

A continuación se presenta el código fuente del control de Peluches:

```
define OSC 4
@ device XT_OSC
INCLUDE "modedefs.bas"
CMCON=7
LED1 var portb.0
LED2 var portb.1
LED3 var portb.2
LED4 var portb.3
LED5 var portb.4
LED6 var portb.5
PUL1 var portb.6
PUL2 VAR portb.7
PUL3 var porta.0
PUL4 VAR porta.1
PUL5 var porta.2
PUL6 VAR porta.3
x var byte
y var byte
z var byte
```

```
a var byte
b var byte
c var byte
d var byte
e var byte
f var byte
g var byte
h var byte
i var byte
j var byte
y=0
z=0
high led1
inicio:
  if pull1 = 0 then
    gosub rebote
    y=y+1
    z=z+1
    for x=1 to y
      low led1
      pause 15
      high led1
      pause 15
    next
    pause 5000
    for x=z to 4
      low led1
      pause 15
      high led1
      pause 15
    next
    if z = 4 then
      z = 0
      y = 0
      goto inicio
    endif
    y=z
  endif
goto inicio
rebote:
  if pull1 = 0 then
    goto rebote
  endif
return
end
```

# CAPÍTULO V

## ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1. Consumo de baterías

La etapa de control principal, el transmisor y el receptor se alimentan de una misma fuente de 12 V, la cual es rectificadora a 5 V.

La etapa de los peluches es independiente a la etapa de control principal por esta razón se hizo la alimentación mediante una batería de 9V de tipo comercial no recargable, pero debido a que se necesita una buena cantidad de corriente, esta se descargaba rápidamente. Para solucionar este inconveniente se optó por utilizar en el prototipo final del proyecto una batería recargable de 8.4V a 200 mA. Obteniéndose los resultados expuestos en la tabla V.XVII.

**Tabla V.XVII.-** Consumo de batería

Tipo de batería	Voltaje y corriente de salida	Tiempo de duración
GP Greencell Comercial, no recargable	9 V	36 horas
Recargable	8.4 V 170mA.	108 horas

## 5.2. Interferencias

Una transmisión inalámbrica puede ser afectada tanto por interferencias físicas, como por interferencias electromagnéticas.

Según pruebas realizadas se consiguió en la transmisión inalámbrica, un alcance aproximado de 9 metros de radio en interiores, y 15 metros de radio al aire libre. Obteniéndose los siguientes resultados según las interferencias que afectan al circuito transmisor TWS-434A y al receptor RWS-434S. Véase la tabla V.XVIII.

**Tabla V.XVIII.-** Relación interferencias/Distancias

<b>Tipo de interferencia</b>	<b>Objeto</b>	<b>Distancia alcanzada (metros)</b>
Física	Muebles	5
Electromagnética	TV	6
Electromagnética	Radio	9
Electromagnética	Equipos celulares	9

## 5.3. Análisis de tiempos

El tiempo de respuesta del equipo es de milisegundos; tiempo considerado excelente desde que el terapeuta o el niño acciona cualquiera de los dispositivos de las diferentes etapas. Debido a que además de encender bancos de leds también reproduce audio y se puede controlar el tiempo de encendido de los leds con figuras; este tiempo suma varios, a continuación se muestra en la tabla V.XIX., la descripción de cada uno de ellos:

**Tabla V.XIX.-** Medición del tiempo de respuesta del equipo de control principal.

<b>Tiempo (mseg.)</b>	<b>Descripción</b>
500	Tiempo prudencial en espera para inicio del funcionamiento del programa
a	Tiempo de encendido de los leds de figuras el cual empieza en 1000 y puede ser aumentado o disminuido.
500	Espera al accionar pulsadores de control de tiempo de encendido de leds
<b>Total tiempo de respuesta =1000+a mseg</b>	

En la tabla no se menciona el tiempo de reproducción del sonido, pues este varía dependiendo de si el terapeuta reproduce las canciones de relajación o selecciona los sonidos de las figuras llegando el primero a un máximo de 30 minutos.

**Tabla V.XX.-** Medición del tiempo de respuesta del equipo Inalámbrico.

<b>Tiempo (mseg.)</b>	<b>Descripción</b>
500	Tiempo prudencial en espera del envío del dato inalámbrico (variable="y")
1500	Espera mientras se reproduce el sonido y se enciende el banco de leds correspondiente al interruptor pulsado.
<b>Total tiempo de respuesta =2000 mseg</b>	

**Tabla V.XXI.-** Medición del tiempo de respuesta del control de Peluches.

<b>Tiempo (mseg.)</b>	<b>Descripción</b>
15	Tiempo prudencial en espera del control de envío de señal a cada peluche
5000	Tiempo de encendido de cada peluche
<b>Total tiempo de respuesta =5015 mseg</b>	

## CONCLUSIONES

1. Implementación de un equipo de trabajo visual, táctil y auditivo para niños con capacidades especiales, no se necesitó grandes inversiones económicas ni tecnología de punta, sin embargo proporciona un dispositivo de aprendizaje de gran ayuda y de fácil uso.
2. El equipo se diseñó, de forma modular para que pueda ser instalado y utilizado en cualquier habitación; para ello consta de tres módulos a través de tres switch, una de ellas es el encendido de figuras y música de relajación. La segunda el control inalámbrico para encendido de otro banco de leds y sus respectivos sonidos. Y la otra etapa es la activación para encendido de peluches.
3. Cabe indicar que si bien la memoria tiene una capacidad de almacenamiento hasta de 100000 sonidos el equipo de control principal sólo está diseñado para reproducir 60 sonidos y la etapa inalámbrica reproduce sólo 9 sonidos.
4. Se logró obtener un equipo transportable mediante la utilización de los módulos inalámbricos TWS-434 y RWS 434, con los cuales se obtuvo una área de cobertura fiable de 9 metros a la redonda con obstáculos, abarcando de esta manera el espacio de construcción de una habitación de tamaño general.

5. El manejo del chip WTM – SD Grabador/Reproductor de sonidos, nos brinda un mayor campo de innovación tecnológica; en el proyecto, este integrado permitió la grabación y reproducción de sonidos.
6. Para mayor flexibilidad del equipo, los sonidos pueden ser modificados según la necesidad del usuario. Este chip puede ser utilizado en otras aplicaciones, por ejemplo para dar ciertas indicaciones a gente no vidente, anunciar eventos periódicos; y, otros temas que podrían ser profundizados para futuras aplicaciones.
7. Se comprobó que utilizando un cristal de 16MHz como reloj del PIC16F887A; este funciona bien para poder sincronizarse con el módulo WTM – SD, pero el PIC16F628A no trabaja con este cristal. Debido a esto se implementó cada circuito con el cristal de 4 MHz el cual permitía comunicarse y sincronizarse sin ningún problema con el módulo WTM – SD.
8. El cristal externo empleado en el PIC16F877A se cambió de 16 MHz a uno de 4MHz, también se debe utilizar un cristal de 4MHz en el módulo transmisor inalámbrico; esto con la finalidad de que la comunicación inalámbrica no se vea afectada por trabajar a diferentes velocidades.
9. Para la realización de esta Tesis se necesitó ver las diferentes necesidades de los niños con capacidades especiales del Instituto para poder implementarla de acuerdo a sus necesidades.

## RECOMENDACIONES

1. Antes de la realización de cualquier hardware que utilice chips no conocidos por usted, siempre lea primero su manual de funcionamiento o Data Sheet, de esta forma disminuirá los accidentes y daños provocados por mal manejo.
2. Durante el registro de los sonidos es importante recalcar que debido al modo de almacenamiento del módulo WTM – SD, es recomendable realizar un registro con los nombres de cada sonido a utilizar.
3. Debe tomar en cuenta si su batería está cargada o no pues de esto depende el buen funcionamiento de la etapa de los peluches. Caso de no estar cargada, posee una pequeña etapa de cargado de baterías.
4. No dejar encendido el equipo una vez terminado su labor pues debido a que se implementó dentro de cajas de madera, esto puede a la larga provocar un calentamiento de los distintos componentes y alterar su buen funcionamiento o hasta quemarse. Se recomienda un sistema de enfriamiento.
5. Se recomienda emplear el puente de diodos para facilitar la conexión del circuito a cada una de las etapas.
6. Se recomienda realizar más proyectos orientados a personas con capacidades especiales, pues forman una gran parte de nuestra sociedad.

## **RESUMEN**

Se diseñó e implementó un equipo electrónico que mediante pulsadores de manera inalámbrica activa figuras y sus sonidos para ayudar en el desarrollo visual, táctil y auditivo de los estudiantes del Instituto Carlos Garbay de Riobamba.

Esta tesis se diseñó por partes hasta obtener un equipo integrado funcionando, el cual trabaja inalámbricamente mediante pulsadores activados por el terapeuta o por los niños, los cuales encienden diferentes figuras con sus respectivos sonidos; cabe recalcar que el terapeuta podrá cambiar en cualquier momento las figuras y sonidos según la necesidad que el estudiante presente.

Entre los componentes electrónicos se utilizaron: microcontroladores de gama media, pulsadores hechos de material reciclado, interruptores, transmisor TWS-434A, un receptor RWS-434A inalámbricos, circuito de audio WTM – SD, leds de alta luminosidad y parlantes.

El equipo presenta un tiempo de respuesta de aproximadamente 500 milisegundos con una efectividad de funcionamiento del 96% al 98%, obteniendo en los estudiantes del Instituto un significativo avance en su desarrollo táctil, visual y auditivo.

Viendo el gran costo de este proyecto en otros países, se logró implementar de manera económica el nuestro pudiendo obtener los mismos resultados razón por la cual se recomienda a los docentes tanto del Instituto como de la ESPOCH seguir implementando este tipo de proyectos pues en nuestro país existe un gran porcentaje de niños y jóvenes con capacidades especiales esperando ser ayudados.

## **SUMMARY**

It was designed and implemented an electronic system of rehabilitation for special children at Carlos Garbay Institute, in the city of Riobamba.

Its purpose is to develop a project based on lessons learned from The Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH), which will be especially helpful to the children of the above Institute. There is little interest in performing special projects for these children, considering that they account for 12% of our population, according to statistics.

This electronic equipment uses active wireless push figures and their sounds to help develop visual, tactile, and auditory in students. It was designed in two parts; for a team which works wirelessly function buttons activated by the therapist, or for children which will light up different figures with their respective sounds. It should be noted that the therapist will be able to change at any time; the figures, and sound according to the need of the students present. It was used an experimental method to reach a sustainable project easy to use, and useful. Among the electronic components were used; mid-range microcontrollers, buttons made from recycled material, switches, transmitter TWS-434A, RWS-434S receiver wireless WTM audio circuit - SD, high brightness and speakers.

The team has a response time of approximately 500 thousand seconds with an operating efficiency of 96% to 98%, resulting in students of the Institute mentioned above a significant advance in tactile development, visual and auditory. The high cost of this Project was the reason why other countries succeed in implementing our project, since it is much cheaper, and the results are the same.

So, it is recommended to teachers of both, the Institute and ESPOCH, to continue implementing these projects, since in our country there is a large percentage of children and youth with special abilities waiting to be helped.

Conclusions, thanks to this research were obtained excellent results when working with special children. The project contributed significantly in development teaching and learning at Carlos Garbay Institute.

## **GLOSARIO**

**Antena:** Una antena un es un dispositivo capaz de emitir o recibir ondas de radio.

**Discapacidad:** Se refiere a la reducción, temporal o permanente de la capacidad de una persona para realizar una función. El concepto de discapacidad conlleva diferentes dimensiones en cuanto a salud y funcionalidad y las complejas interacciones entre el individuo y su entorno.

**Microcontrolador:** Un microcontrolador es un sistema cerrado que contiene un computador completo y de prestaciones limitadas que no se puede modificar, todas las partes están contenidas en su interior y solo salen al exterior las líneas a los periféricos.

**Microprocesador:** Un microprocesador es un sistema abierto con el que puede construirse un computador con las características que se desee, acoplándose los módulos necesarios.

**Ondas Electromagnéticas:** Ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Las ondas electromagnéticas tienen componentes eléctricos y magnéticos.

**Ondas de Radio:** También conocidas como ondas herzianas, las ondas de radio son ondas electromagnéticas de menor frecuencia (mayor longitud de onda) y menor energía que las del espectro visible. Se generan alimentando una antena con una corriente alterna.

**Receptor:** Un receptor es el elemento que recibe la información que proviene desde el transmisor a través de un medio dado. En nuestro caso el medio es el aire y la comunicación se establece a través de las ondas de radiofrecuencia.

**Transmisor:** Un transmisor no es otra cosa que un circuito encargado de enviar de alguna manera la información que es aplicada en su entrada a través de un medio hacia un receptor remoto.

# **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**MANUAL DE USUARIO**

**Índice de contenidos**

Antena: Una antena un es un dispositivo capaz de emitir o recibir ondas de radio. _____	- 95 -
<b>AVISO IMPORTANTE .....</b>	<b>- 99 -</b>
<b>SEGURIDAD DE AUDICIÓN .....</b>	<b>- 99 -</b>
<b>Escuchar a volumen moderado: _____</b>	<b>- 99 -</b>
<b>Para establecer un nivel de volumen adecuado: _____</b>	<b>- 100 -</b>
<b>Escuchar durante un período de tiempo razonable: _____</b>	<b>- 100 -</b>
<b>Siga estos consejos durante la utilización de auriculares: _____</b>	<b>- 100 -</b>
<b>ACCESORIOS INCLUIDOS .....</b>	<b>- 100 -</b>
<b>CONTROL PRINCIPAL .....</b>	<b>- 101 -</b>
<b>Paneles superior y delantero. _____</b>	<b>- 101 -</b>
1. Interruptor Figuras. _____	- 101 -
2. Botón Reset _____	- 102 -
3. Botones Opciones _____	- 102 -
4. Botones _____	- 102 -
5. Tiempo + , Tiempo - _____	- 102 -
6. Control Intensidad _____	- 102 -
7. Interruptor Piso _____	- 102 -
8. Interruptor H/V _____	- 102 -
9. Tarjeta de Memoria _____	- 103 -
10. Audífonos _____	- 103 -
11. On/Off _____	- 103 -
Encendido del Amplificador. _____	- 103 -
12. Control de volumen _____	- 103 -
13. Conector del Tablero _____	- 103 -
14. Conector de Parlantes _____	- 104 -
15. Conector de Alimentación _____	- 104 -
16. Interruptor General _____	- 104 -
<b>CONTROL DEL PISO _____</b>	<b>- 104 -</b>
17. Botones del Piso _____	- 104 -
18. Leds Horizontal _____	- 104 -
19. Leds Vertical _____	- 104 -
20. Leds Figuras _____	- 104 -
21. Peluches _____	- 104 -

## **AVISO IMPORTANTE**

El diseñador de este proyecto no se hace responsable por daños o desperfectos causados por:

- Maltrato, descuido o mal uso, presencia de insectos o roedores.
- Cuando el aparato no haya sido operado de acuerdo con el instructivo de uso, fuera de los valores nominales y tolerancias de las tensiones (voltaje), frecuencia, etc.
- Por fenómenos naturales como: temblores, inundaciones, incendios, descargas eléctricas, rayos, etc. o delitos causados por terceros.

## **SEGURIDAD DE AUDICIÓN**

### **Escuchar a volumen moderado:**

- El uso de los auriculares con un volumen elevado puede dañar sus oídos. Este producto puede emitir sonido con un nivel de decibelios que podría provocar la pérdida de audición en un apersona normal, incluso durante la exposición inferior a un minuto.
- El sonido puede ser engañoso. Con el trascurso del tiempo su “nivel cómodo” de audición se adapta a un volumen más alto. Después de un uso prolongado, lo que suena “normal” puede ser demasiado alto y peligroso para sus oídos. Como precaución, seleccione un nivel seguro de volumen antes de que su oído se adapte a un nivel muy alto.

**Para establecer un nivel de volumen adecuado:**

- Seleccione un nivel bajo de volumen.
- Incremente el volumen lentamente para escuchar el sonido cómoda y claramente, sin distorsiones.

**Escuchar durante un período de tiempo razonable:**

- La exposición prolongada al sonido, incluso a un nivel “adecuado” de volumen, también puede provocar una pérdida de audición.
- Utilice el equipo de modo razonable y descanse periódicamente.

**Siga estos consejos durante la utilización de auriculares:**

- Escuche la música a un volumen razonable y durante intervalos de tiempo razonables.
- No incremente el volumen cuando su oído se adapte al nivel actual.
- No escuche a un volumen tan alto que no le permita escuchar lo que sucede a su alrededor.
- Utilice con precaución o interrumpa el uso en circunstancias potencialmente peligrosas.

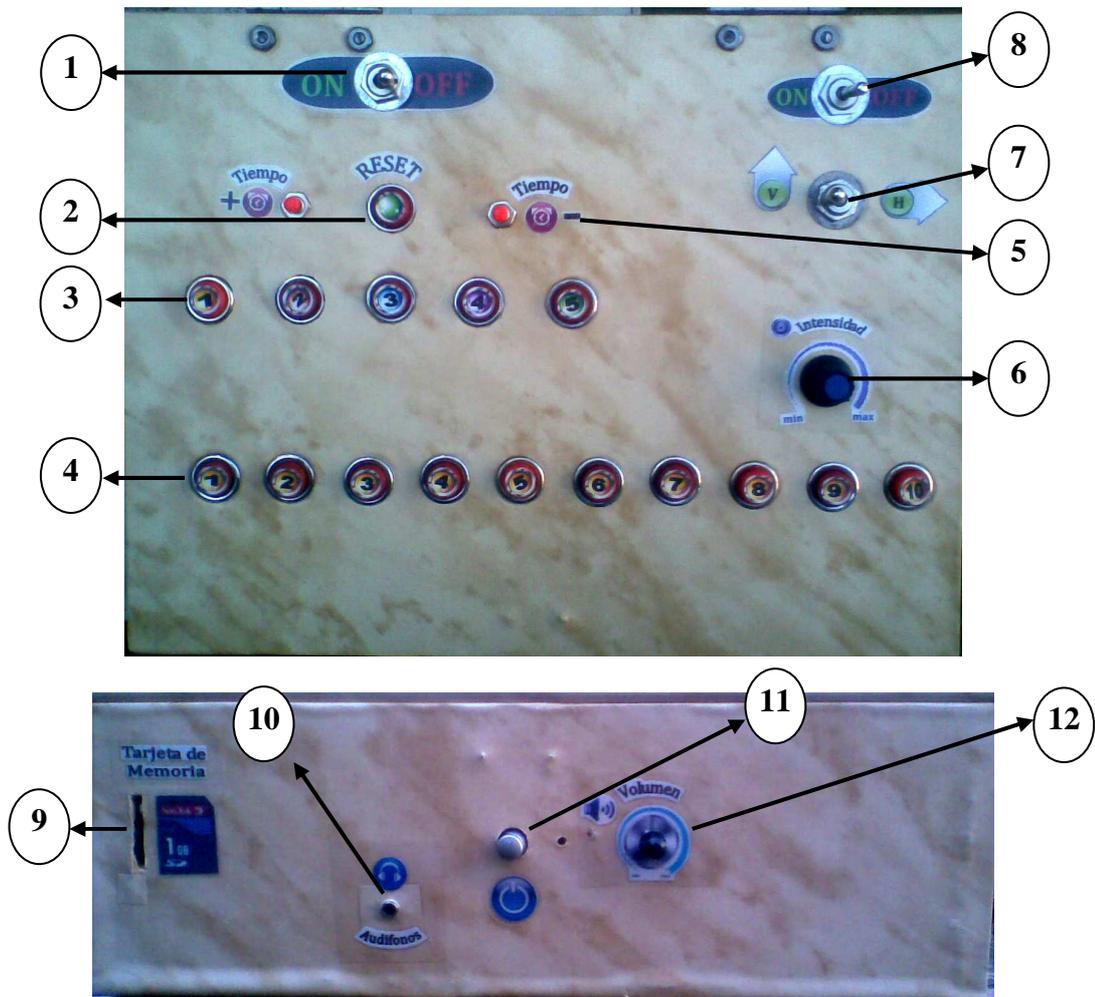
**ACCESORIOS INCLUIDOS**

- Adaptador de cable de alimentación.

- Memoria SD.
- Parlantes.
- Auriculares.

## CONTROL PRINCIPAL

Paneles superior y delantero.



### 1. Interruptor Figuras.

Este interruptor controla (activar/desactivar) el encendido y apagado del tablero de figuras y música de ambientación.

## **2. Botón Reset**

Este pulsador tiene la función de activar los botones para escuchar la música de ambientación.

## **3. Botones Opciones**

Está conformado por cinco pulsadores los cuales permiten controlar mediante los diez botones inferiores la activación de figuras y sus respectivos sonidos.

## **4. Botones**

Está conformado por diez botones que permiten activar la música de ambientación en modo “**Reset**” o la activación de figuras en el tablero con sus respectivos sonidos en modo “Opciones”.

## **5. Tiempo + , Tiempo -**

Estos pulsadores permiten controlar el tiempo de encendido de las diez figuras del tablero pudiendo ser el tiempo mínimo de 1 segundo y sin límite en el tiempo máximo de encendido.

## **6. Control Intensidad**

Controla la intensidad de encendido de los leds de las diez figuras.

## **7. Interruptor Piso**

Este interruptor controla (activar/desactivar) el encendido y apagado del control del piso con los leds horizontal/vertical.

## **8. Interruptor H/V**

Este interruptor controla que banco de leds va a funcionar con el control del piso. Estos bancos son el Vertical o el Horizontal.

### 9. Tarjeta de Memoria

Aquí va la tarjeta de memoria SD cuyo máximo de capacidad de 2 GB.

### 10. Audífonos

En esta parte van conectados los auriculares los cuales son estéreos de 3,5 mm.

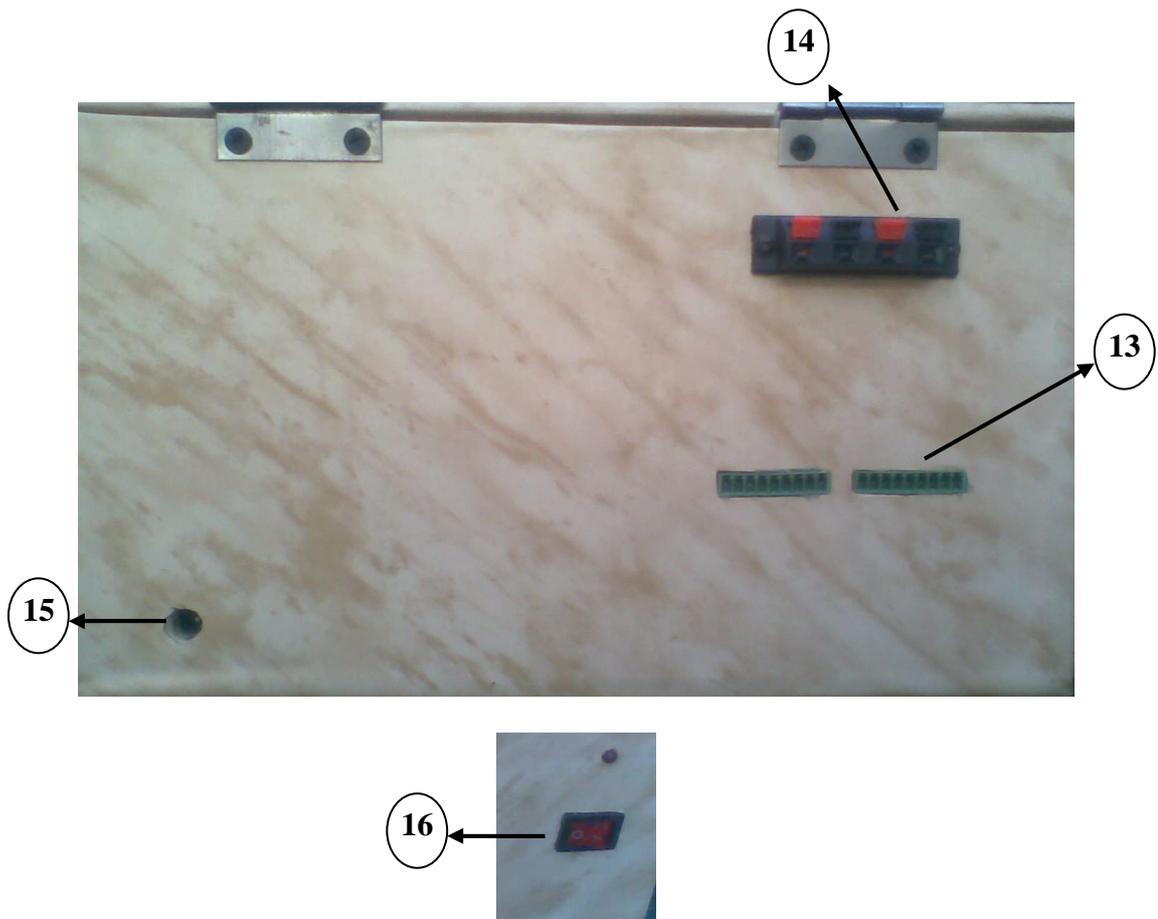
### 11. On/Off

Encendido del Amplificador.

### 12. Control de volumen

Ajusta el nivel de volumen.

### Paneles Posterior y Lateral



### 13. Conector del Tablero

Conectar los buses de datos que vienen del tablero de figuras.

#### **14. Conector de Parlantes**

Conectar los dos parlantes.

#### **15. Conector de Alimentación**

Entrada para el cable del adaptador alimentación.

#### **16. Interruptor General**

Interruptor de encendido y apagado del Equipo Principal.

### **CONTROL DEL PISO**

#### **17. Botones del Piso**

Controla el encendido de los leds Horizontal/Vertical y de sus sonidos correspondientes.

#### **18. Leds Horizontal**

Leds que se encienden mediante los botones del piso.

#### **19. Leds Vertical**

Leds que se encienden mediante los botones del piso.

#### **20. Leds Figuras**

Leds de figuras controlados por los diez pulsadores del Control Principal.

#### **21. Peluches**

Estos se activan al pulso encendiéndose y activando el respectivo sonido de cada peluche.

## MANUAL TÉCNICO INDICE

Instalación del control principal.....	- 105 -
instalación del control del piso.....	- 106 -
instalación del control de peluches.....	- 106 -
instalación del tablero de figuras.....	- 106 -

### Instalación del Control Principal

Para la correcta instalación del control principal se debe seguir los siguientes pasos:

1. Tener desconectada la fuente de alimentación.



2. Tener los interruptores del control principal en OFF.



3. Conectar los parlantes.



4. Colocar la memoria SD en el sócalo correspondiente en la parte delantera del control principal como se muestra en la figura.



### **Instalación del Control Del Piso**

5. Conectar la alimentación del Piso al Control Principal.

### **Instalación del Control de peluches**

6. Tener en OFF el interruptor de los Peluches del tablero de figuras.

### **Instalación del Tablero de Figuras**

7. Conectar el bus de datos del tablero de figuras al control principal.

## ANEXO II

### DATASHEET DE LOS CIRCUITOS UTILIZADOS

#### **Amplificador TDA 2822(Amplificador de Poder de Bajo Voltaje)**

##### *Descripción General.*

El TDA 2822 es un amplificador de audio estéreo integrado monolítico plástico de 8 Pines de muy bajo costo que se alimenta con tensiones a partir de 3V, posee buen desempeño y tiene un costo bajo.

##### *Características:*

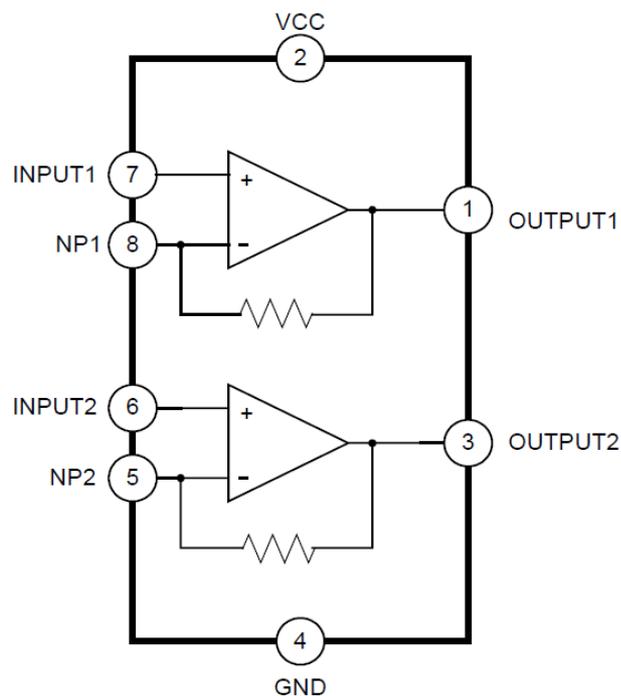
- ✓ Funciona con una batería.
- ✓ Mínimo de componentes externos.
- ✓ Rango de voltaje de suministro: 1.8V-12V.
- ✓ Corriente inmóvil bajo: 9 mA.
- ✓ Ganancia de voltaje desde 20 a 200.
- ✓ Entrada de referencia a tierra.
- ✓ Baja distorsión.
- ✓ Paquete disponible de 8 pines.

##### *Aplicaciones:*

- ✓ Amplificadores de radio AM-FM.
- ✓ Intercomunicadores.
- ✓ Sistemas de sonido de TV.

- ✓ Manejo de líneas.
- ✓ Manejo ultrasónico.
- ✓ Manejo de servos pequeños.
- ✓ Conversores de Poder.

En el siguiente gráfico Fig. IV. 24, se muestra la distribución de pines del integrado TDA2822



**Fig. IV.24.-** Distribución de pines del TDA2822.

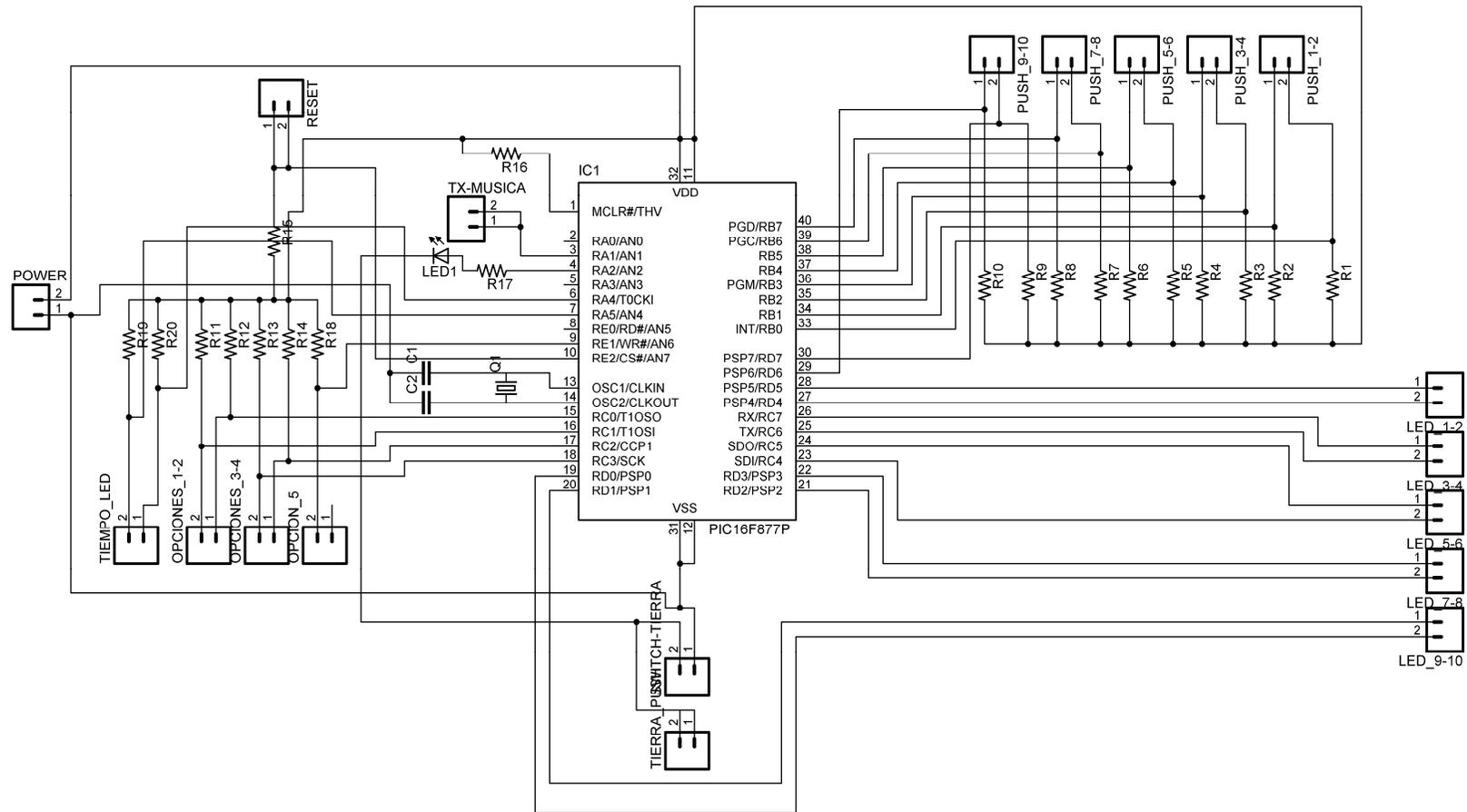
**Tabla IV. VI.-** Características eléctricas del TDA2822.

Parámetros	Condiciones	Min.	Typ.	Máx.	Unid.
Voltaje de operación (Vs)		1.8		12	V
Corriente ( $I_Q$ )	$V_{IN} = 0$		9		mA
Potencia de salida ( $P_{OUT}$ )	$V_S = 6V, R_L = 4\Omega, THD = 10\%$	0.4	0.65		W
Ganancia de voltaje ( $A_V$ )	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}$ $100\ \mu F$ from Pin 1 to 8		50		dB
Ancho de Banda (BW)	$V_S = 6V, \text{ Pins 1 and 8 Open}$		300		kHz

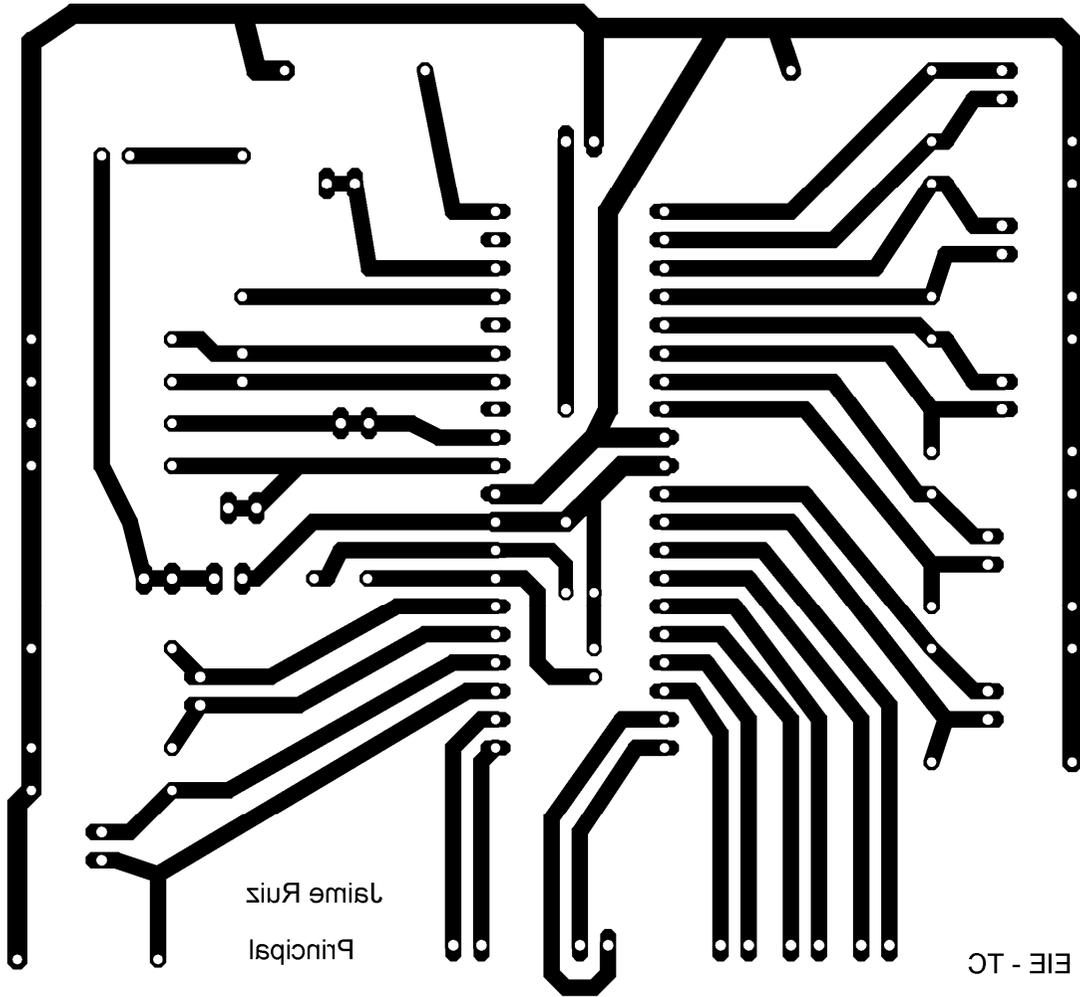
Distorsión armónica total (THD)	VS=6V, RL = 8W, POUT = 125 mW f = 1 kHz, Pins 1 and 8 Open		0.2		%
---------------------------------	---	--	-----	--	---

## ANEXO III

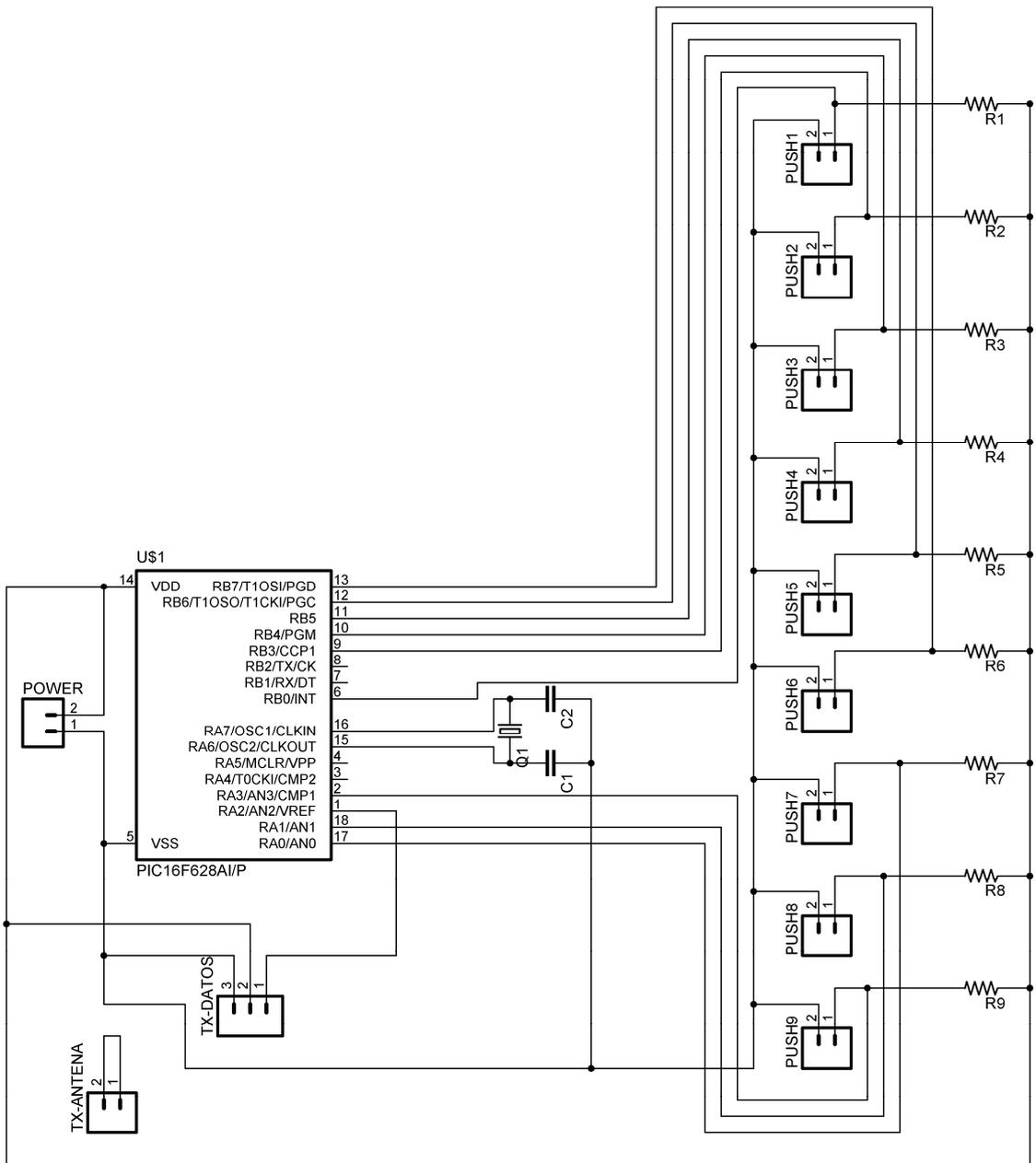
### CIRCUITOS ELECTRÓNICOS



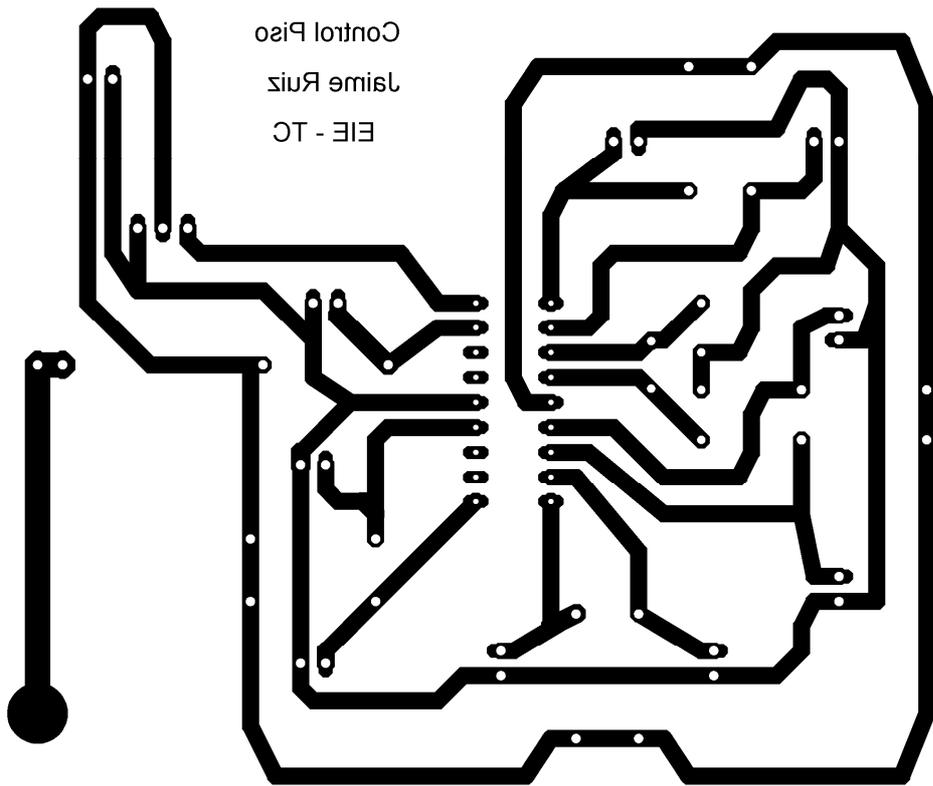
**Circuito Electrónico del Control Principal.**



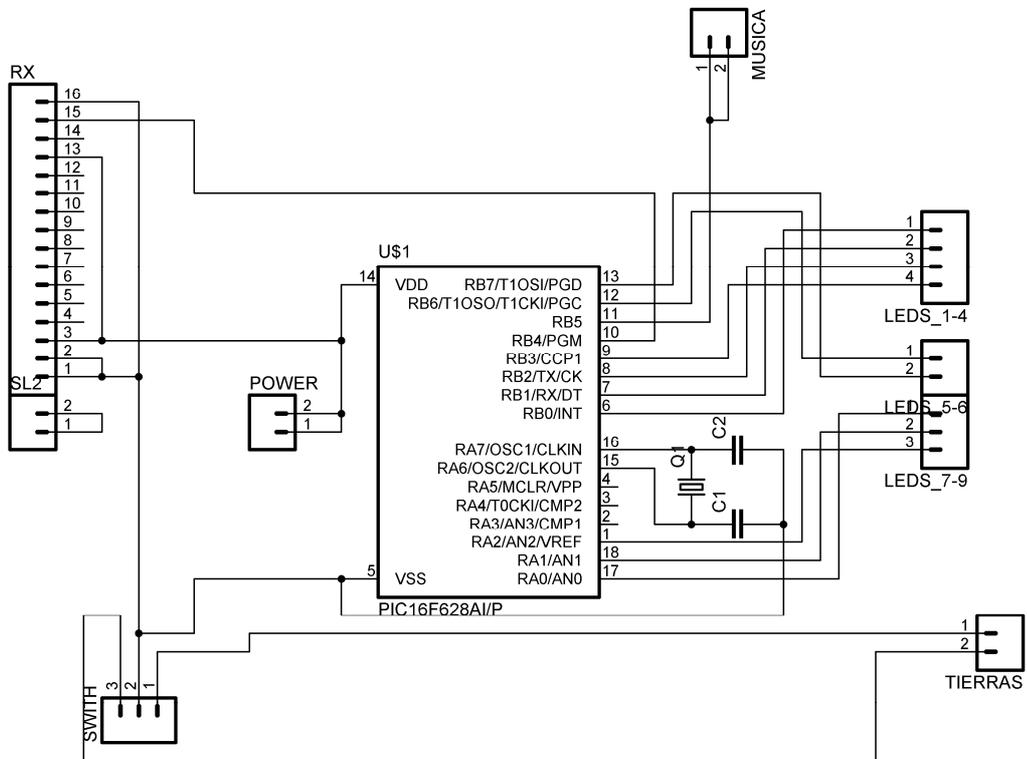
Circuito PCB del Control Principal



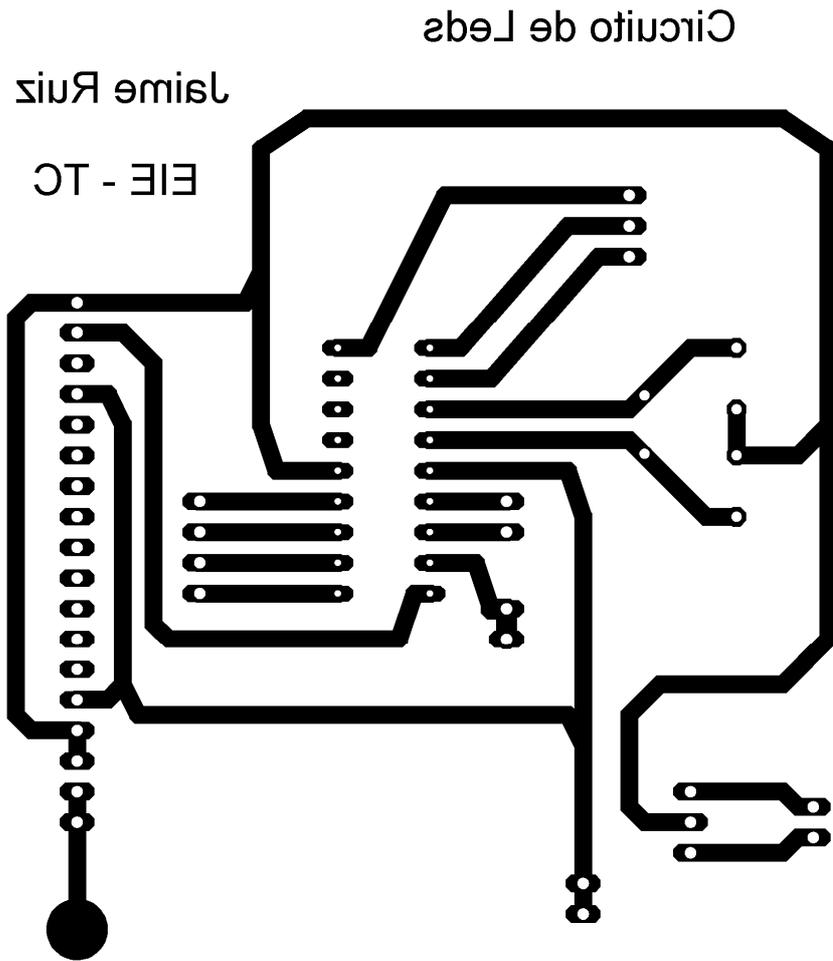
**Circuito Electrónico del Transmisor**



**Circuito PCB de Conexión del Transmisor**



**Circuito Electrónico del Receptor**

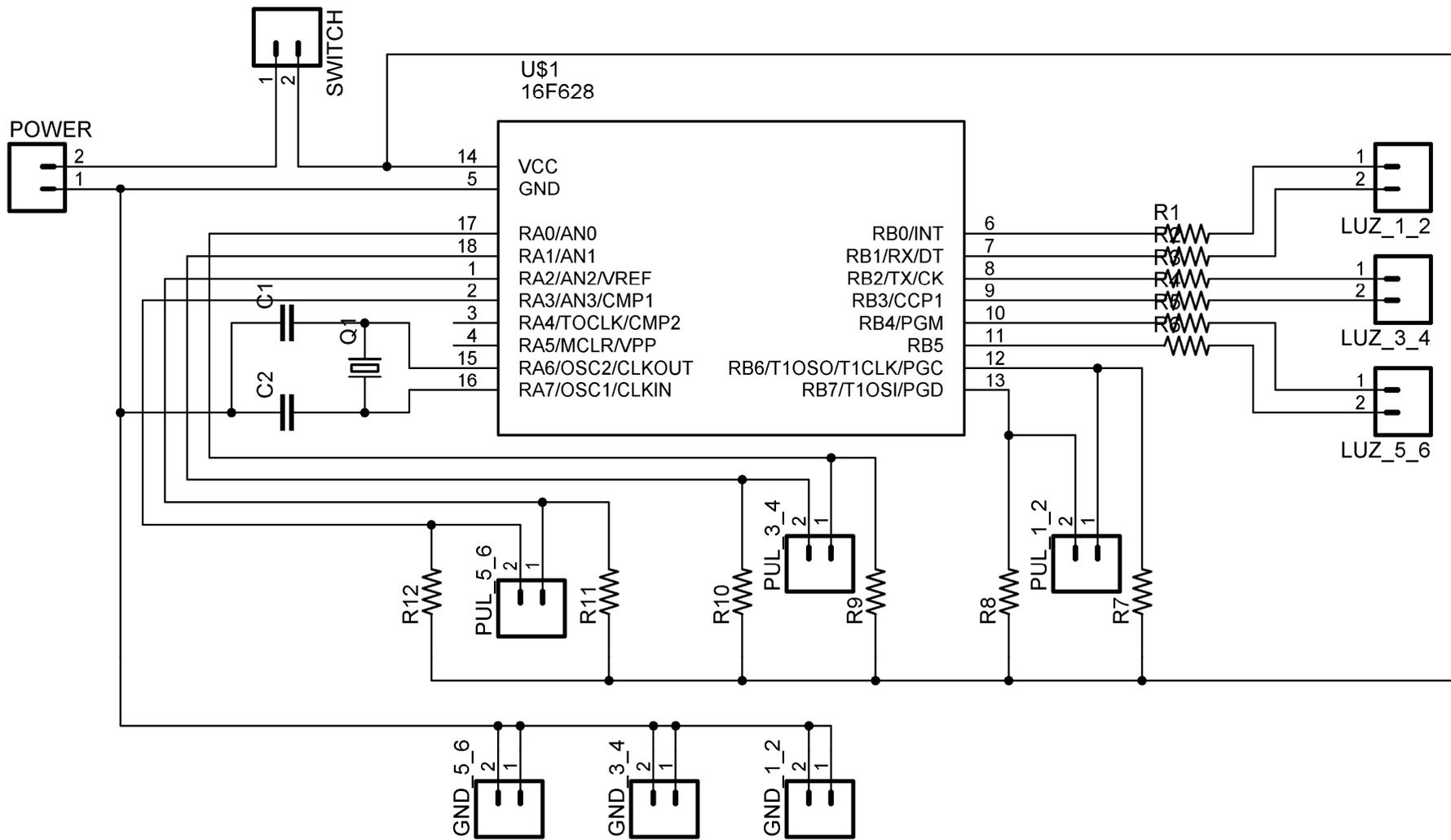


Jaime Ruiz

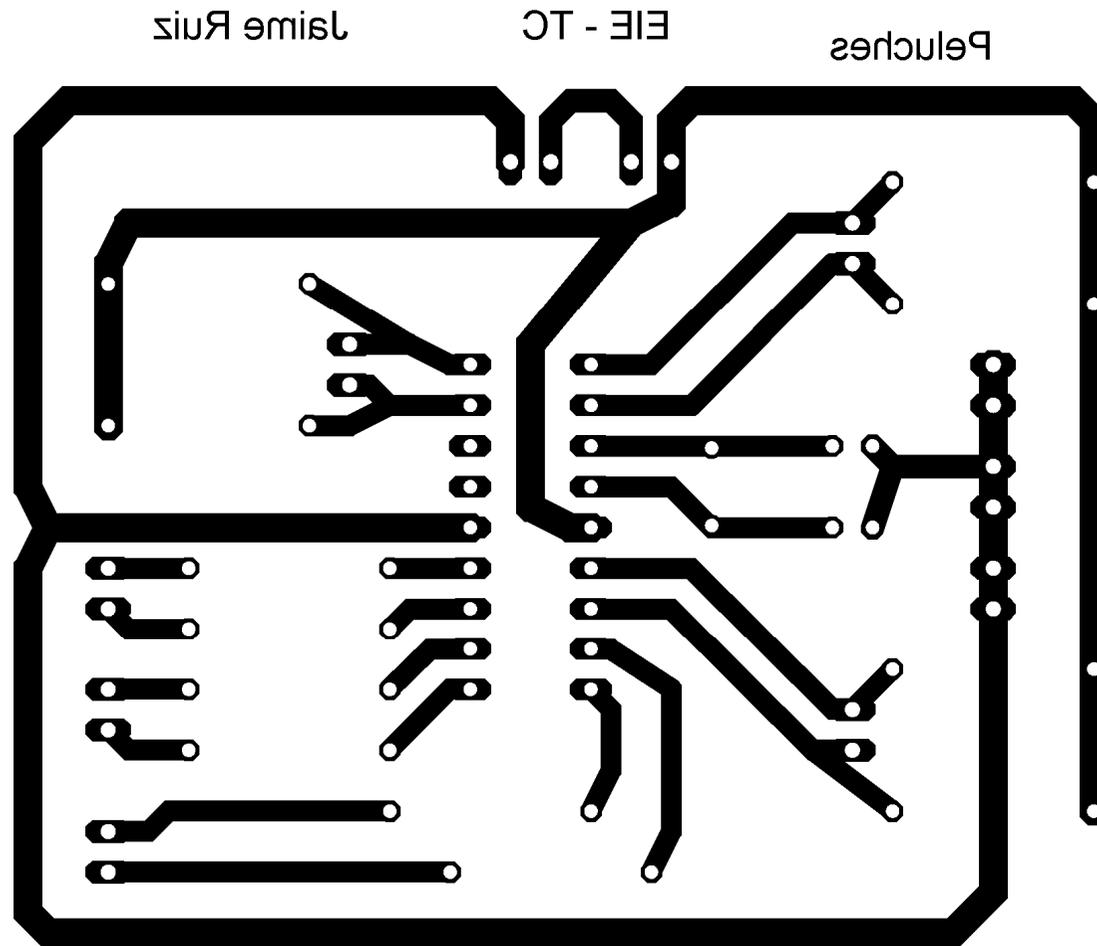
EIE - TC

Circuito de Leds

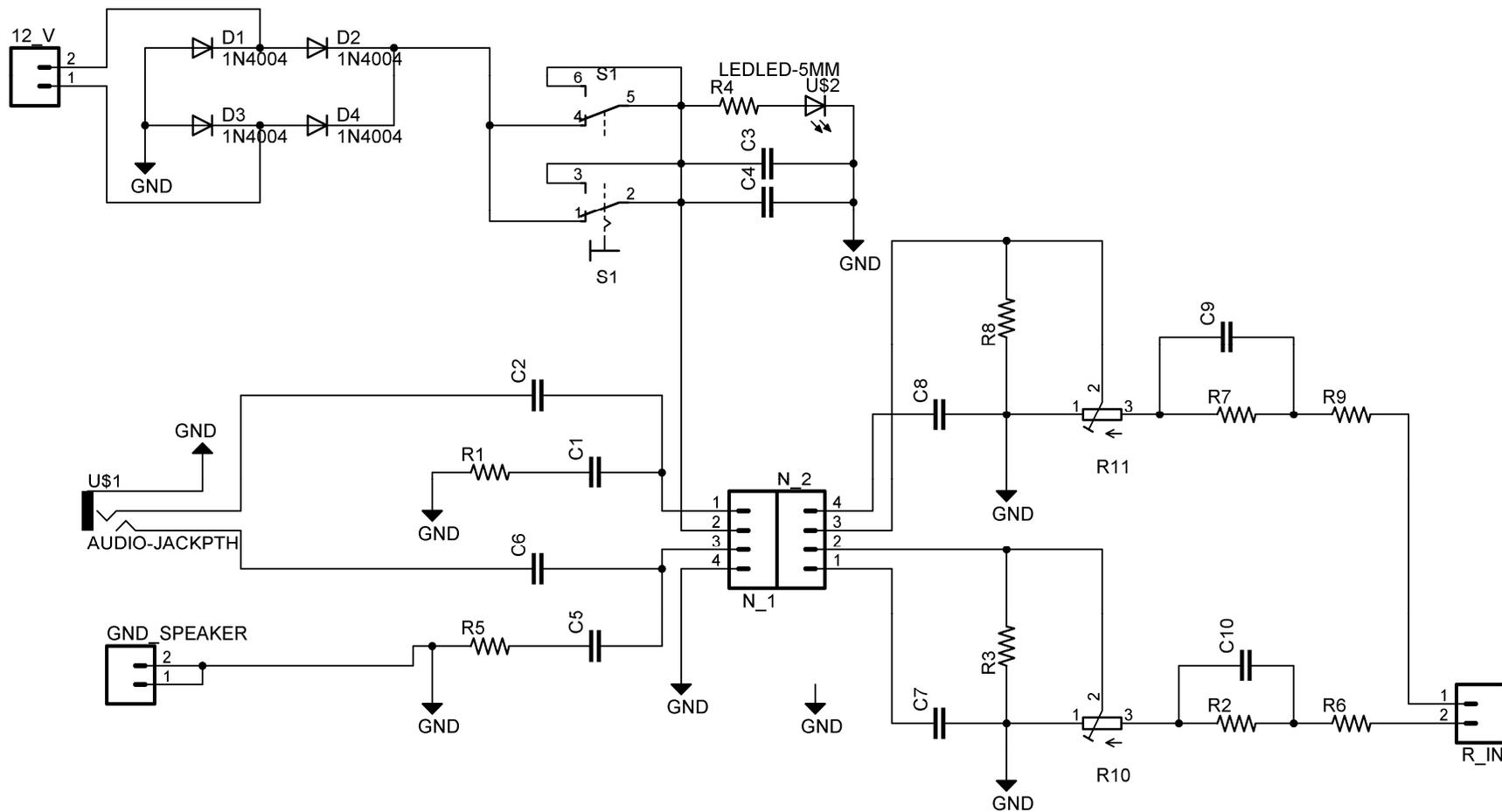
Circuito PCB de Conexión del Receptor



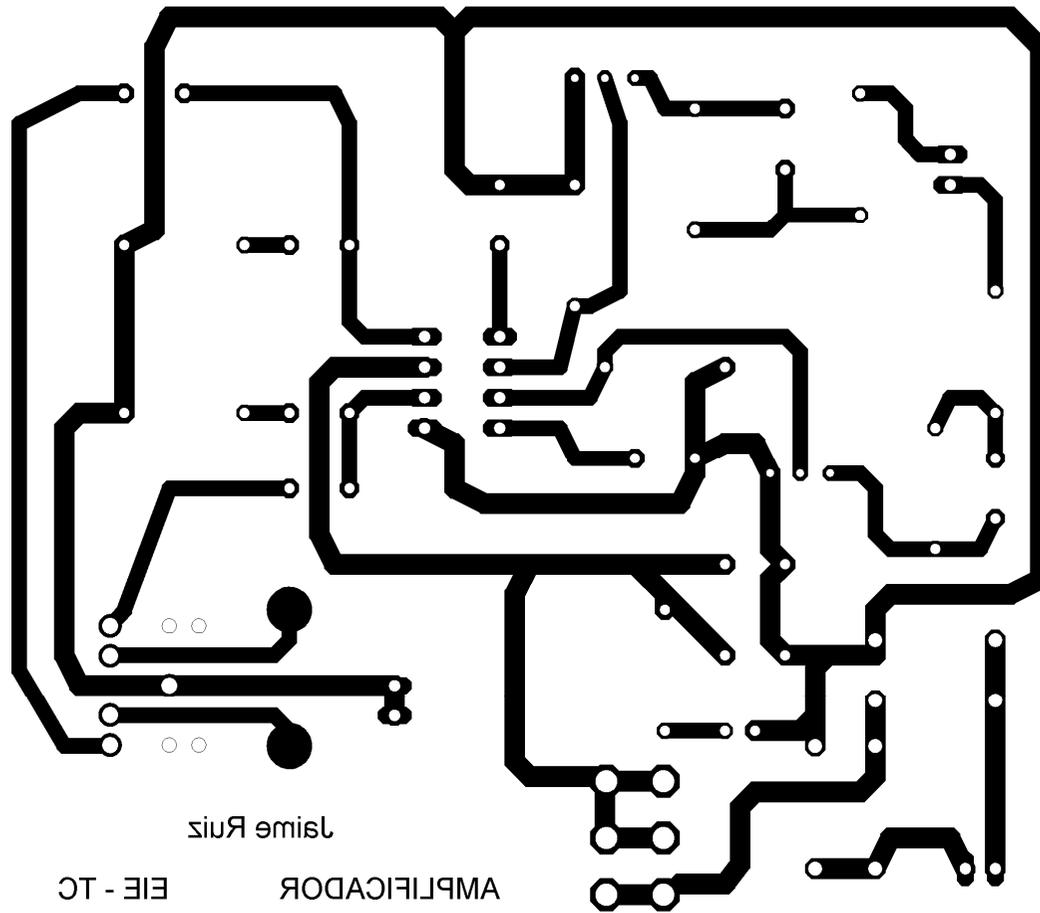
**Circuito Electrónico del control Peluches**



Circuito PCB de Conexión del Control Peluches



**Circuito electrónico Amplificador de Audio.**



James Ruiz

AMPLIFICADOR EIE - TC

**Circuito PCB Amplificador de Audio (escala 2:1)**

## ANEXO IV

### SENTENCIAS EMPLEADAS EN LA PROGRAMACIÓN.

**Pin** puede ser variable/ constante/expresión (0-15), especifica el pin para la salida de la señal. Este pin se declara temporalmente como salida durante la generación del DTMF, después de la generación del tono. El pin se deja en modo de entrada.

#### **SEROUT.**

SEROUT Pin, Mode, {Timeout, Tlabel,} [Item [, Item...]]

Esta declaración sirva para enviar datos seriales en un formato estándar asincrónico usando 8 bits de datos, sin paridad y 1 stop bit, (8N1).

**Pin** es automáticamente colocado como salida. Pin puede ser variable/constante/expresión de (0-15) que especifica el pin a utilizar.

**Mode** puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) especifica la velocidad de transmisión y configuración. Los nombres Mode (por ejemplo T2400) están definidos en el archivo MODEDEFS.BAS.

Para usarlos, agregue la línea: **INCLUDE** “modedefs.bas” al comienzo de su programa PBP. Ver tabla de configuración.

**Tabla.-** Tabla de configuración, para las declaraciones SERIN y SEROUT.

Mode	Baud rate	Estado
T2400	2400	Llevado a cierto
T1200	1200	
T9600	9600	
T300	300	
N2400	2400	Llevado a invertido
N1200	1200	
N9600	9600	

**Timeout** es un parámetro opcional, puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) le indica a SERIN que si en el tiempo establecido por Timeout en milisegundos no arriban los datos, entonces salta a Tlabel.

**Tlabel** es un parámetro opcional, que funciona con Timeout, Tlabel es una etiqueta de referencia, que indica que los datos no arribaron, en el tiempo establecido por Timeout.

**Item** es una lista de variables que serán enviados a través del pin, puede ser una variable o un arreglo de variables.

**SERIN.**

SERIN Pin, Mode, {Timeout, Label,} {[Qual...],} {Item...}

Sirve para recibir datos seriales en un formato estándar asincrónico usando 8 bits de dato, sin paridad y 1 stop bit, (8N1), y para poderlo utilizar debemos incluir igualmente que para SEROUT la línea **INCLUDE** “modedefs.bas” al inicio del programa.

**Pin** automáticamente se convierte en entrada. Pin puede ser una constante , 0 - 15 , ó una variable que contenga un número de 0-15 (p.ej. B0) ó un número de Pin (p.ej. PORTA.0).

**Mode** puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) especifica la velocidad de transmisión y configuración. Ver tabla de configuración.

**Timeout** es un parámetro opcional, puede ser variable/constante/expresión de (0-65535) le indica a SERIN que si en el tiempo establecido por Timeout en milisegundos no arriban los datos, entonces salta a Tlabel.

**Tlabel** es un parámetro opcional, que funciona con Timeout, Tlabel es una etiqueta de referencia, que indica que los datos no arribaron, en el tiempo establecido por Timeout.

**Item** es una lista de variables que serán enviados a través del pin, puede ser una variable o un arreglo de variables.

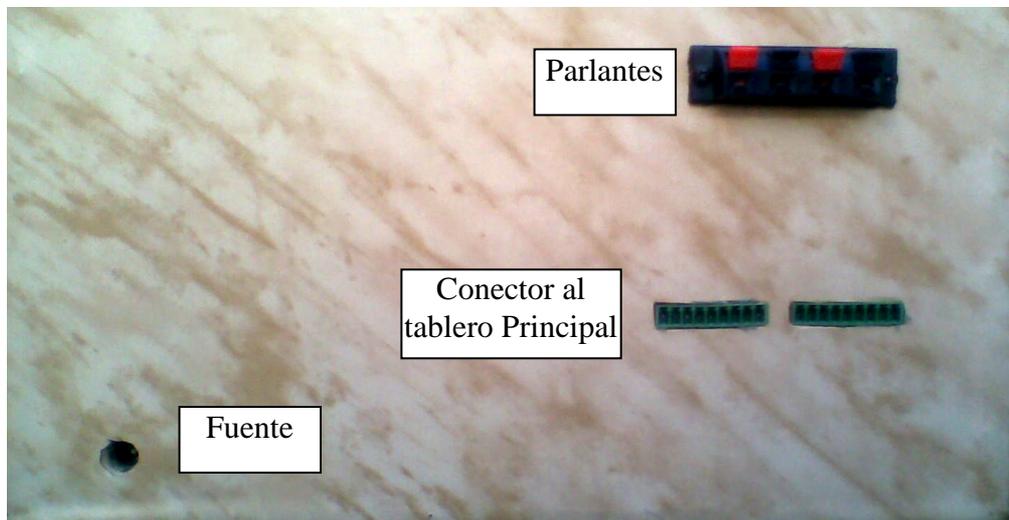
**ANEXOS V**  
**FOTOGRAFÍAS.**



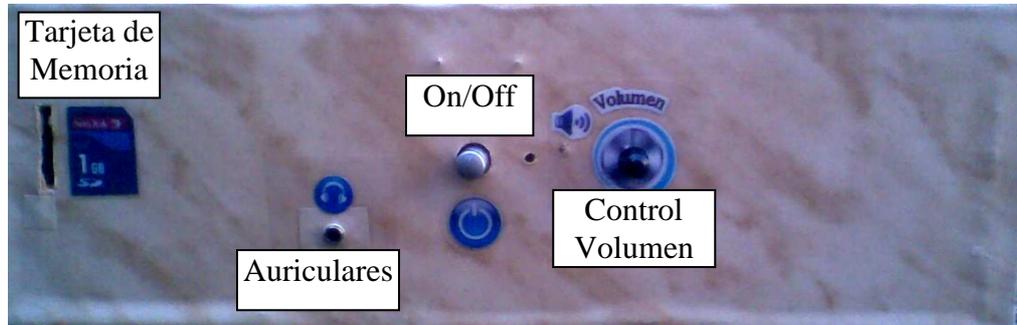
Equipo Principal de Control



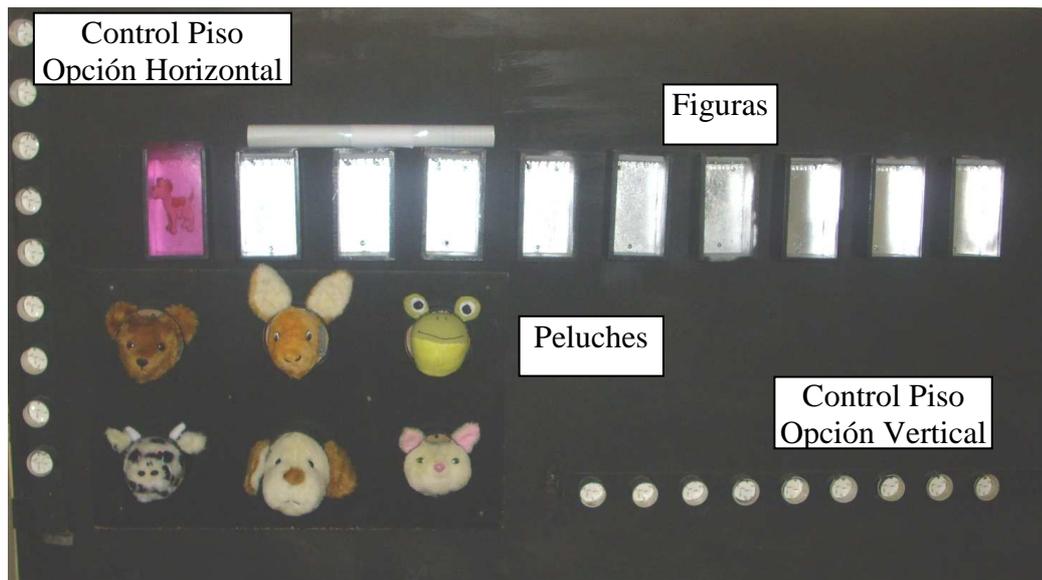
Vista superior y opciones del equipo



Vista posterior y opciones del equipo



Vista de frente del equipo



Tablero de Figuras



Control Piso

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. **ANGULO, J.** Microcontroladores PIC. Diseño Práctico de aplicaciones. 3a. ed.  
Madrid – España: McGraw-Hill, 2003. pp. 1-212.
  
2. **BOYLESTAD, L.** Electrónica Teoría de Circuitos. 6a. ed. México DF – México.  
Prentice Hall. 1997. pp. 560-577
  
3. **HUIDOBRO, J.M. Y ROLDÁN, D.** Integración de Voz y Datos, Call Centers.  
Madrid-España: McGraw-Hill, 2003. pp. 21-24, pp. 41-46
  
4. **REYES, C.A.** Microcontroladores PIC Programación en Basic. 2da. ed. Quito –  
Ecuador: RISPERGRAF, 2006. pp. 1-142.
  
5. **CORRALES SANTIAGO V.** Electrónica Práctica con Microcontroladores  
PIC Programación en Lenguaje Basic. 2da. ed. **s. et.** Quito – Ecuador: 2006.  
pp. 1-181.

## **BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET**

### **6. GRABACIÓN / REPRODUCCIÓN DE AUDIO**

- Data Sheet del WTM-SD.

<http://www.elechouse.com>

2011/03/14

[www.voiceland.co.kr](http://www.voiceland.co.kr)

2011/03/14

[www.w1999c.com](http://www.w1999c.com)

2011/03/14

<http://www.srt-restech.de//index>

2011/03/14

- Data Sheet de TDA2822.

[www.unisonic.com.tw](http://www.unisonic.com.tw)

2011/04/08

- Proyecto Agregando voz y sonido a un robot.

<http://www.todorobot.com.ar/proyectos/sonidorobot>

2011/04/08

## 7. MICROCONTROLADORES

- Data Sheet PIC16F628A y 16F877A.

<http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets>

2011/05/21

<http://www.microchip.com/support/datasheet/PIC16F877.pdf>

2011/05/21

- Historia de los microcontroladores.

<http://galia.fc.uaslp.mx/documentos/historia01.pdf>

2011/05/21

<http://www.geocities.com/electrogera666/micro/basico.html>

2011/05/21

- Introducción a los microcontroladores.  
<http://www.monografias.com/trabajos12/micrcont/micrcont.shtml>  
2011/05/27
- Página oficial de productos de Microchip.  
[www.microchip.com](http://www.microchip.com)  
2011/05/27

## **8. TRANSMISIÓN INALÁMBRICA**

- Antena tipo látigo,  $\frac{1}{4}$  de onda.  
[http://www.rentron.com/remote\\_control/434-RF-Antenna.htm](http://www.rentron.com/remote_control/434-RF-Antenna.htm)  
2011/06/20
- Comunicación – Radiofrecuencia, descripción y funcionamiento.  
[http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion\\_RF.htm](http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_RF.htm)  
2011/06/20
- Control Remoto RF 433.92 MHZ usando los módulos TWS-434 y RWS-434..  
[http://www.rentron.com/rf\\_remote\\_control.htm](http://www.rentron.com/rf_remote_control.htm)  
2011/06/20
- Data sheet del TWS-434 y RWS-434.  
[http://users.skynet.be/bk317494/datasheet/tx\\_rx434.pdf](http://users.skynet.be/bk317494/datasheet/tx_rx434.pdf)  
2011/06/20
- Ondas de Radio.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Onda\\_de\\_radio](http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_de_radio)  
2011/06/20

- Transmisión por infrarrojo y radiofrecuencia.

[http://es.wikibooks.org/wiki/Componentes\\_de\\_una\\_red](http://es.wikibooks.org/wiki/Componentes_de_una_red)

2011/06/20