

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

**Tesis previa a la obtención del Título de:
Tecnólogo en Electrónica.**

**DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO INTERACTIVO Y
AUDITIVO PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS ÓRGANOS
INTERNOS DEL CUERPO HUMANO**

AUTORES:

Héctor Alejandro Bueno Muñoz
Marco Xavier Rivera González.

DIRECTOR:

Ing. Ana Cecilia Villa Parra. MSc.

Cuenca – Ecuador
2012.

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, Abril 2012

(f) _____

Héctor Alejandro Bueno Muñoz

(f) _____

Marco Xavier Rivera González

CERTIFICACION:

Certifico que bajo mi dirección la tesis

Fue realizada por los estudiantes:

Héctor Alejandro Bueno Muñoz

Marco Xavier Rivera González

(f) _____

Ing. Ana Cecilia Villa, MSc.

DIRECTORA

DEDICATORIA

La presente tesis, la dedico a mis padres Héctor y Sonia, a mi esposa Fanny y a mi hijo Matías Alejandro, que son un pilar fundamental en mi vida, ya que con su apoyo he podido dar un paso fundamental en mi formación profesional, del mismo modo dedico este trabajo a demás familiares, docentes y compañeros que me brindaron su apoyo incondicional.

Héctor Bueno

Por cumplir una meta para alcanzar mis sueños, con todo mi esfuerzo y dedicación va inspirado hacia todas las personas que estuvieron conmigo, a todos los que me brindaron su apoyo y especialmente a mis padres Marco y Sonia, gracias por su cariño.

Marco Rivera

AGRADECIMIENTO

Expresamos con un gran sentido de gratitud hacia todas las personas que creyeron en nosotros, nos apoyaron y que formaron parte de la culminación del proyecto. Nuestros más sinceros agradecimientos están dirigidos hacia nuestros padres y familiares, además a todas las personas que nos brindaron su apoyo entre las cuales están docentes, compañeros y en especial a nuestra directora de tesis Ing. Ana Cecilia Villa.

Autores.

INDICE GENERAL.

ÍNDICE DE FIGURAS.	IX
ÍNDICE DE TABLAS.	XI
RESUMEN.	XII
CAPITULO I: FUNDAMENTOS BASICOS DE LOS MICROCONTROLADORES, ISD, SENSOR B/N, INDICADORES LUMINOSOS T/F, AMPLIFICADORES DE AUDIO, SERVO MOTOR.	1
1.1 MICROCONTROLADOR.	1
1.1.1 DEFINICIÓN.	1
1.1.2 MICROCONTROLADOR PIC 16F877A	2
1.1.2.1 CARACTERISTICAS DEL MICROCONTROLADOR PIC16F877A	2
1.1.2.2 DIAGRAMA DE PINES Y FUNCIONES.	3
1.1.2.3 DESCRIPCION DE PUERTOS.	5
1.1.2.4 ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA.	6
1.2 CHIP ISD	7
1.2.1. DEFINICION	7
1.2.2 DESCRIPCION DE PINES.	8
1.2.3 CARACTERISTICAS DEL CHIP DE VOZ	8
1.2.4 MODULO MP3 USB-SD.	8
1.2.4.1 DEFINICION DEL MODULO MP3 USB-SD.	8
1.2.4.2 DIAGRAMA DE PINES.	9
1.2.4.3 MODO DE CONEXIÓN.	10
1.2.4.4 MODO DE TRABAJO.	11
1.2.4.4.1 MODO TECLADO.	11
1.2.4.4.2 MODO SERIAL.	11
1.3 SENSORES CNY70	13
1.3.1 DEFINICION.	13
1.3.2 DESCRIPCION.	13
1.3.3 DIAGRAMA DE PINES.	14

1.3.4 FUNCIONAMIENTO.	14
1.4 INDICADORES LUMINOSOS.	15
1.4.1 DEFINICION.	15
1.4.2 DESCRIPCION.	15
1.4.3 MATRIS DE LEDS.	16
1.4.3.1 DESCRIPCION.	17
1.4.3.2 PINES DE LA MATRIZ DE LEDS.	17
1.5 AMPLIFICADORES DE AUDIO.	18
1.5.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.	18
1.6 SERVO MOTOR	19
1.6.1 DEFINICION.	19
1.6.2 FUNCIONAMIENTO.	19
CAPITULO II: DISEÑO DE CIRCUITOS ELECTRONICOS.	21
2.1 SISTEMA DE LECTURA DE SENSORES.	21
2.2 SISTEMA DE SEÑALIZACION LUMINOSA.	23
2.3 SISTEMA DE RESPUESTA AUDITIVA.	24
2.4 SISTEMA DE MOVIMIENTO CON SERVO MOTOR.	26
2.5 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA.	27
CAPITULO III: IMPLEMENTACION.	29
3.1 CONSTRUCCION DEL CIRCUITO DE LECTURA DE SENSORES.	29
3.2 CONSTRUCCION DEL CIRCUITO DE SEÑALIZACION LUMINOSA.	30
3.3 CONSTRUCCION DEL CIRCUITO DE AUDIO.	32
3.4 CONSTRUCCION DEL CIRCUITO DEL SERVOMOTOR.	33
3.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN CONJUNTO.	34
CAPITULO IV: MEMORIA TECNICA DEL PROYECTO.	36
4.1 DESCRIPCION DEL LENGUAGE DE PROGRAMACION.	36
4.1.1 MICROCODE STUDIO PLUS.	36

4.1.2 PROGRAMACIÓN EN MICROCODE STUDIO PLUS.	37
4.2 GRABACIÓN DE AUDIO EN MODULO MP3 USB-SD WT9501M03 CON EXPLICACIONES DIDACTICAS.	37
4.2.1 EXPLICACIONES DIDACTICAS.	37
4.2.2 GRABACION DEL AUDIO CON EXPLICACIONES DIDACTICAS.	38
4.3 CONSTRUCCION DE MAQUETA.	40
4.4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESOS.	42
4.4.1 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO.	42
4.4.2 CONSTRUCCION DEL CIRCUITO IMPRESO.	45
4.5 ADAPTACION DE CITCUITO-MAQUETA.	47
CAPITULO V: DISCAPACIDAD COGNITIVA.	50
5.1 ETIOLOGIA.	50
5.2 DIAGNOSTICO.	50
5.3 CLASIFICACION.	50
5.4 IMPORTANCIA DEL MATERIAL DIDACTICO EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE	52
5.5 INSTITUTO DE PARALISIS CEREBRAL DEL AZUAY (IPCA)	52
5.6 IMPORTANCIA DE LA TESIS EN PROYECTO DE APRENDIZAJE ESPECIAL.	53
5.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN “IPCA”.	53
CONCLUSIONES.	55
RECOMENDACIONES.	56
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	57
ANEXO 1. LINEAS DE CÓDIGO DE PROGRAMAS DE PIC16F877A	59
ANEXO 2. PROCESO DE DISEÑO Y CONSTRICION DE PCBs	66
ANEXO 3. INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL PROYECTO	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama de bloques de un microcontrolador.	2
Figura 1.2. PIC 16F877A y su diagrama de pines.	3
Figura 1.3. Mapa de la memoria de programa.	7
Figura 1.4. Chip ISD.	7
Figura 1.5. Diagrama interno de un chip de voz.	8
Figura 1.6. Módulo WT9501M03 USB-SD MP3.	9
Figura 1.7. Módulo WT9501M03 USB-SD MP3 y diagrama de pines.	9
Figura 1.8. Módulo WT9501M03 conexión USB a la PC.	10
Figura 1.9. Módulo WT9501M03 Circuito de conexión.	11
Figura 1.10. Módulo WT9501M03 - Circuito de conexión.	13
Figura 1.11. Sensor CNY70.	13
Figura 1.12. Diagrama de reflexión.	14
Figura 1.13. Pines del sensor CNY70.	14
Figura 1.14. Estructura del LED.	15
Figura 1.15. Arreglo de Leds.	16
Figura 1.16. Matriz de Leds.	17
Figura 1.17. Pines de la matriz de Leds.	17
Figura 1.18. TDA 2002.	18
Figura 1.19. Circuito del TDA2002.	18
Figura 1.20. Giro del motor según el ancho de pulso.	20
Figura 2.1. Esquema de conexión del sensor CNY70.	21
Figura 2.2. Circuito de lectura de sensores.	22
Figura 2.3. Circuito de matriz de Leds.	23
Figura 2.4. Esquema de conexión del Módulo-LCD 2x16.	24
Figura 2.5. Esquema de conexión del Módulo-MP3 WT9501M03 en modo serial.	25
Figura 2.6. Esquema de conexión del Amplificador de audio TDA2002.	26
Figura 2.7. Esquema de conexión de Motor-Servo.	26
Figura 2.8. Esquema de Fuente de alimentación +12Vcc / +5Vcc.	27
Figura 2.9. Circuito Completo.	28
Figura 3.1. Señalización en matriz de Leds indicando (a) Visto Bueno, (b) visto malo	31

Figura 3.2. Circuito del TDA2002.	32
Figura 3.3. Módulo MP3 WT9501M03	33
Figura 3.4. Movimiento de la cabeza a la (a) derecha (b) izquierda.	34
Figura 3.5. LCD mensaje final.	35
Figura 3.6. LCD mensaje entre para el acople.	35
Figura 4.1. Interface de programación.	36
Figura 4.2. Interface gráfica RecordPad.	39
Figura 4.3. Editor de opciones de grabación de RecordPad.	39
Figura 4.4. Lista de grabaciones generadas y guardadas.	40
Figura 4.5. Memoria micro-SD insertada en módulo MP3.	40
Figura 4.6. (a) Dimensiones de la estructura de madera, (b) Fotografía de la estructura de madera.	41
Figura 4.7. Diseño frontal (a) Nivel posterior, (b) Nivel Anterior.	42
Figura 4.8. Circuito principal editado en ISIS.	43
Figura 4.9. Circuito de fuente de alimentación editado en ISIS.	43
Figura 4.10. Circuito amplificador de audio editado en ISIS.	43
Figura 4.11. Entorno de trabajo en ARES.	44
Figura 4.12. Editor de opciones de Auto ruteado.	45
Figura 4.13. Ruteado de PCB principal en ARES.	45
Figura 4.14. Ruteado de PCB de Circuito Principal.	46
Figura 4.15. Disposición de componentes en PCB de Circuito Principal.	46
Figura 4.16. PCB principal terminada de Circuito Principal.	47
Figura 4.17. Elementos electrónicos acoplados a la maqueta.	48
Figura 4.18. LDC acoplada en parte lateral de la maqueta.	48
Figura 4.19. Vista frontal de la maqueta.	49
Figura 5.1 Estudiantes ensamblando rompecabezas.	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Prestaciones del microcontrolador PIC 16F877A.	3
Tabla 1.2. Descripción de pines del Microcontrolador PIC 16F877A	4
Tabla 1.3. Descripción de pines del Módulo MP3.	9
Tabla 1.4. Formato para el protocolo serial.	11
Tabla 1.5. Tabla de operaciones para el modo serial.	12
Tabla 1.6. Ejemplo para reproducir la canción 00045.mp3 en modo serial.	12
Tabla 1.7. Clasificación de los diodos.	15
Tabla 3.1. Valores tomados de los sensores.	29
Tabla 3.2. Primeros Valores Obtenidos en la Matriz de Leds.	30
Tabla 3.3. Valores Obtenidos en la matriz de Leds.	31
Tabla 3.4. Respuesta auditiva de cada órgano.	32
Tabla 3.5. Movimientos del Servo Motor.	33
Tabla 3.13. Respuesta de todos los circuitos en conjunto para cada órgano.	34

RESUMEN.

La presente tesis está enfocada en el desarrollo de una herramienta para el refuerzo de la enseñanza a niños con capacidades especiales del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay IPCA. Este proyecto didáctico permite que los niños puedan reconocer los órganos internos del cuerpo humano utilizando técnicas audiovisuales. El diseño se basa en un torso humano al cual se le deben incorporar piezas que representan los órganos del cuerpo a manera de rompecabezas. Las piezas al ser colocadas en su posición correcta dentro del torso activan una señal luminosa que representa un visto bueno, se reproduce además una pista de audio que indica el nombre del órgano colocado y una explicación corta de su funcionamiento como parte del cuerpo humano. Si en cambio las piezas se colocan de manera incorrecta se activa una indicación luminosa que visualiza una “x” señalando el error en el transcurso de la colocación de las piezas. Además de las indicaciones luminosas y auditivas, al finalizar la colocación de todos los órganos de manera exitosa se ejecutará el movimiento de la cabeza unos cuantos grados a manera de saludo y en señal la culminación del ensamblaje de las piezas de manera correcta.

Para el reconocimiento del órgano colocado se emplearon sensores infrarrojos CNY70 que entregan un valor de voltaje diferente dependiendo del color sobre el cual se refleja el rayo infrarrojo del sensor, por consiguiente y mediante el aprovechamiento del convertidor Analógico/Digital del PIC16F877A es posible interpretar estos valores de voltaje. Una vez reconocido el órgano que está siendo manipulado, es necesario indicar si éste está colocado de forma correcta o no, para lo cual se utiliza una matriz de LEDs de 5x7 con la cual es posible visualizar el visto bueno o la “x”. Cabe recalcar que el control de la matriz de LEDs también se realizó por medio del PIC16F877A el cual es el microcontrolador principal del proyecto. Para la reproducción de los mensajes indicadores de cada órgano se empleó un módulo MP3 en el cual es posible insertar una memoria SD que contenga las pistas de audio, que previamente fueron grabadas con la voz de los desarrolladores de la tesis. El control de este módulo MP3 es de manera serial, se realiza con el microcontrolador antes mencionado seleccionando la pista a reproducirse, cabe recalcar que este módulo MP3 posee una salida de audio de 3W por lo que fue necesario el diseño y construcción de un amplificador de audio de 8W para que el volumen de la reproducción sea escuchado con claridad. El movimiento de la cabeza

es provocado por un servomotor y la alimentación de los circuitos es mediante una fuente doble de corriente continua.

La maqueta o estructura de la tesis es fabricada de madera y con rasgos muy coloridos sabiendo que es para niños, con esto y con las diferentes indicaciones luminosas y auditivas se logra que armado el proyecto sea una herramienta didáctica e interactiva capaz de logra captar la atención del niño en tareas de aprendizaje.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS BASICOS DE LOS MICROCONTROLADORES, ISD, SENSOR B/N, INDICADORES LUMINOSOS T/F, AMPLIFICADORES DE AUDIO, SERVO MOTOR.

En el presente capítulo se da a conocer conceptos y generalidades de los diferentes componentes utilizados como sensores, indicadores, actuadores y controladores; se detallan conceptos de cada uno de los componentes utilizados, con una explicación acerca del funcionamiento y programación del mismo para una integración de todos estos como conjunto, algunos parámetros importantes para la programación del microcontrolador, con sus sensores de B/N, indicadores luminosos, amplificadores de audio y servo motores.

1.1 MICROCONTROLADOR

1.1.1 DEFINICIÓN

El microcontrolador es un dispositivo capaz de realizar procesos para controlar varios procesos, el microcontrolador es un circuito integrado que consta de memoria, RAM y unidades de entrada salida, el microcontrolador es una unidad autosuficiente y más económica.

El funcionamiento del microcontrolador consta básicamente del programa almacenado en su memoria, con la ventaja de que estos pueden ser reprogramados varias veces; el microcontrolador consta de una unidad aritmética lógica (ALU), que nos sirve para realizar operaciones aritméticas.[1]

Un microcontrolador necesita para funcionar un reloj integrado, memoria RAM y ROM/EPROM/EEPROM/FLASH, con lo cual necesita unos programas de control y un cristal para sincronización, además el microcontrolador consta de una gran variedad de entradas salidas, como el convertidor analógico digital, temporizadores, UARTs y buses de interfaz serie especializados, como I²C y CAN.[1]

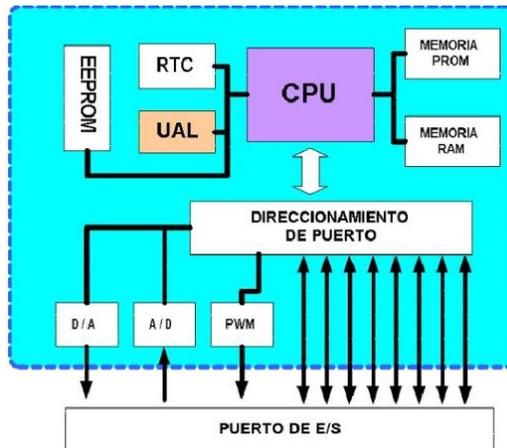


Figura 1.1. Diagrama de bloques de un microcontrolador

1.1.2 MICROCONTROLADOR PIC 16F877A

El microcontrolador PIC 16F877A es fabricado por MICROCHIP Technology INC, destacándose su gran versatilidad, velocidad, bajo costo, baja potencia, y gran disponibilidad de herramientas para su programación.[3]

1.1.2.1 CARACTERISTICAS DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877A

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH de 8K; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la “F” en el modelo).
- Set de instrucciones reducidas (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.
- En su arquitectura además incorporan:
 - temporizadores
 - puertos I/O.
 - Comunicación serie y paralela: USART, PSP.
 - Bus I2C
 - Módulo Convertidor analógico a digital A/D.
 - Módulo Comparador con un voltaje de referencia.

En la tabla 1.1 se muestran las prestaciones generales del microcontrolador.

CPU	Tecnología	RISC
Reloj	Máxima frecuencia de operación (MHz)	20
Memoria	Memoria de programa FLASH palabra de 14 bits	8KB
	Memoria de datos RAM	368
	Memoria de datos EEPROM	256
Características	Interrupciones	14
	Pines entrada/salida	40
	Rango de voltaje(voltios)	4.0-5.5
Periféricos	Módulo(s) temporizador (es)	TMR0, TMR1, TMR2
	Comparador(es)	2
	Comunicación serial	Asíncrona
	Voltaje interno de referencia	SI

Tabla 1.1 Prestaciones del microcontrolador PIC 16F877A

1.1.2.2 Diagrama de pines y funciones.

Los pines de cada puerto del microcontrolador pueden ser configurados como entradas o salidas, los cuales algunos tienen funciones especiales; en la tabla 2 podemos observar una descripción de cada uno de los pines del microcontrolador PIC 16F877A.[2]

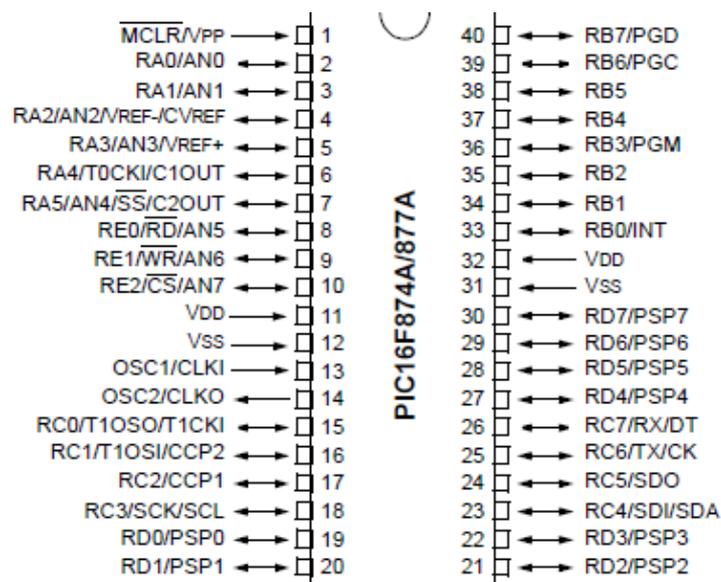


Figura 1.2. PIC 16F877A y su diagrama de pines

NOMBRE	PIN	DESCIPCIÓN
OSC1/CLKIN	13	Pin E, Entrada del oscilador de cristal /entrada de Señal de reloj externa
OSC2/CLKOUT	14	Pin S, Salida del oscilador de cristal
MCLR/Vpp/THV	1	Entrada del Master Clear (Reset) o entrada de voltaje De programación o modo de control high voltaje test
RA0/AN0	2	Pin Bidireccional E/S ¹ digital, entrada analógica 0
RA1/AN1	3	Pin E/S digital, entrada analógica 1
RA2/AN2/Vref-	4	Pin E/S digital, entrada analógica 2 o referencia Negativa de voltaje
RA3/AN3/Vref+	5	Pin E/S digital, entrada analógica 3 o referencia Positiva de voltaje
RA4/T0CKI	6	Pin E/S digital, entrada de reloj el timer 0
RA5/SS/AN4	7	Pin E/S digital, entrada analógica 4 o el esclavo Seleccionado por el puerto serial síncrono.
RB0/INT	33	Pin E/S digital, Interrupción externa
RB1	34	Pin E/S digital
RB2	35	Pin E/S digital
RB3/PGM	36	Pin E/S digital, Entrada de programación de bajo Voltaje ICSP
RB4	37	Pin E/S digital
RB5	38	Pin E/S digital
RB6/PGC	39	Pin E/S digital, Reloj de programación serial ICSP
RB7/PGD	40	Pin E/S digital, Dato de programación serial ICSP
RC0/T10S0/T1CKIN	15	Pin E/S digital, Salida del oscilador timer 1, Entrada De reloj del timer 1
RC1/T10S1/T1CCP2	16	Pin E/S digital, Entrada del oscilador timer 1, Salida PWN2, Captura 2 entrada, Comparador 2 salida
RC2/CCP1	17	Pin E/S digital, Captura 1 entrada, comparador 1 salida, PWN1 salida
RC3/SCK/SCL	18	Pin E/S digital, Entrada o salida serial de reloj Síncrono para modo SPI, Entrada o salida serial de reloj síncrono para modo SPI e I ² C

RC4/SD1/SDA	23	Pin E/S digital, entrada de datos SPI, I ² C/I/O datos
RC5/SD0	24	Pin E/S digital, salida de datos SPI
RC6/Tx/CK	25	Pin E/S digital, Transmisor asíncrono USART, Reloj síncrono USART 1
RC7/RX/DT	26	Pin E/S digital, Receptor asíncrono USART, Datos USART síncronos
RD0/PSP0	19	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 0
RD1/PSP1	20	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 1
RD2/PSP2	21	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 2
RD3/PSP3	22	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 3
RD4/PSP4	27	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 4
RD5/PSP5	28	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 5
RD6/PSP6	29	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 6
RD7/PSP7	30	Pin E/S digital, Dato de puerto paralelo esclavo 7
RE0 [≡] //AN5	8	Pin E/S digital, Control de lectura para el puerto esclavo paralelo, entrada analógica 5
RE1 [≡] //AN6	9	Pin E/S digital, Escritura de control para el puerto paralelo esclavo, entrada analógica 6
RE2 [≡] //AN7	10	Pin E/S digital, Selector de control para el puerto paralelo esclavo, entrada analógica 7
Vss	12	Referencia de tierra para los pines lógicos y de E/S Alimentación
Vdd	11	Fuente positiva para los pines lógicos y de E/S Alimentación

Tabla1.2. Descripción de pines del Microcontrolador PIC 16F877A

1.1.2.3 Descripción de los puertos:

- Puerto A:
- Puerto de e/s de 6 pines
- RA0 y AN0
- RA1 y AN1
- RA2, AN2 y Vref-
- RA3, AN3 y Vref+

- RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del módulo Timer0)
- RA5, AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)
- Puerto B:
 - Puerto e/s 8 pines
 - Resistencias pull-up programables
 - RB0 Interrupción externa
 - RB4-7 è Interrupción por cambio de flanco
 - RB5-RB7 y RB3 è programación y debugger in circuit
- Puerto C:
 - Puerto e/s de 8 pines
 - RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del módulo Timer1).
 - RC1-RC2 è PWM/COMP/CAPT
 - RC1 T1OSI (entrada osc timer1)
 - RC3-4 IIC
 - RC3-5 SPI
 - RC6-7 USART
- Puerto D:
 - Puerto e/s de 8 pines
 - Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo)
- Puerto E:
 - Puerto de e/s de 3 pines
 - RE0 y AN5 y Read de PPS
 - RE1 y AN6 y Write de PPS
 - RE2 y AN7 y CS de PPS

1.1.2.4 ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA

Se clasifican tres tipos de memoria:

- Memoria EEPROM: es la memoria donde almacena el programa realizado, esta memoria es donde el PIC va leyendo cada instrucción y la va ejecutando.

- Memoria RAM: es una memoria donde se almacenan datos o valores de variables, y al apagar el PIC, esta memoria se borra.
- MEMORIA EEPROM para datos: es donde se almacenan variables que se desea conservar después de apagar el PIC.[3]

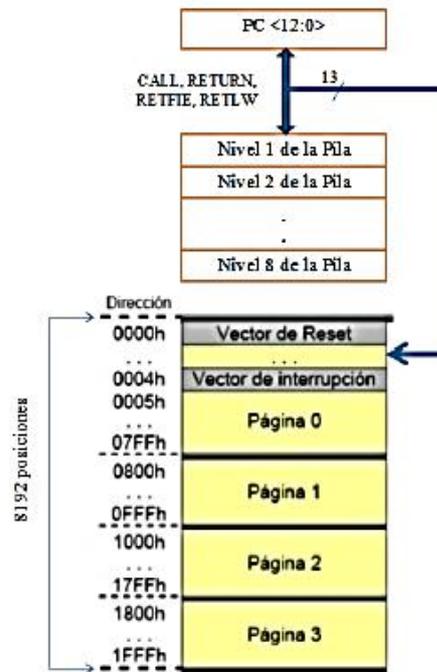


Figura 1.3. Mapa de la memoria de programa

1.2 CHIP ISD

1.2.1 Definición

Los Chips ISD son reproductores de sonido o de voz, en los cuales se debe pasar por un proceso de grabación, en el cual se genera un archivo para luego pasar al dispositivo, y poderlo reproducir.[11]

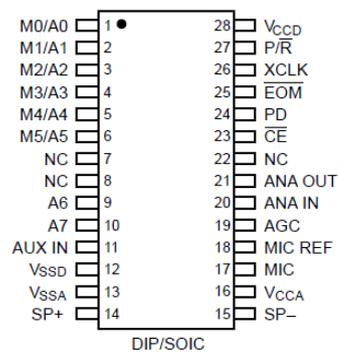


Figura 1.4. Chip ISD

1.2.2 Descripción de Pines

Para el dispositivo de voz, los pines del 1 al 8 para modos de reproducción, mientras que el 9 y 10 para reproducción y grabación, el pin 17 para micrófono, el 18 es la referencia del micrófono y el 19 es el control de ganancia, mientras que para la salida de audio están los pines 14 y 15 que van al parlante, además tiene entrada y salida analógica que corresponde a los pines 20 y 21, el pin 13 sirve como fin de mensaje, mientras que los pines 22 y 25 sirven como desbordamiento, el pin 12 sirve para reproducción mediante un LED, los pines 21, 22 y 24 son monitoreo de la memoria, los pines 23,24 y 27 sirven para la conexión en cascada; para ello también se utiliza el pin 11 es de entrada auxiliar para ponerlos en cascada.[12]

1.2.3 Características del Chip de Voz

Una de las características importantes de los dispositivos de voz, es que no sólo se puede grabar frases completas, sino que se puede efectuar por secciones, de tal manera que luego permita formar grupos para reproducir la frase deseada, lo cual da una facilidad para obtener más frases, debido a que estos dispositivos tienen poco tiempo de grabación, resulta efectivo el usarlo por secciones.[12]

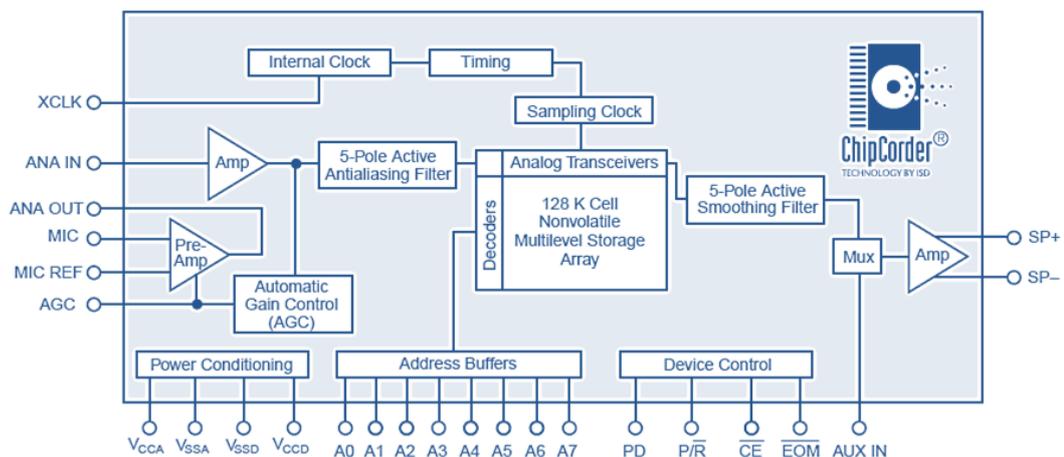


Figura 1.5. Diagrama interno de un chip de voz.

1.2.4 Modulo USB-SD MP3

1.2.4.1 Definición del módulo USB-SD MP3

El modulo utilizado es el WT9501M03, este módulo es una variación de los chips ISD normales, debido a que estos tienen puerto para memoria extraíble máximo de 1 GB en la cual se puede almacenar sonidos, voz, pero frases completas en formato MP3 y reproducir cualquiera de estos, el cual sirve para mejores aplicaciones y más amplias, una de las ventajas más grandes es la capacidad de memoria que es muy superior a los dispositivos ISD, la manera de grabar en este dispositivo es mucho más simple que con los ISD comunes, además este módulo consta con una parte de amplificación a la salida de 3W un amplificador clase D.[13]



Figura 1.6. Módulo WT9501M03 USB-SD MP3.

1.2.4.2 Diagrama de pines

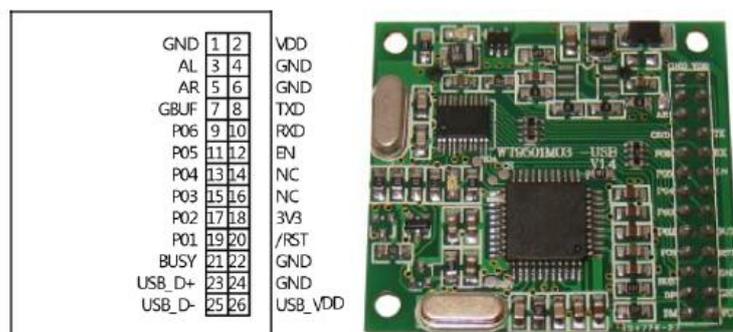


Figura 1.7. Módulo WT9501M03 USB-SD MP3 y diagrama de pines.

No.	Nombre del pin	Descripción.
1	GND	GND
2	VCC	DC5V input
3	L	Audio left output
4	GND	Power ground
5	R	Audio right output
6	GND	Power ground

7	GBUF	Audio ground
8	TXD	Serial data transmitter
9	P06	I/ O port
10	RXD	Serial data receiver
11	P05	I/ O port
12	EN	PowerEnable
13	P04	I/ O port
14	NC	Vacant (Reserved)
15	P03	I/ O port
16	NC	Vacant (Reserved)
17	P02	I/ O port
18	3V3	DC3.3V Output
19	P01	I/ O port
20	/ RST	Reset pin
21	BUSY	Busy signal, the output is low when playing
22	GND	Power ground
23	USB_D +	USB_D +input
24	GND	USB ground
25	USB_D-	USB_D-input
26	USB_VDD	USB Power

Tabla 1.3 Descripción de pines del Módulo MP3

1.2.4.3 Modos de conexión

El módulo MP3 tiene una ranura para memoria SD, además este módulo se puede utilizar como USB para conectar con la PC, para lo cual utiliza desde el pin 23 al 26, entonces una vez puesta la memoria SD, esta se puede comunicar con la PC con un cable USB y bajar o subir los ficheros.[13]

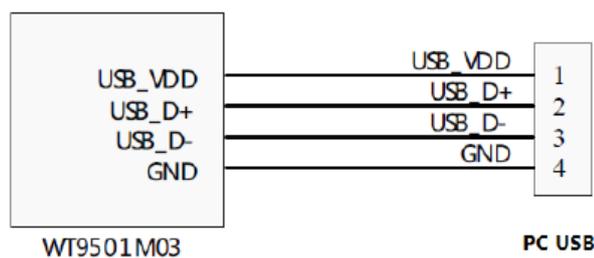


Figura 1.8. Módulo WT9501M03 conexión USB a la PC.

1.2.4.4 Modos de Trabajo

Para el módulo MP3, los archivos que se desea grabar deben tener como nombre 5 dígitos, por ejemplo 00001.mp3, 00002.mp3, etc y soporta máximo 10000 segmentos de audio.[13]

Esto nos sirve para los diferentes modos de trabajo:

1.2.4.4.1 Modo teclado

Para este se utiliza del P01 al P06, donde vamos a tener que P01 sirve como play o pause, P02 sirve para pasar a la anterior canción, P03 sirve para pasar a la siguiente canción, P04 sirve para subir el volumen, P05 sirve para bajar el volumen y P06 sirve para el Stop.

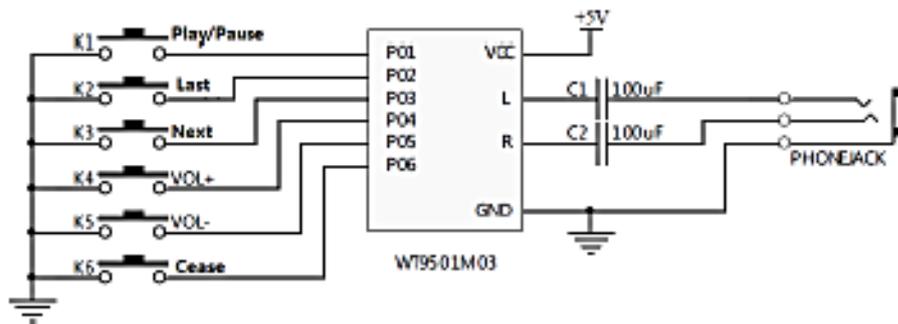


Figura 1.9. Módulo WT9501M03 Circuito de conexión.

1.2.4.4.2 Modo Serial

La comunicación serial está basado en UART, con 9600 baudios, para el protocolo se define un código de inicio y un código de fin.

Start code	Data length	Operation code	Ten thousands digit	Thousands digit	Hundreds digit	Tens digit	Units digit	End code
7E	07	XX	XX	XX	XX	XX	XX	7E

Tabla 1.4. Formato para el protocolo serial

Existen diferentes códigos para la operación del dispositivo, donde estos códigos deben estar en formato ASCII:

Type	Description	Operation code	Operation data
SD Card	Play (SD card)	A0H	xx xx xx xx xx
	Pause (SD card)	A1H	None
	Play from the pause point (SD card)	A2H	None
	Cease (SD card)	A3H	None
	Volume	A4H	XX
	Last	A5H	None
	Next	A6H	None
	Play one without cycle	A7H	None
	Play all in cycle	A8H	None
	Play one in cycle	A9H	None
USB Flash	Play (USB flash)	B0H	xx xx xx xx xx
	Pause (USB flash)	B1H	None
	Play from the pause point (USB flash)	B2H	None
	Cease (USB flash)	B3H	None
	Volume	B4H	XX
	Last	B5H	None
	Next	B6H	None
	Play one without cycle	B7H	None
	Play all in cycle	B8H	None
	Play one in cycle	B9H	None

Tabla 1.5. Tabla de operaciones para el modo serial.

Por ejemplo para reproducir la canción 00045.mp3, debe ingresarse de la siguiente manera:

- El dígito 10000 es 0, y en ASCII es: 30H
- El dígito 1000 es 0, y en ASCII es: 30H
- El dígito 100 es 0, y en ASCII es: 30H
- El dígito 10 es 4, y en ASCII es: 34H
- El dígito 1 es 5, y en ASCII es: 35H

Entonces para el protocolo debe enviarse el código:

Start code	Data length	Operation code	Ten thousands digit	Thousands digit	Hundreds digit	Tens digit	Units digit	End code
7E	07	A0	30	30	30	34	35	7E

Tabla 1.6. Ejemplo para reproducir la canción 00045.mp3 en modo serial.

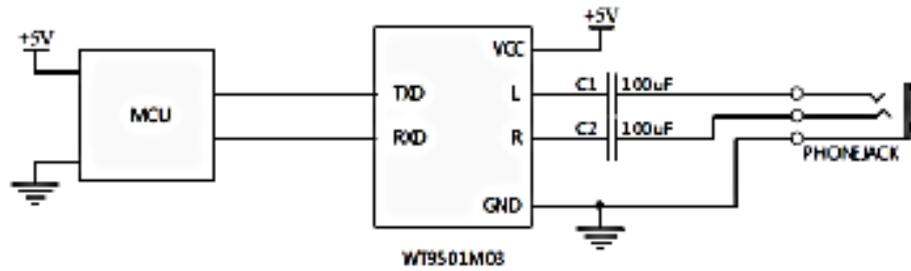


Figura 1.10. Módulo WT9501M03 - Circuito de conexión.

1.3 SENSORES CNY70

1.3.1 DEFINICIÓN

El sensor CNY70 es un dispositivo óptico el cual funciona con la reflexión de la luz, es decir, es un sensor que consta de un emisor de luz y un receptor que se encuentra en la misma dirección para detectar un objeto por medio de la reflexión del infrarrojo en el objeto.[4]

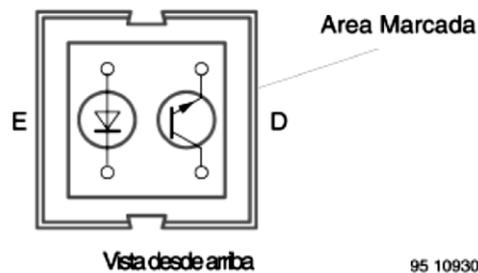


Figura 1.11. Sensor CNY70

1.3.2 DESCRIPCIÓN

El sensor CNY70, consta de un diodo emisor de infrarrojo, y además también consta de un fototransistor, en el cual, el emisor emite una señal que al reflejarse con algún objeto, esta señal se refleja y es captada por el receptor, donde el fototransistor se conmuta de acuerdo a la señal recibida, esto es dependiendo de la distancia a la que se encuentra y también al color del objeto, es decir, este sensor se puede configurar de tal manera que se pueda identificar el color del objeto.[5]

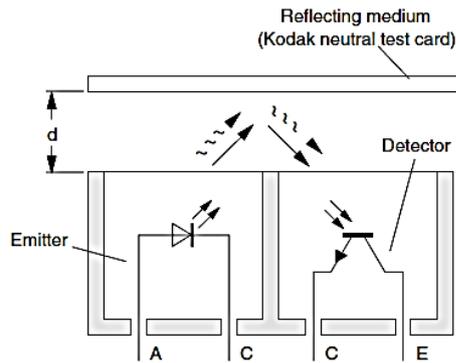


Figura 1.12. Diagrama de reflexión.

1.3.3 Diagrama de Pines

El CNY70 consta de 4 pines, en los cuales dos son para el diodo, y los otros dos para el receptor, la forma de configuración es simple, el diodo se lo polariza como diodo normal, con una resistencia de 220 ohmios, y la resistencia para el receptor es de 10K ohmios.

Los pines del sensor vienen dados con el primer pin desde el inicio del nombre del sensor, por lo tanto vamos a tener los siguientes pines: [4]

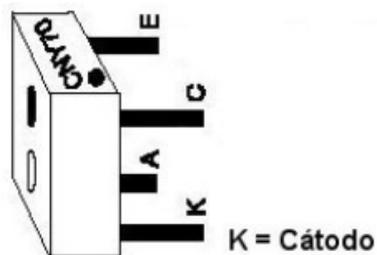


Figura 1.13. Pines del sensor CNY70.

1.3.4 FUNCIONAMIENTO

El sensor CNY70 se lo puede configurar como digital, donde este sensor nos va a entregar a la salida un valor de 0 o 1, esto depende del objeto a reflejar, pero se lo interpreta: un 1 cuando se refleje luz, y un 0 cuando no se refleje luz, esto viene dado por el color del objeto a censar; pero a este sensor se puede conectar a una entrada digital analógica, y con diferentes tipos de objetos o colores, por lo tanto el sensor, a la salida nos entregara valores diferentes dependiendo del color.[6]

1.4 INDICADORES LUMINOSOS

1.4.1 Definición

Los indicadores luminosos utilizados son LED, que significa Diodo Emisor de Luz, es un dispositivo el cual al ser polarizado, este emite luz; El LED trabaja de una manera similar al diodo común, pero cuando circula corriente a través de este, emite luz. Para el funcionamiento del LED se debe escoger bien la corriente, para obtener una buena luminosidad y para no dañar al mismo, por lo tanto el LED opera entre 1.8 hasta 3.8 voltios y su polarización va desde 10 a 20 miliamperios.[7]

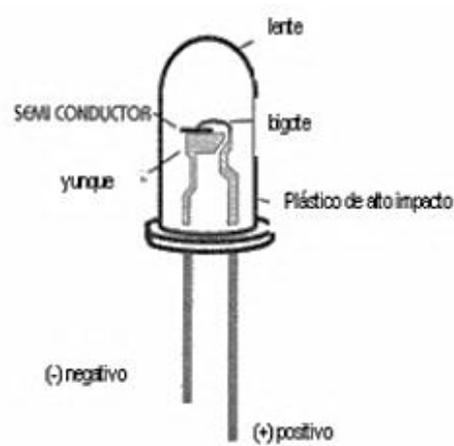


Figura 1.14. Estructura del LED.

1.4.2 DESCRIPCION

El diodo LED puede ser de diferente color como amarillo, rojo, verde, etc., la variación de colores depende del material con el cual fueron construidos, por lo tanto vamos a tener diferentes longitudes de onda correspondientes para cada color de LEDs, también entre las variedades de LEDs, tenemos que existen también de diferentes diámetros, formas y como ya hablamos colores, como podemos observar en la tabla 1.6.[8]

Color	Luminosidad	Consumo	Longitud de Onda	Diámetro
Rojo	1,25 mcd	10 mA	660 nm	3 y 5 mm

Verde, Amarillo, naranja	8 mcd	10 mA		3 y 5 mm
Rojo (Alta luminosidad)	80 mcd	10 mA	625 nm	5 mm
Verde (Alta Luminosidad)	50 mcd	10 mA	565 nm	5 mm
Híper rojo	3500 mcd	20 mA	660 nm	5 mm
Híper rojo	1600 mcd	20 mA	660 nm	5 mm
Híper verde	300 mcd	20 mA	565 nm	5 mm
Azul difuso	1 mcd 60°		470 nm	5 mm
Rojo y verde	40 mcd	20mA		10 mm

Tabla 1.7. Clasificación de los diodos.

1.4.3 MATRIZ DE LEDS.

La matriz de LEDs es el indicador que se utiliza para el proyecto, la matriz de LEDs consiste en un arreglo de LEDs, los cuales pueden ser encendidos o apagarlos individualmente, se lo puede pensar como display o como pantalla, debido a que se pueden generar diferentes imágenes, ya sea estáticas o en movimiento, lo que se necesita es multiplexar la matriz de LEDs para generar lo deseado.[9]

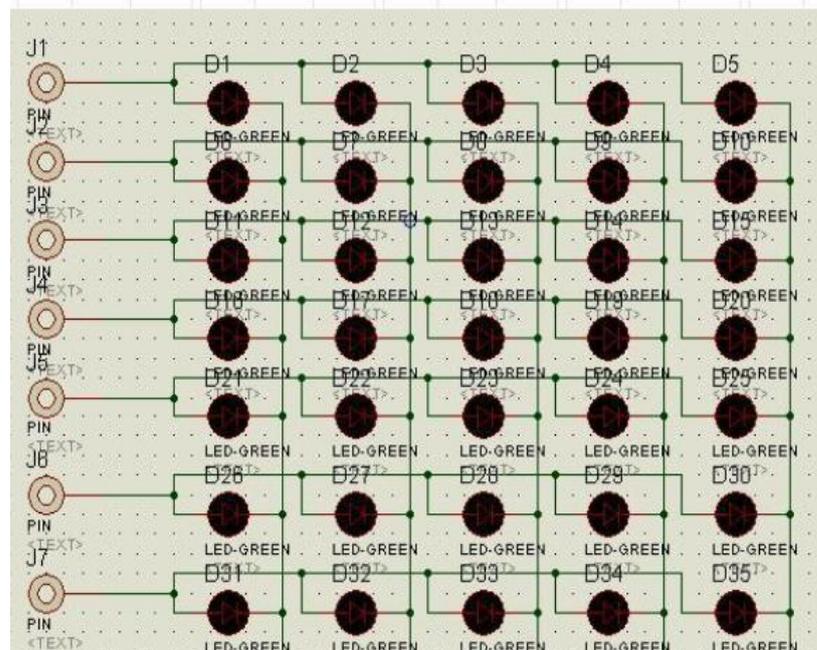


Figura 1.15. Arreglo de Leds.

1.4.3.1 DESCRIPCION

Una matriz de LEDs como se ha explicado consta de un arreglo de LEDs, donde cada uno está conectado a una fila y a una columna, para encender un led lo que se necesita es ubicarse por la intersección entre líneas y columnas; cómo se observa en la figura 1.16. [10]

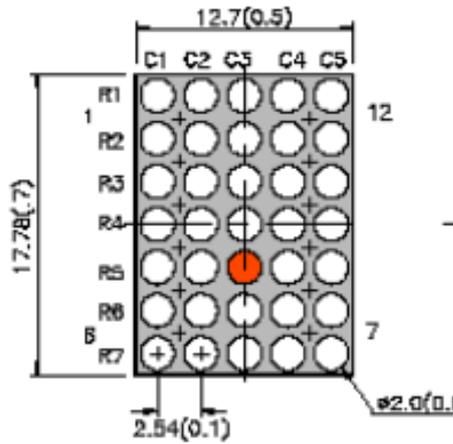


Figura 1.16. Matriz de Leds

1.4.3.2 PINES DE LA MATRIZ DE LEDS.

La matriz de LEDs de 7x5 consta de 7 filas, por 5 columnas los cuales sirven para identificar un LED o encenderlo, para esto es necesario conocer la distribución de pines y como se conectan cada uno de ellos como podemos observar en la figura 1.17. [9]

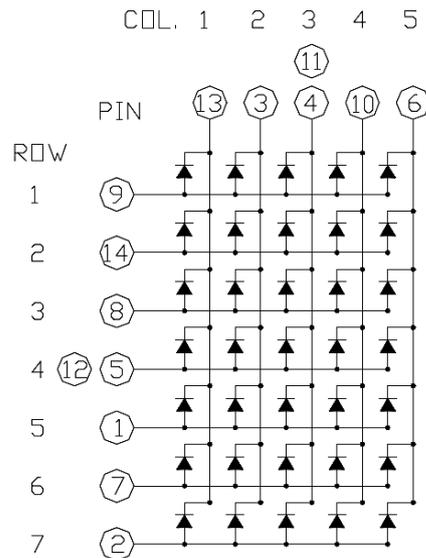


Figura 1.17. Pines de la matriz de Leds.

Cabe resaltar que así como los LEDs tienen gran variedad de formas, tipos y formas, la matriz de LEDs, también tiene una gran variedad y pueden aumentar sus dimensiones como por ejemplo de 5x7 o 8x8.

1.5 AMPLIFICADORES DE AUDIO

Para el Amplificador de Audio, se puede utilizar el TDA2002, que es un integrado con excelente calidad de audio y potencia; tiene una ventaja que no necesita mucha tensión: entre 6 a 12 voltios, entregando a la salida 8 watts. La impedancia de entrada es de 10 Kohms y la sensibilidad de entrada es de 500 mV. Posee una distorsión sobre 8 watts del orden del 0,1 %.[16]

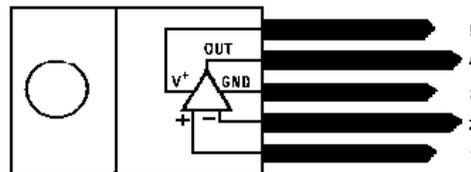


Figura 1.18. TDA 2002

1.5.1 Principio de Funcionamiento.

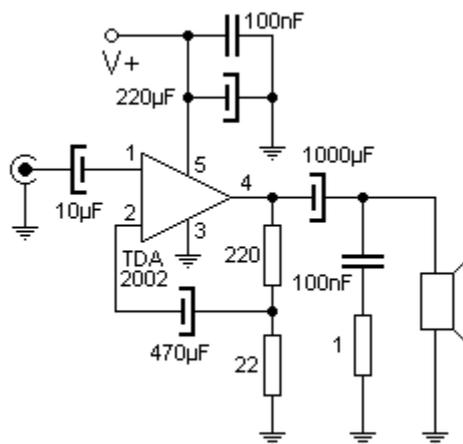


Figura 1.19. Circuito del TDA2002

Se explicara el funcionamiento del circuito integrado TDA2002 como amplificador de 8 W, trabaja con tensión entre 6 a 12 voltios, pero tiene mejor respuesta con 12 voltios, este integrado consta con protección para cuando sobrepasa el umbral de calor.[14]

Para el funcionamiento del TDA2002, la señal de audio ingresa al pin 1, atreves de un condensador para el acople, para la salida va en el terminal 4, donde ya está amplificada la señal, esta pasa atreves de un capacitor para el desacople, luego en paralelo a otro condensador y resistencia, ambos en serie para compensar el desfase que nos da el parlante y como resultado se aproxime a un resistor puro, además la señal del pin 4 va a un divisor de tensión formado con 2 resistencias para crear una retroalimentación, obteniendo una relación de ganancia= $R1/R2$; con un valor máximo de ganancia sin cortes de 100, la señal obtenida del divisor por medio de un capacitor va al pin 2, el pin 3 que es el que va a tierra y por último el pin 5 que es el que va a la alimentación, como protección de la fuente se puede poner un capacitor.[15]

1.6 SERVO MOTOR.

1.6.1 Definición

El servomotor es un motor de corriente continua, con el cual se puede controlar posiciones, por lo general se utiliza para posicionar superficies, el servomotor es capaz de ubicarse en cualquier posición dentro de un rango de 180 grados, entre sus grandes aplicaciones tenemos para robótica, vehículos por radio-control, etc.

1.6.2 Funcionamiento

El servomotor consta con de un motor pequeño, arreglado con un sistema de engranajes para ganar torque, además consta de un potenciómetro para determinar si el servomotor está en la posición correcta, o ángulo correcto, para el posicionamiento del servomotor, o el movimiento angular que debe realizar, es proporcional al voltaje que se aplica, por lo tanto para determinar el ángulo de movimiento del servomotor, se debe configurar el ancho de pulso de un PWM o tren de pulsos, por lo que el servo espera 20 milisegundos para ver un pulso, por lo tanto el giro se determina por medio del ancho de pulso.[17,18]

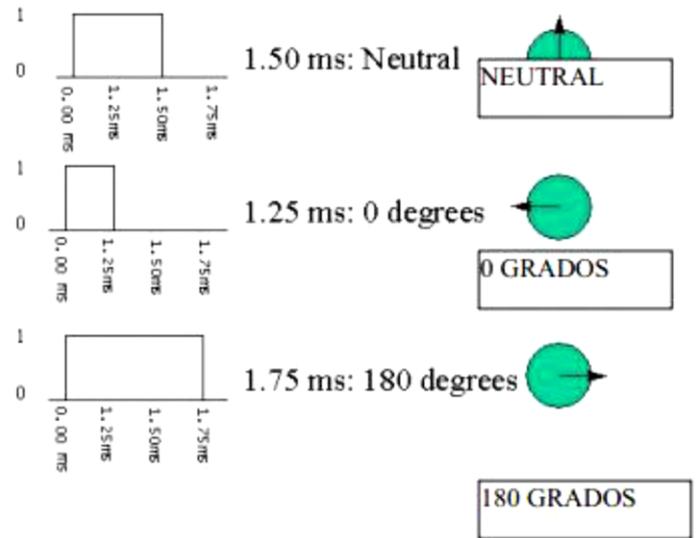


Figura 1.20. Giro del motor según el ancho de pulso

CAPITULO II

DISEÑO DE CIRCUITOS ELECTRONICOS.

2.1 SISTEMA DE LECTURA DE SENSORES.

El sistema de lectura de sensores tiene la función de identificar el órgano del cuerpo humano que es colocado en el torso, para esto es necesario un sensor que sea capaz de dar una respuesta en su salida distinta para diferentes colores, puesto que de manera didáctica los órganos tienen colores diferentes. Para lograr este objetivo se ha empleado el sensor infrarrojo CNY70, el cual consta de un emisor y un receptor de luz infrarroja, donde la salida del sensor devuelve una cantidad de voltaje relacionado con la cantidad de rayo reflejado por el objeto acercado a dicho sensor, por este motivo se obtiene diferentes valores de voltaje cuando el rayo infrarrojo es reflejado en superficies de diferentes colores.

El circuito del sensor CNY70 es el mostrado en la figura 1, donde simplemente se coloca una resistencia limitadora de corriente en el ánodo del diodo emisor mientras que el cátodo está conectado directamente a tierra, por otra parte el receptor es un foto transistor polarizado con el emisor conectado a tierra y el colector conectado a una resistencia de colector conectada a su vez a Vcc. donde el voltaje de salida del sensor la tomamos del colector.

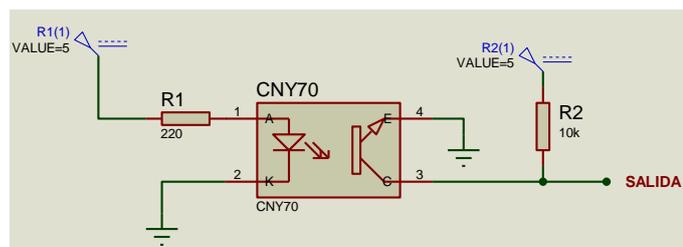


Figura 2.1. Esquema de conexión del sensor CNY70

Posteriormente la señal de voltaje entregada por el sensor CNY70 es conectada a un microcontrolador PIC para su lectura e interpretación. Para el reconocimiento de los órganos de diferente color cada uno, se ha empleado el PIC16F877A por los principales motivos que son el número de puertos de entrada/salida, así como del número de entradas analógicas disponibles que en este son ocho entradas analógicas, las cuales se utilizan en su totalidad debido a que son ocho los órganos que pueden ser manipulados y colocados en el torso. La conexión

entre los sensores y el microcontrolador es directa, es decir la salida o colector de cada sensor se conecta directamente con las entradas analógicas del microcontrolador las cuales están en el puerto A y puerto E del PIC16F877A como de muestra en la figura 2.

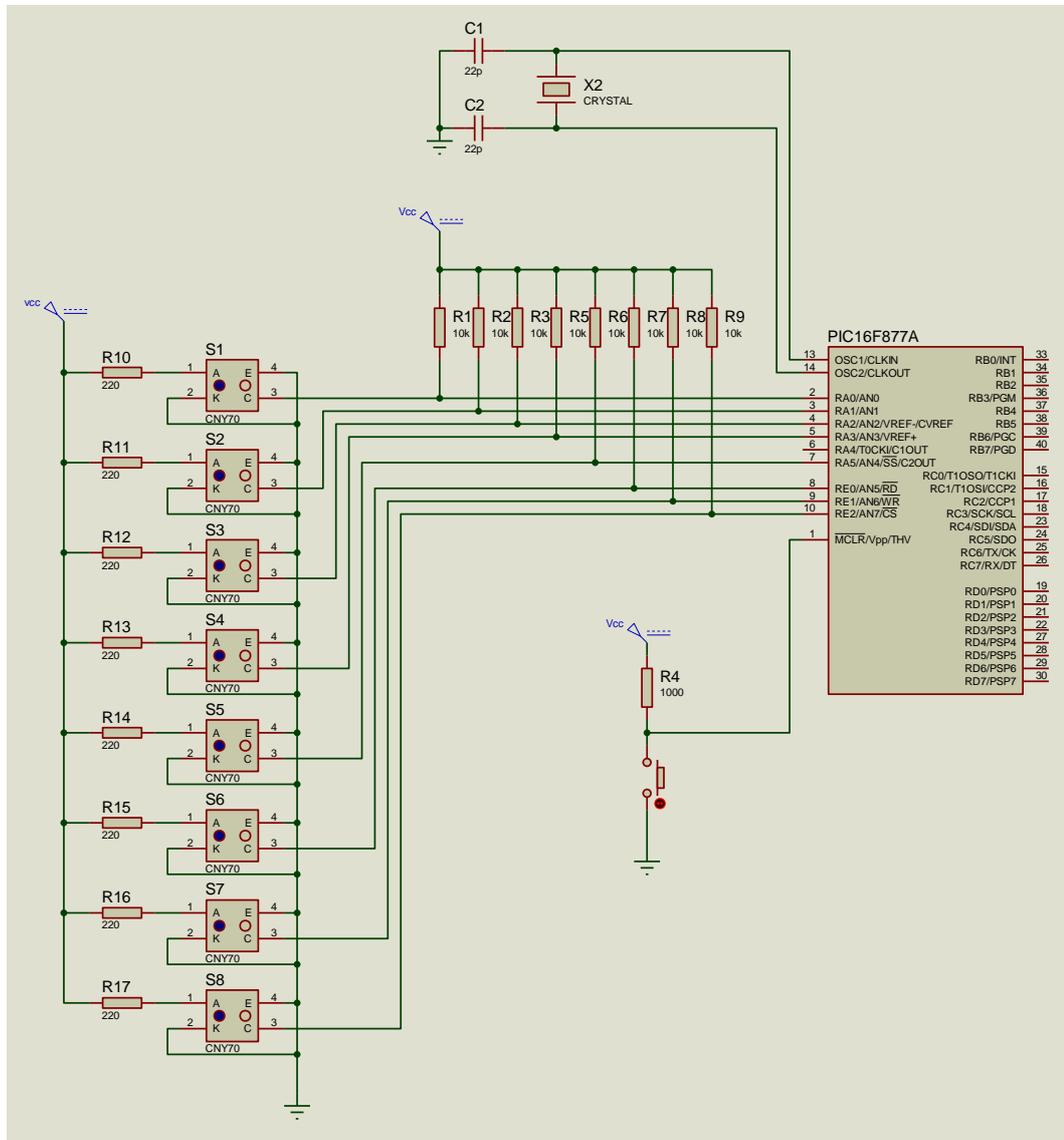


Figura 2.2. Circuito de lectura de sensores.

Puesto que los sensores entregan valores de voltajes entre 0-5Vcc dependiendo del órgano que es acercado a este, con la ayuda el conversor analógico digital del microcontrolador este voltaje de entrada es interpretado, para luego según comparaciones en la líneas de código del programa del microcontrolador se verificara cual es el órgano a que corresponde la cantidad de voltaje entregado por el sensor.

2.2 SISTEMA DE SEÑALIZACION LUMINOSA.

La correcta o incorrecta colocación de los órganos de este rompecabezas es indicada mediante una señalización luminosa la cual es por medio de una matriz de Leds de 7 filas por 5 columnas, en la cual se formara una señal en forma de un “check o tick” cuando el órgano colocado en cierta posición es el correcto, mientras que en la matriz de Leds se visualizara una “X” cuando el órgano es colocado en la posición inadecuada.

Las columnas de la matriz de Leds son conectadas directamente al microcontrolador PIC16F877A a su respectivo puerto C utilizando las primeras cinco salidas de dicho puerto, por su parte las filas de la matriz de Leds son activadas por medio de transistores PNP en conmutación donde los emisores están conectados a Vcc y los colectores están conectados a cada columna de la matriz. Para la conmutación de los transistores que activan las filas de la matriz de Leds, las bases de estos transistores están conectadas al puerto B del microcontrolador por medio de una resistencia limitadora de corriente.

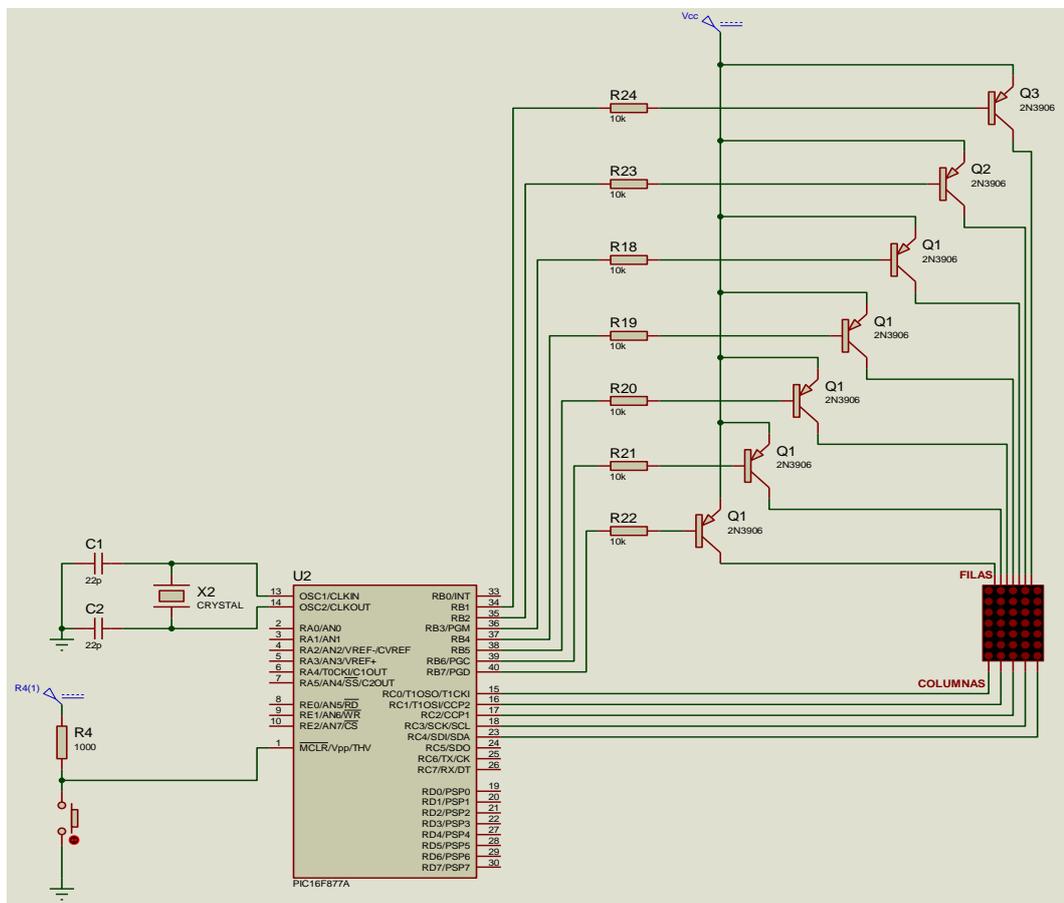


Figura 2.3. Circuito de matriz de Leds.

De esta manera se obtiene un efecto visual llamativo al encenderse la matriz de Leds, cabe recalcar que para la correcta formación de los símbolos se han utilizado las cinco columnas de la matriz y únicamente cinco filas de la misma para una mejor visualización del símbolo. Adicionalmente el sistema de señalización luminosa consta de una LCD de dos filas por dieciséis caracteres en cada fila en la cual se visualizaran mensajes de correcto e incorrecto, así también se escribiría el nombre del órgano colocado en ese instante y un mensaje de inicio y culminación exitosa de la colocación de los órganos en el torso, La conexión de cuenta con su respectiva alimentación así también el pin de habilitación (E) de la LCD así también como el pin de comando/datos (RS) y cuatro de los pines que representan los bits más significativos de datos de la pantalla son conectados conectada al puerto D del microcontrolador, también para una efecto visual es posible regular el contraste de la LCD mediante un potenciómetro, en la figura 4 se muestra el esquema de conexión de la LCD mencionada.

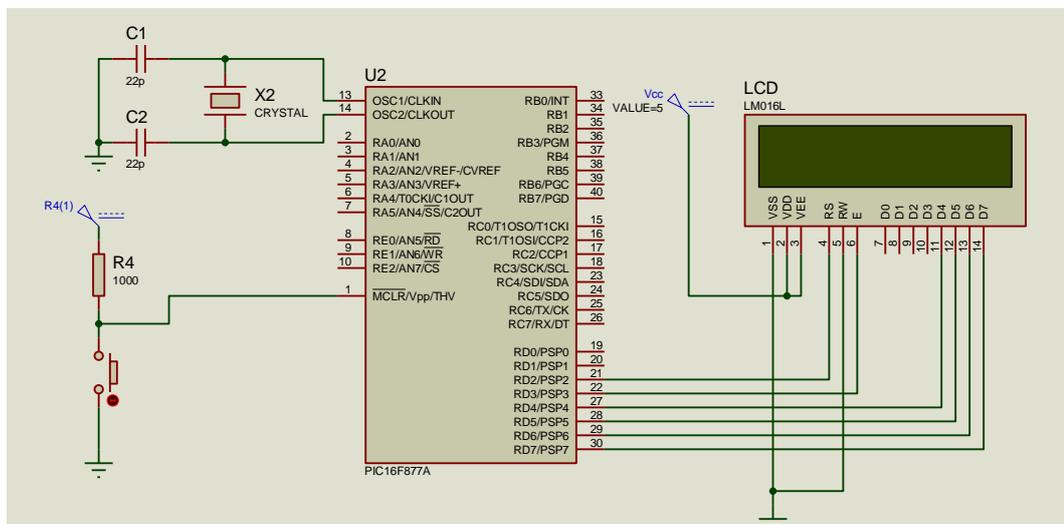


Figura 2.4. Esquema de conexión del Módulo-LCD 2x16.

2.3 SISTEMA DE RESPUESTA AUDITIVA.

Siguiendo la línea interactiva del prototipo se diseña un sistema de respuesta de audio, el cual permite escuchar la función de cada órgano del cuerpo humano que es colocado de forma correcta en el torso, para esto se diseña un circuito para la reproducción de los mensajes mencionados anteriormente.

El circuito consta de un módulo MP3 USB-SD WT9501M03 el cual nos permite la reproducción de pistas de audio, el control de este dispositivo se lo realiza mediante el microcontrolador PIC16F887A, puesto que es posible manejar de forma serial el Módulo MP3 USB-SD, para esto se conecta el transmisor serial del microcontrolador con el receptor serial del módulo MP3, para ajustar el volumen de la salida de audio se conectan hacia los pines P04 y P05 dos pulsantes conectados a tierra para subir o bajar el volumen respectivamente.

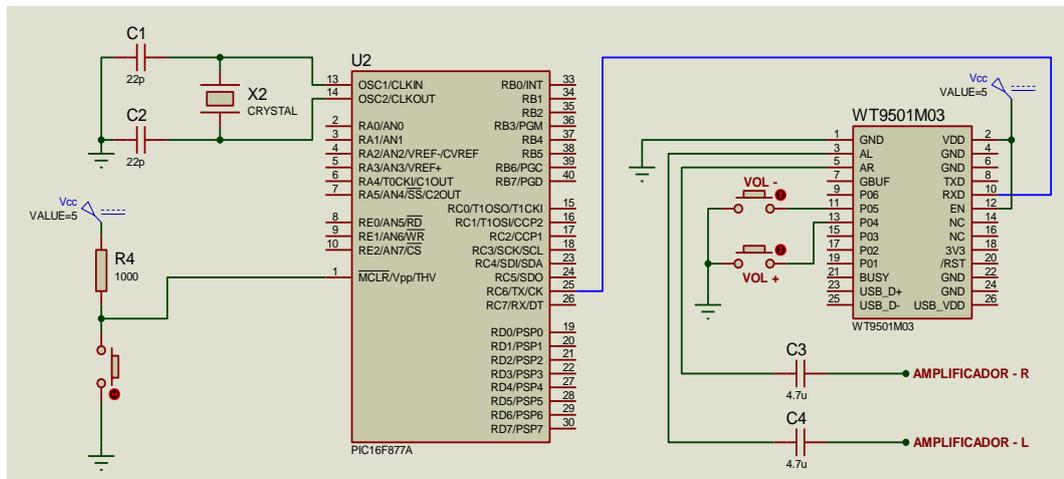


Figura 2.5. Esquema de conexión del Módulo-MP3 WT9501M03 en modo serial.

Como se muestra en la figura 5, el dispositivo de reproducción entrega dos salidas de audio una izquierda y otra derecha. Debido a que la potencia de salida de audio del Módulo MP3 es baja, se vio la necesidad de diseñar un amplificador de audio que entregue 8W de potencia, el amplificador de audio utilizado es un TDA2002, el cual entrega la salida de audio requerida. En la figura 6 se muestra la conexión de la salida de audio del Módulo MP3 al ingreso del amplificador, su salida a su vez se conecta a un parlante de 8W de potencia y 4 ohmios para su óptimo acoplamiento al amplificador. Cabe recalcar que en el prototipo se utiliza únicamente la salida izquierda de audio debido a que los mensajes son solamente de VOZ.

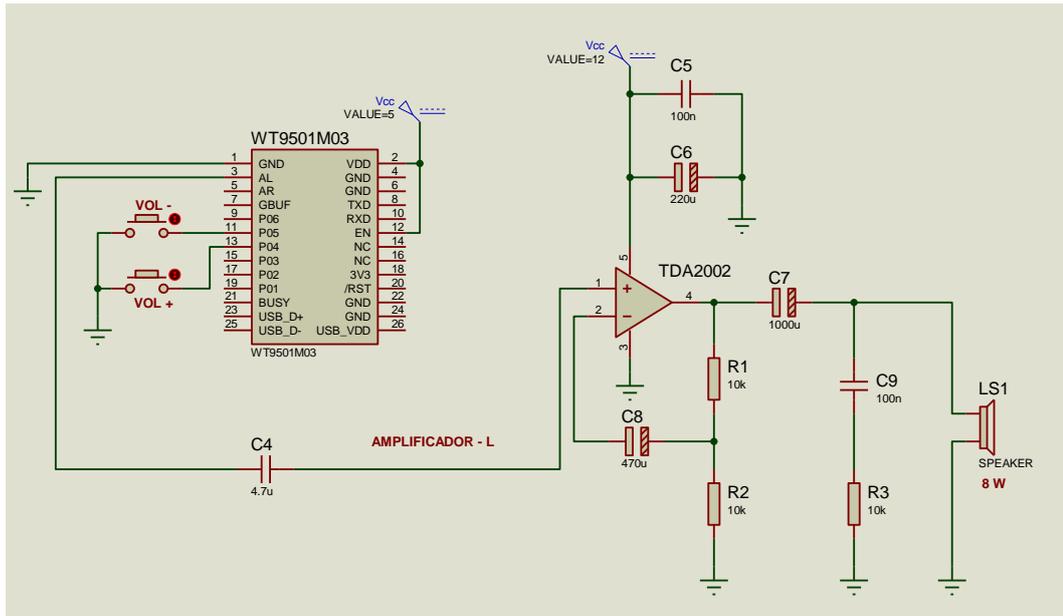


Figura 2.6. Esquema de conexión del Amplificador de audio TDA2002.

2.4 SISTEMA DE MOVIMIENTO CON SERVOMOTOR.

Para provocar un movimiento en el prototipo que simule un movimiento de la cabeza se diseñó un circuito de gran simplicidad en el que se utilizó un servomotor, el cual es controlado por medio del microcontrolador PIC16F877A, donde la salida del cero de puesto B de microcontrolador es conectada a la entrada de control PWM del motor, también el motor se conecta a la alimentación de 12 Vcc y tierra, como se muestra en la siguiente figura.

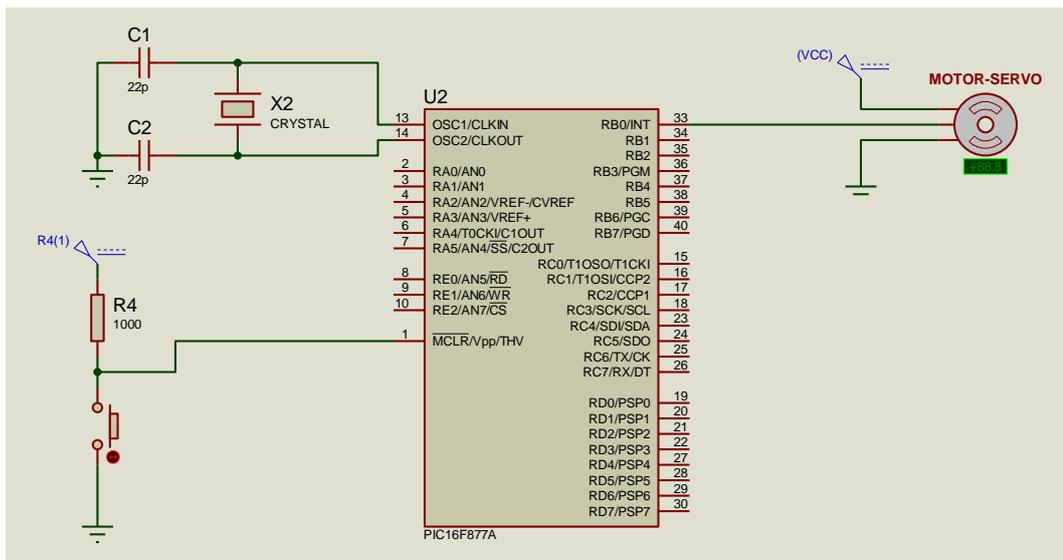


Figura 2.7. Esquema de conexión de Motor-Servo.

2.5 SISTEMA DE ALIMENTACION DE CORRIENTE CONTINUA.

Todos los circuitos electrónicos del prototipo trabajan con 5Vcc y en el caso del amplificador de Audio trabaja con 12Vcc, por esta razón se diseñó una fuente de alimentación de corriente continua, esta es una fuente doble que nos entrega dos voltajes diferentes que son 12Vcc y 5Vcc para así satisfacer la demanda de voltaje de los circuitos.

Para el circuito se ha utilizado un transformador de 120VAC/12VAC ya que el voltaje máximo que necesitamos es 12V, luego este voltaje de corriente alterna lo rectificamos mediante un rectificador de puente de Graetz, posteriormente mediante reguladores de voltaje como son los circuitos integrados 7812 y 7805 obtenemos a la salida de la fuente 12Vcc y 5Vcc respectivamente con la capacidad de soportar una carga máxima de 2 A.

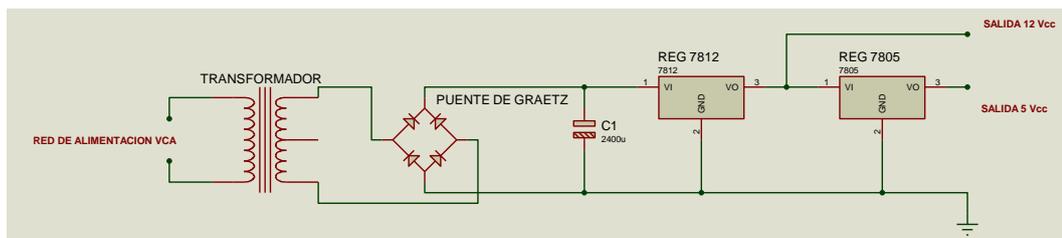


Figura 2.8. Esquema de Fuente de alimentación +12Vcc / +5Vcc.

En su totalidad el circuito está conformado por todos los sistemas antes mencionados como se puede apreciar en la figura 9, donde también se puede ver que el controlador principal es el microcontrolador PIC16F877A para el cual se utiliza un oscilador externo para obtener una fuente de reloj con una frecuencia determinada por un cristal de cuarzo externo en modo XT de 4MHz, cabe recalcar que en este modo el consumo de corriente es media a comparación de los modos HS y LP. El diseño de circuito está basado en microcontrolador mencionado ya que satisface la demanda de entradas y salidas necesarias para el sistema en general sin tener puertos sin utilización.

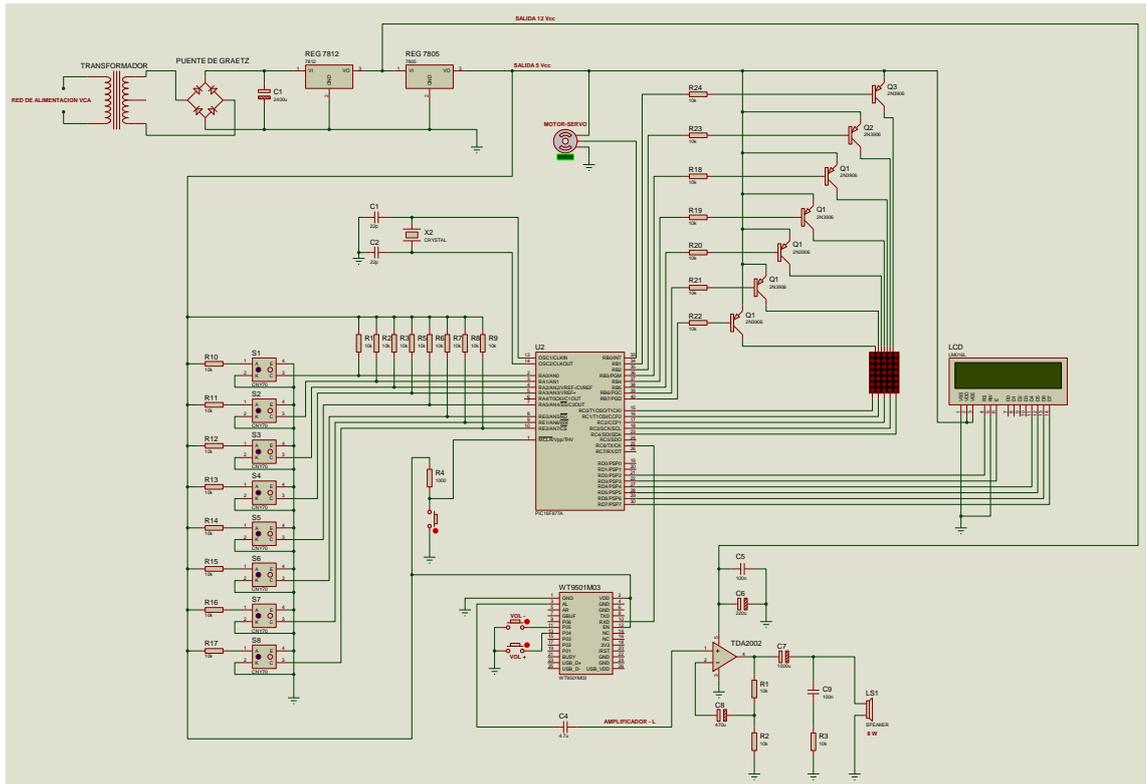


Figura 2.9. Circuito Completo.

CAPITULO III

IMPLEMENTACION

Este capítulo trata acerca de la construcción de cada uno de los circuitos e implementación de los mismos en el proyecto, cada una de las partes del circuito se realiza de manera separada, para luego implementar en un solo circuito. Finalizado esto se describen las pruebas de funcionamiento realizadas para verificar el correcto funcionamiento del mismo y pruebas en la institución para conocer el desenvolvimiento de los niños con la maqueta, captar sugerencias y las variables dentro del proyecto. Las permiten la identificación y corrección de fallos en los circuitos armados.

3.1. Construcción del Circuito de Lectura de Sensores

Para la construcción del sistema de lectura se debe tener en cuenta que debe ser un sensor para cada uno de los órganos, por lo tanto, se debe utilizar una entrada analógica del microcontrolador para cada sensor, lo que nos da como resultado valores en los cuales el sensor oscila, es decir vamos a tener un valor diferente cuando el órgano a sensor está puesto y cuando está vacío, para no mezclar las diferentes piezas se procede a pintar de diferente color cada una de la bases de los diferentes órganos, de esta manera vamos a obtener diferentes valores al momento de pensar y poder determinar si la pieza esta correcta, incorrecta o está en vacío, para esto hemos realizado una toma de valores con las diferentes piezas y sensores, el rompecabezas consta de 2 niveles, en donde en el primer nivel se tiene el corazón, los dos riñones y el páncreas, mientras que en la segunda capa se encuentran los órganos como los pulmones, los intestinos, el hígado y el estómago, entonces dentro del programa primero se debe armar la primera capa para proceder a la segunda capa, entonces las pruebas se han realizado en 2 partes para el funcionamiento:

	Valores		
Órgano	En vacío	con el órgano	otros órganos
Corazón	130-250	30-50	8-198-186-12-205-204-140-120
Páncreas	130-250	0-20	210-128-137-99-75-237-223-190-200

Riñón Izq.	130-250	20-40	67-219-230-150-175-204
Riñón Der.	130-250	10-020	142-162-195-152-99-161-120-207-153
Pulmón Der.	130-250	40-60	104-229-142-151-15-207-161-195-162
Hígado	130-250	0-20	175-33-134-60-83-165-209
Estomago	130-250	110-120	143-106-87-9-11-175-220
Intestinos	130-250	0-20	100-104-10-155-220

Tabla 3.1. Valores tomados de los sensores.

Como se observa en la tabla 3.1, vemos que no se cruzan los valores y podemos identificar a cada órgano, otra de las cosas que se puede ver es que los valores se cruzan solo cuando están en vacío, por lo que a estos no se puede discriminar, pero el resto de valores si se los puede discriminar, entrando en comparaciones para cada uno de los sensores.

3.2. Construcción del Circuito de Señalización Luminosa

Para el circuito de señalización luminosa, se ha utilizado la matriz de Leds de 7 por 5, con la cual el objetivo con esta matriz es al colocar un órgano correctamente, en la matriz de Leds debe aparecer un visto bueno, mientras que al colocar incorrectamente un órgano nos deberá aparecer una “X” que significa mal, esto se realizó pensando en los niños cuando se los califica por lo general se utilizan este tipo de señales, por lo que es más familiar para ellos, también al no estar colocado ningún órgano, esta señalización luminosa o matriz de LEDs no debe de realizar ninguna acción, es decir, la matriz permanece apagada.

Órgano	Correcto	Incorrecto	En Vacío
Corazón	✓	✓	X
Páncreas	✓	✓	X
Riñón Izq.	✓	✓	X
Riñón Der.	✓	✓	X
Pulmón Der.	✓	✓	X
Hígado	✓	✓	X
Estomago	✓	✓	X
Intestinos	✓	✓	X

Tabla 3.2. Primeros Valores Obtenidos en la Matriz de Leds.

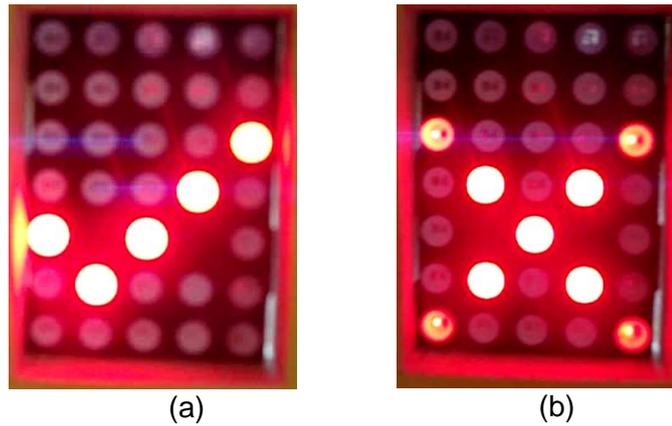


Figura 3.1. Señalización en matriz de Leds indicando (a) Visto Bueno, (b) visto malo

En la tabla 3.2, que fueron los primeros valores obtenidos, significando el visto que esta el valor deseado, mientras que la X significa que es un valor no deseado, como podemos observar en la tabla, tenemos que al estar colocado tanto correcto, como incorrecto nos entrega los valores deseados, mientras que al estar apagado obtuvimos valores en los cuales quedan prendidos algunos LEDs, lo que nos llevó a concluir que la matriz de LEDs necesita ser controlada con transistores por la corriente que necesita, una vez arreglado este problema podemos observar lo siguiente en la tabla 9.

Órgano	Correcto	Incorrecto	En Vacío
Corazón	✓	✓	✓
Páncreas	✓	✓	✓
Riñón Izq.	✓	✓	✓
Riñón Der.	✓	✓	✓
Pulmón			
Der.	✓	✓	✓
Hígado	✓	✓	✓
Estomago	✓	✓	✓
Intestinos	✓	✓	✓

Tabla 3.3. Valores Obtenidos en la matriz de Leds

Como se observa ahora tenemos los valores correctos de cada estado del sensor, tanto para correcto, incorrecto, como para cuando el sensor está en vacío.

3.3. Construcción del Circuito de Audio

Para el circuito de Audio, se integra tanto el módulo WT9501M03 USB-SD MP3 como el circuito del TDA2002, en donde la señal de audio nos entrega el módulo MP3, con el cual esta señal la amplificamos con el circuito del TDA2002; para el funcionamiento del módulo MP3, es necesario primero grabar en una memoria SD todas las voces o freces que se van a escuchar, y procedemos a reproducir cada una de estas según corresponda, para pruebas hemos grabado el nombre de cada órgano, de tal manera que al colocar correctamente un órgano, el módulo MP3 reproduce su nombre y este a su vez se amplifica con el circuito del TDA2002.

Órgano	Correcto	Incorrecto
Corazón	✓	
Páncreas	✓	
Riñón Izq.	✓	
Riñón Der.	✓	
Pulmón Der.	✓	
Hígado	✓	
Estomago	✓	
Intestinos	✓	

Tabla 3.4. Respuesta auditiva de cada órgano.



Figura 3.2. Circuito del TDA2002

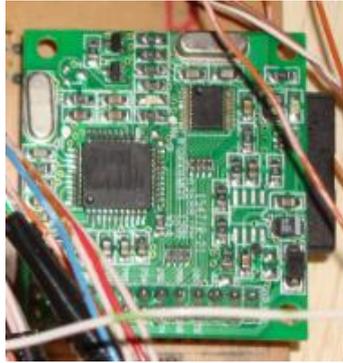


Figura 3.3. Módulo MP3 WT9501M03

Como se observa en la tabla 10, tiene una excelente respuesta auditiva, lo que quiere decir, es que para cada órgano nos entrega el nombre del mismo, dentro de esto es necesario el entender que se tiene ruido al momento de probarlo en protoboard, pero al momento de probarlo en placas, obtuvimos excelentes resultados, pero es necesario tener en cuenta que se debe tratar de eliminar el ruido de la fuente.

3.4. Construcción del Circuito del Servo Motor

Para la construcción del Servo Motor, según el funcionamiento del mismo, es necesario comandarlo por medio de PWM, en el cual según el pulso en alto del PWM, nos entrega la posición en la cual el Servo Motor debe posicionarse, con esto el motor debe mover la cabeza del rompecabezas, debe mover de un lado, al otro lado, y por ultimo debe de posicionarse en el centro para siguientes movimientos de la misma pieza.

Servo Motor	
Derecha	✓
Izquierda	✓
Centro	✓
secuencia	✓

Tabla 3.5. Movimiento del Servo Motor

En la tabla 3.5. Se obtiene la respuesta del Servo Motor tanto a ala izquierda, como a la derecha, como al centro, la secuencia del Servo Motor corresponde a ir de

derecha, al centro, a la izquierda y de nuevo al centro, esto lo realiza tres veces seguidas y termina en el centro, generando un movimiento a la cabeza continua.



Figura 3.4. Movimiento de la cabeza a la (a) derecha (b) izquierda

3.5. Pruebas de Funcionamiento en Conjunto.

Para las pruebas de funcionamiento en conjunto, se juntan todos los circuitos anteriores en funcionamiento completo de los mismos, para esto lo hemos armado en placas y acoplado en la maqueta para el correcto funcionamiento de todos los circuitos y poder analizar las diferentes variables que maneja el proyecto.

Órganos	Sensor CNY70	Matriz de LEDs	Audio	Servo motor al final
Corazón	✓	✓	✓	✓
Páncreas	✓	✓	✓	
Riñón Izq.	✓	✓	✓	
Riñón Der.	✓	✓	✓	
Pulmón Der.	✓	✓	✓	
Hígado	✓	✓	✓	
Estomago	✓	✓	✓	
Intestinos	✓	✓	✓	

Tabla 3.6. Respuesta de todos los circuitos en conjunto para cada órgano.

Para el funcionamiento en conjunto, al colocar un órgano de una manera correcta, es decir, en el lugar donde pertenece, la matriz de LEDs debe darnos una señal de correcto, además de esto, el programa manda una señal de reproducción al módulo MP3 para reproducir un frase correspondiente al órgano colocado, y este módulo funciona conjuntamente con el circuito del TDA2002, para amplificar la señal y se reproduzca por el parlante, también tiene la variante todo el circuito, de que al colocar incorrectamente un órgano, la matriz de LEDs nos entrega una señal de incorrecto, sin respuesta auditiva; una vez finalizado todo el rompecabezas, es decir, colocado cada órgano en su lugar la LCD muestra un mensaje de “bien!!!” y el Servo Motor empieza a funcionar moviendo de derecha a izquierda, con la secuencia, cabe resaltar que al estar incompleto el rompecabezas en la LCD nos muestra un mensaje de “Colocando...”

Cabe recalcar que las pruebas de funcionamiento también fueron realizadas en el instituto de Parálisis cerebral de Azuay (**VER ANEXO 3**)



Figura 3.5. LCD mensaje final



Figura 3.6. LCD mensaje entre para el acople

CAPITULO IV

MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO.

4.1 DESCRIPCION DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.

El Lenguaje de programación es una estructura sintáctica y semántica con el cual se puede describir distintas instrucciones a un programa de computadora.

BASIC es un lenguaje de programación de alto nivel, cuyas siglas significan Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code que traducido al español sería “código de instrucciones simbólicas de propósito general para principiantes”. Gracias a este tipo de lenguaje de programación, es posible incorporar potentes instrucciones de programa, que simplifican los objetivos propuestos, generando además una serie de ventajas al poder controlar de una manera muy sencilla, dispositivos electrónicos como pantallas de cristal líquido (LCD), matrices de led’s, módulos de comunicación inalámbricos, módulos de reproducción de audio, entre otros.

4.1.1 Microcode Studio Plus.

Para la programación del microcontrolador PIC16F877A se utilizó Microcode Studio la cual es una interface utilizada para la programación de microcontroladores utilizando el lenguaje Basic esta herramienta de programación cuenta con un entorno de gran alcance visual de desarrollo integrado (IDE) logrando contener un circuito de depuración (ICD), capacidad diseñada específicamente para Micro Engineering Labs™ PICBASIC y PICBASIC PRO™ compilador, en el cual se puede escribir el código del programa, contando con ventajas como corrección de errores de sintaxis y detección de errores de compilación y ensamblador, ordenamiento de las subrutinas.

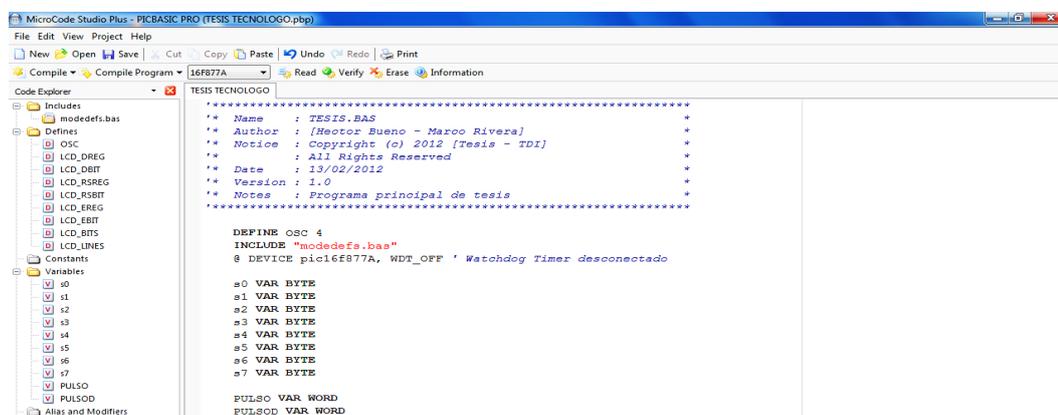


Figura 4.1. Interface de programación.

Microcode resultó muy práctico y fácil para la programación del PIC para el control de LCD 2x16, ya que solo se necesita pre-configurar el puerto del microcontrolador al que esta conecta la LCD y posteriormente se envían los mensajes directamente la posición en la que deseamos que se muestren, así también para la configuración de las entradas analógicas del PIC16f877A resulto muy conveniente esta interface de programación ya que el manejo y direccionamiento de las variables del PIC es directo con un simple comando. El manejo del puerto serial del PIC para la comunicación con el módulo de reproducción MP3 es realizado directamente con los comandos SERIN y SEROUT para recibir y enviar datos respectivamente. Entre otras facilidades como la generación de pulsos de diferente duración para el control de un servo-motor.

El programa es guardado en formato Picbasispro .pbp y al concluir su edición, se procede a compilarlo y automáticamente se genera un archivo (.Hex) el cual será importado al programa utilizado para grabar la información en el microcontrolador.

4.1.2 PROGRAMACION EN MICROCODE STUDIO PLUS.

Las líneas de código del programa realizado en Microcode Studio Plus, se describen en (*ANEXO 1*)

4.2 GRABACIÓN DE AUDIO EN MODULO MP3 USB-SD WT9501M03CON EXPLICACIONES DIDACTICAS.

El proyecto como ya se mencionó consta de una etapa de audio, en la cual cada vez que sea colocado el órgano en el torso humano de forma correcta pasara a reproducirse un mensaje que indique que órgano fue colocado y su función.

4.2.1. Explicaciones Didácticas.

La explicación de la función cada órgano, no es extensa ni muy detallada, sino es una explicación básica ya que cabe recalcar que el proyecto está orientado para niños especiales.

Las explicaciones que serán escuchadas cundo se coloque cada órgano son:

Pulmón derecho.-Los pulmones, cuando respiramos absorben el oxígeno del aire y expulsan el dióxido de carbono.

Corazón.- El corazón bombea sangre oxigenada por los vasos sanguíneos a las células del cuerpo.

Hígado.-El hígado, transformación las sustancias perjudiciales para el organismo en otras inofensivas y también ayuda a la digestión.

Páncreas.- El páncreas, regula el azúcar y la glucosa en la sangre secretando insulina.

Estómago.-El estómago, recibe los alimentos, los almacena y ejerce una función digestiva.

Riñón izquierdo.-Los riñones, filtran la sangre y eliminan los desechos presentes en ella.

Riñón derecho.-Los riñones, filtran la sangre y eliminan los desechos presentes en ella.

Intestinos.-Los intestinos, digieren los alimentos y absorben los nutrientes.

4.2.2. Grabación del Audio con explicaciones didácticas.

Al tener ya determinadas las explicaciones de la función de cada órgano el siguiente paso es grabarlas en un archivo de audio, para lo cual utilizaremos un programa que nos permita la grabar voz generando un archivo de audio, que es lo se busca. El programa utilizado se denomina RecordPad, el cual graba la voz que es dictada a la entrada de audio de la computadora, este programa tiene las siguientes características

- Grabar mensajes de voz o anuncios.

- Usar automáticamente un nombre, volumen y tamaño de archivo previamente seleccionado.
- Exportar los archivos a una carpeta local en formatos wav, mp3 y aiff.
- Grabar archivos en segundo plano mientras se ejecutan otros programas.
- Controlar grabaciones desde la línea de comando.

Como se puede observar en la figura 4.2, RecordPad contiene una interfaz gráfica muy eficiente que permite visualizar el transcurso de la grabación así como las características de la grabación.



Figura 4.2. Interface gráfica RecordPad.

Continuando con la etapa de grabación de los mensajes de audio, procedemos a configurar la entrada de audio que en este caso será un micrófono externo a la computadora, así también se seleccionara el nivel del volumen de audio el cual lo colocamos en cien por ciento, el formato elegido para la salida de audio es (.WAV) de 88200 Hz, 32 bits, y en sonido estero.

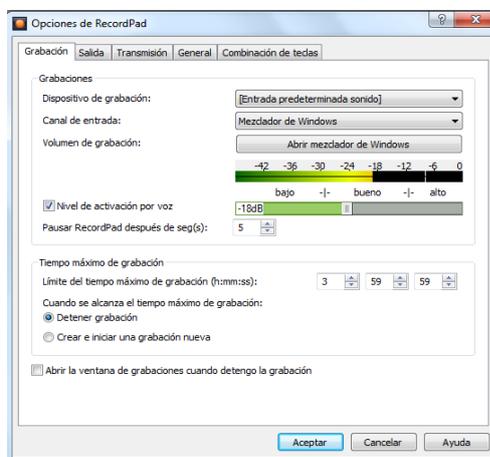


Figura 4.3. Editor de opciones de grabación de RecordPad.

Una vez grabadas todas las explicaciones se genera una lista de reproducción con los archivos .wav grabados (ver figura 4.4), y esta lista es guardada en una carpeta local de la computadora.

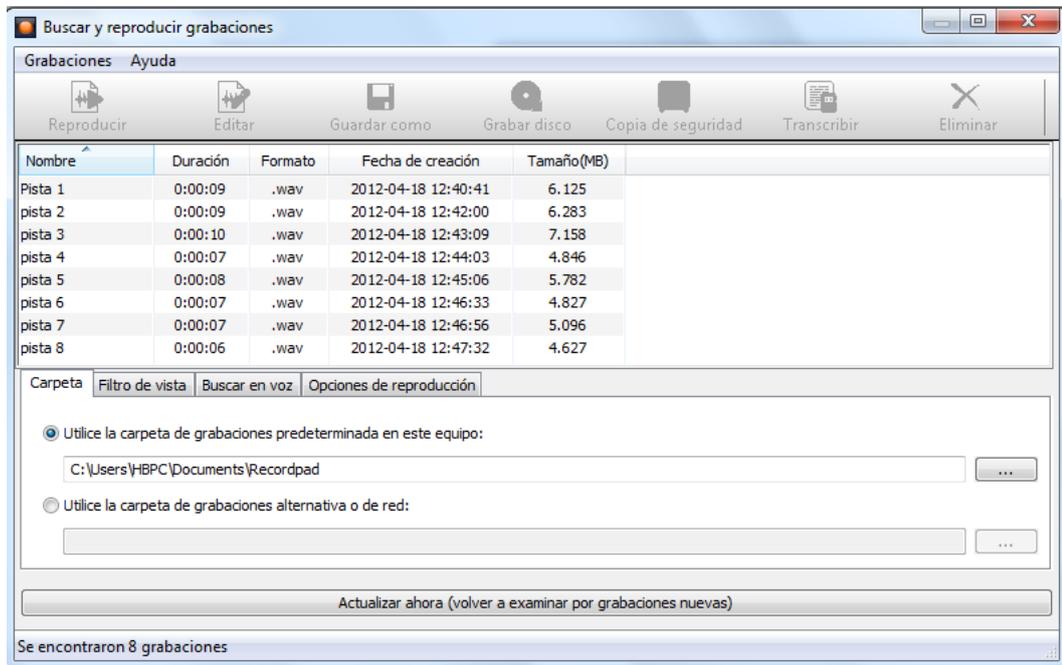


Figura 4.4. Lista de grabaciones generadas y guardadas.

Posteriormente procedemos a copiar los archivos de audio en una memoria micro-SD, la cual será colocada en el módulo MP3 USB-SD WT9501M03 que nos permite la reproducción de pistas de audio.



Figura 4.5. Memoria micro-SD insertada en módulo MP3

4.3 CONSTRUCCIÓN DE MAQUETA.

Para el reconocimiento de los órganos internos del cuerpo humano se diseñó maqueta a manera de rompecabezas donde los niños puedan manipular las piezas en forma de órganos y que puedan ser colocados en sus respectivas posiciones.

El prototipo esta hecho 100% de madera sobre la cual están dibujadas las respectivas características de los órganos internos del cuerpo. Al tener la necesidad de colocar el sistema electrónico, la maqueta consta de una caja posterior cubierta donde se colocaran dichos circuitos.

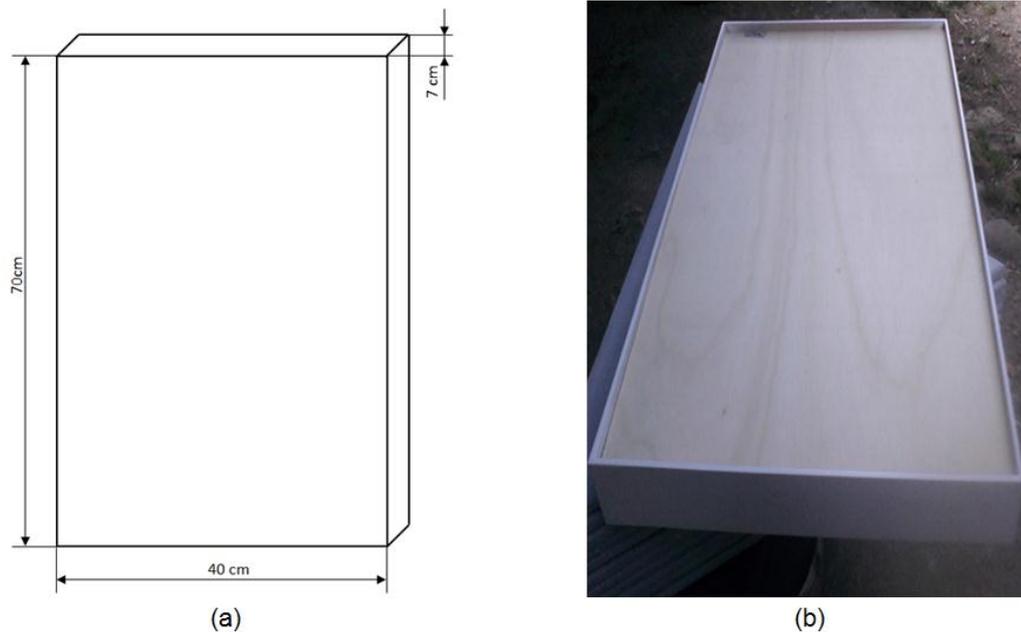


Figura 4.6. (a) Dimensiones de la estructura de madera, (b) Fotografía de la estructura de madera.

La estructura de madera del torso realizada a manera de rompecabezas consta de dos partes o niveles, ya que los órganos realmente están dispuestos unos atrás de otros y en diferentes posiciones.

En el nivel uno o parte posterior están el corazón, páncreas, riñón izquierdo y riñón derecho, mostrados en la figura 4.7. (a), mientras que en el nivel dos o parte anterior están colocados los pulmones, el estómago, el hígado y los intestinos, como se puede apreciar en la figura 4.7. (b).

Para el reconocimiento del órgano a ser colocado se insertaron ocho sensores CNY70 en la estructura base de madera, además la estructura de madera consta de dos cavidades donde están colocados una matriz de led's y una LCD 2x16 que sirven para la señalización, cabe señalar que la maqueta tiene una parte móvil por motivo que la pieza que representa la cabeza del humano es de forma circular.

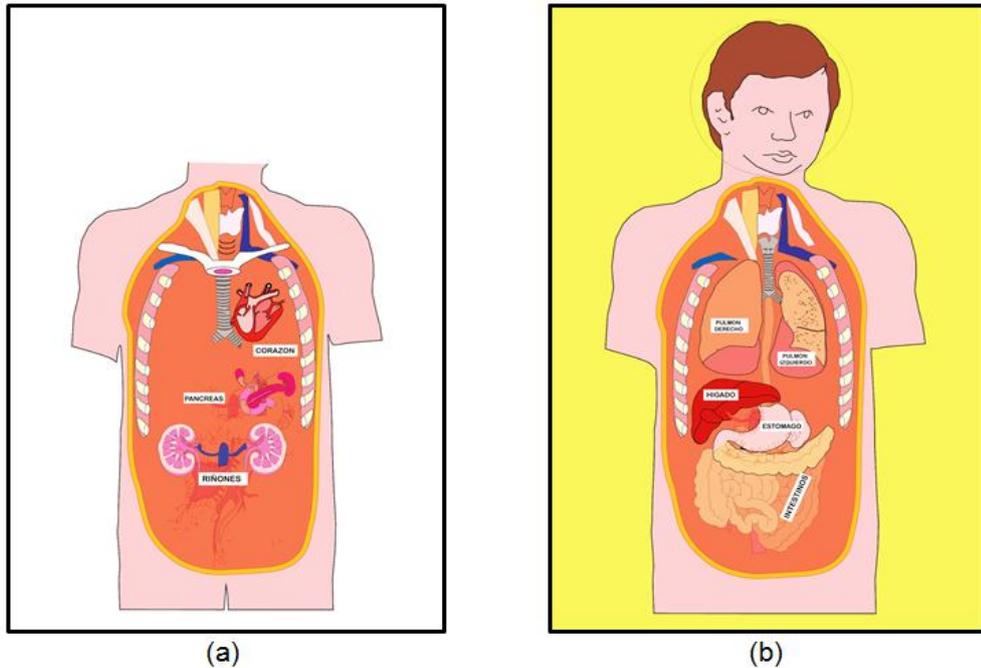


Figura 4.7. Diseño frontal (a) Nivel posterior, (b) Nivel Anterior.

4.4 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESO.

Para el óptimo funcionamiento del sistema electrónico a ser implementado en el proyecto es necesario realizar la respectivas placas de circuito impreso, en este caso se diseñaran tres placas por separado, para la fuente de alimentación, para el amplificador de audio y para interconexión de circuitos, siendo esta ultima la placa para el circuito principal de la tesis.

4.4.1 Diseño del circuito impreso

El diseño del circuito impreso del proyecto de tesis es realizado en Proteus, el cual es una aplicación de CAD y que consta de tres módulos que son:

- **ISIS.-** Es un programa en el cual se puede dibujar circuitos sobre una área de trabajo los cuales posteriormente pueden ser simulados.
- **VSM.-** Es un módulo de simulación, que incluye PROSPICE, QU ES UNA VERSION DE SPICE incluida en Proteus.
- **ARES.-** Es un módulo para la realización de circuitos impresos (PCB).

El procedimiento para el diseño del PBC empieza al editar el esquema del circuito en ISIS de Proteus, escogiendo los componentes en las librerías de Proteus

dentro de las cuales tendremos que buscar el componente deseado y con el encapsulado que deseemos ya que este último es de suma importancia para el desarrollo de la PCB, ya que si algún componente no consta de encapsulado estaríamos obligados a escoger uno de forma manual y posteriormente realizamos las respectivas conexiones.

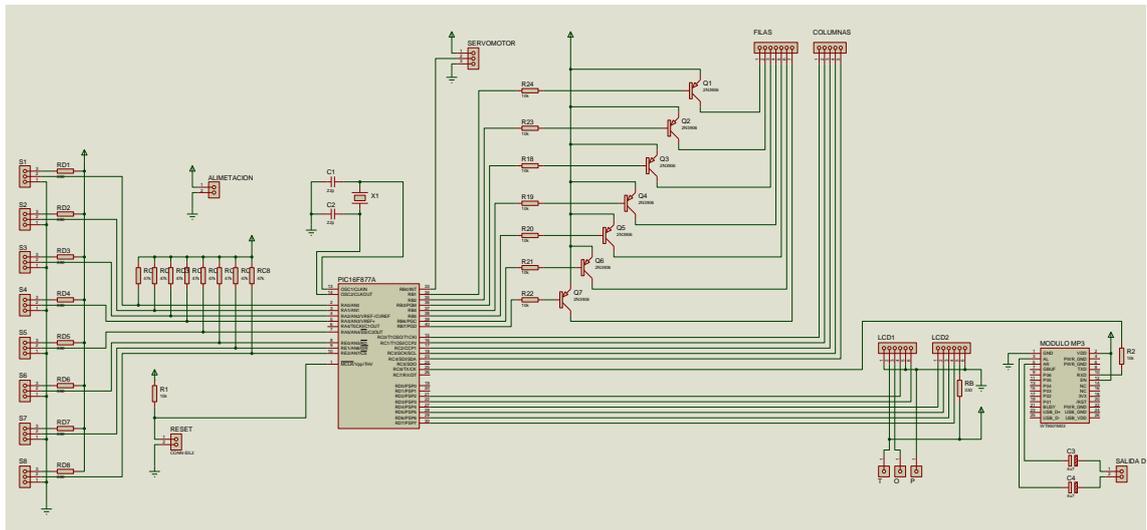


Figura 4.8. Circuito principal editado en ISIS

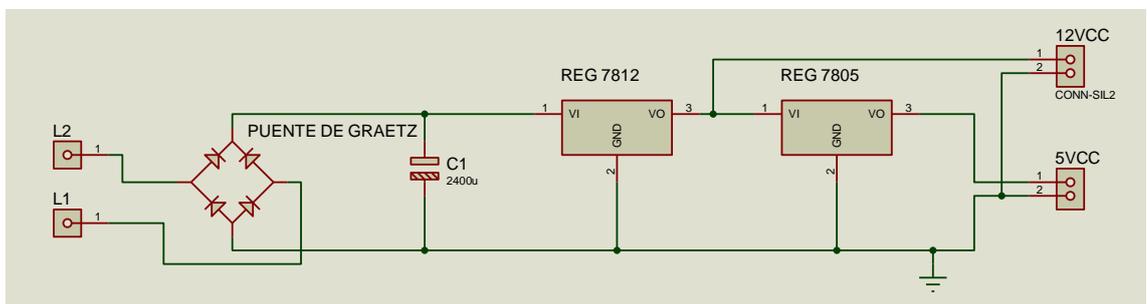


Figura 4.9. Circuito de fuente de alimentación editado en ISIS

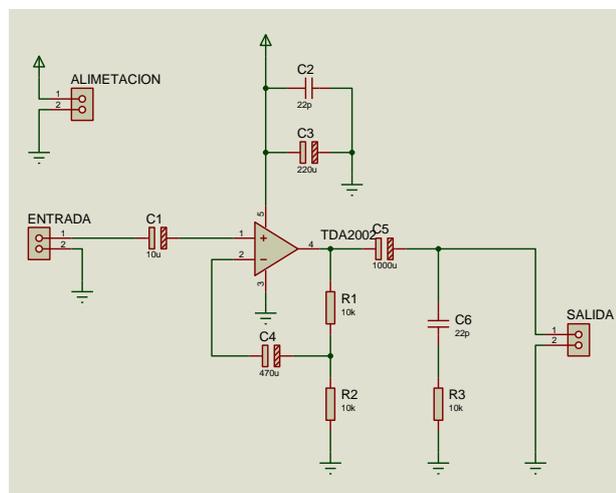


Figura 4.10. Circuito amplificador de audio editado en ISIS

Una vez dibujado y editado los circuitos; principal, de alimentación y el amplificador de audio de la tesis, como se muestra en las figuras 4.8.-4.9.-4.10. respectivamente, Procedemos a exportar el circuito al módulo ARES de Proteus, en el cual es necesario colocar los componentes utilizados de manera manual a consideración del diseñador como se indica en la figura 4.11, posteriormente delimitamos el área de trabajo que al final será el tamaño de la placa.

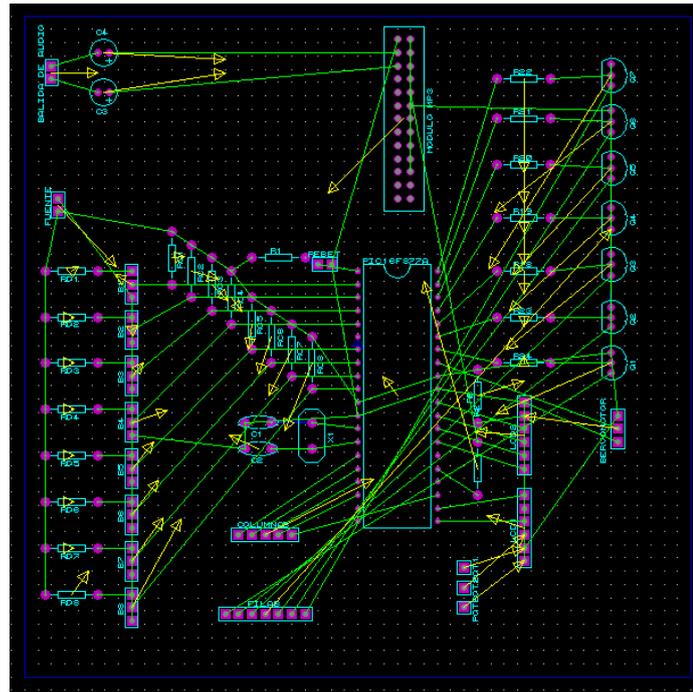


Figura 4.11. Entorno de trabajo en ARES

Al colocar los componentes en el área de trabajo de Ares, se puede observar las líneas de conexión propias del circuito. Para realizar las pistas o rutas del circuito existen dos formas, la primera de forma manual y una segunda, en la cual se realizan las rutas en forma automática. En el caso del presente circuito se utiliza un ruteado automático, para el cual se debe escoger la herramienta “Auto Router” del menú Tools, la cual desplegara una ventana donde se procede a editar las opciones de ruteo como el grid y las pistas a rutar. Así también es posible configurar la estrategia de rutado a seguir, el estilo de la traza, vías, podremos elegir si deseamos realizar el rutado a una sola capa o si por el contrario vamos a utilizar más de una.

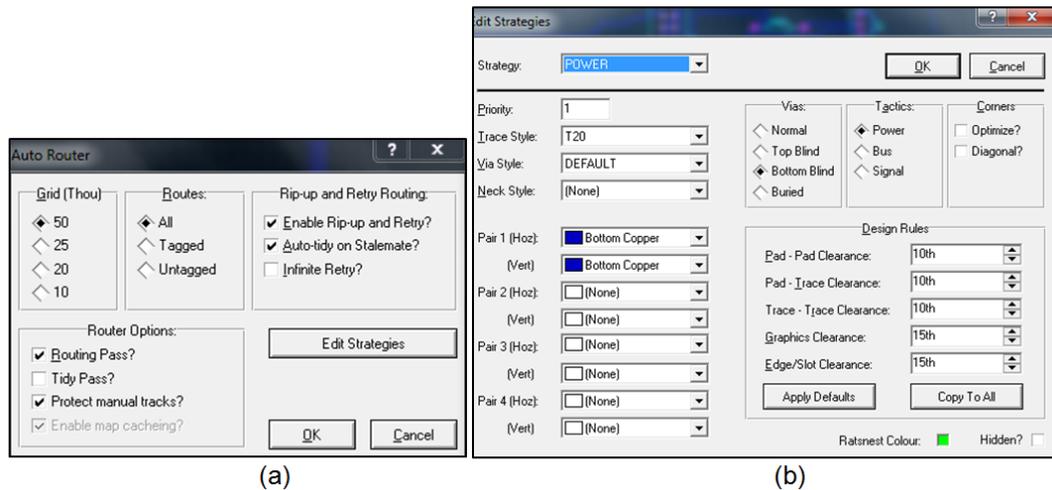


Figura 4.12. Editor de opciones de Auto ruteado.

Terminada la configuración de las estrategias de Auto-ruteado ARES inicia el ruteado según la consideraciones del circuito diseñado, esta acción puede tardar poco u mucho dependiendo de la complejidad y tamaño del circuito. Una vez terminado el auto ruteado obtendremos el diseño de la pistas de cobre como se muestra a continuación.

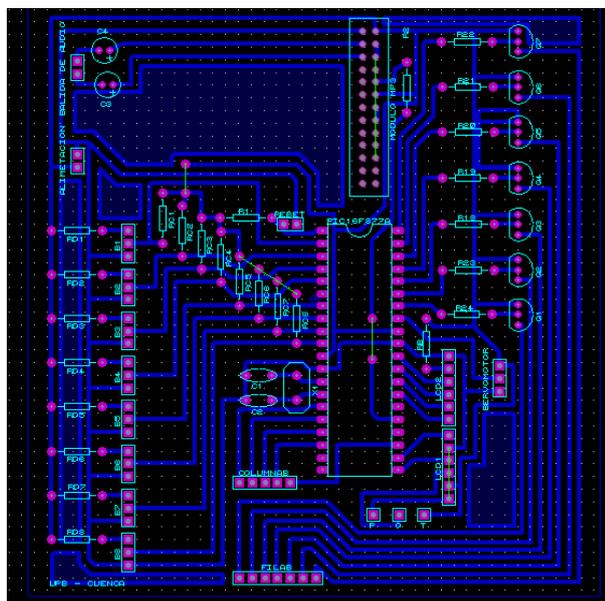


Figura 4.13. Ruteado de PCB principal en ARES

4.4.2 Construcción del circuito impreso.

El procedimiento de construcción de circuito impreso continua una vez obtenidas el diseño de la PCB en Ares, ya que este diseño es posteriormente impreso, ya que para la elaboración de la placa de circuito impreso se utiliza el método de

planchado el cual consiste en imprimir en papel fotográfico, el esquema del ruteado indicado en la figura 18. Y posteriormente se procede al grabado de estas rutas en la placa, colocando el esquema impreso sobre la placa de cobre y entonces la acción siguiente es el planchado ya que gracias a la temperatura alta el tóner o tinta de la impresión se desprende del papel fotográfico quedando grabadas estas pistas en la placa de cobre.

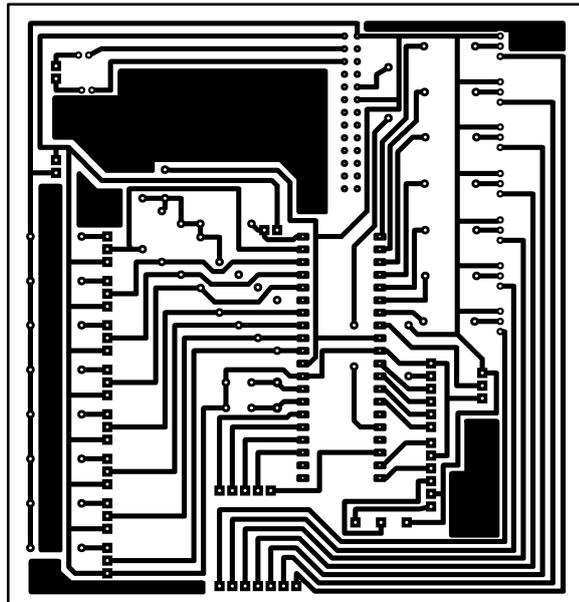


Figura 4.14. Ruteado de PCB de Circuito Principal.

De la misma manera se imprime el esquema de la disposición de componentes a ser colocados en la placa y es grabado en la parte superior de la placa.

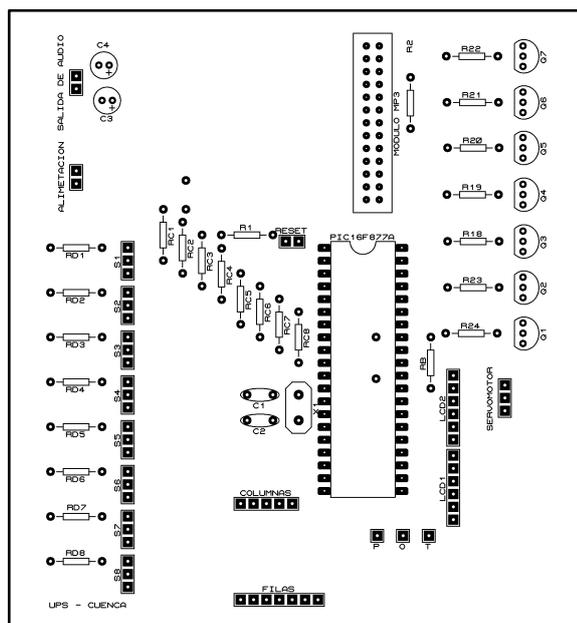


Figura 4.15. Disposición de componentes en PCB de Circuito Principal

Continuando con el proceso de fabricación de la PCB se ataca a la placa con ácido, específicamente cloruro férrico el cual elimina el cobre de la placa excepto el cobre que está cubierto por el tóner que fue grabado con anterioridad. Una vez eliminado el cobre innecesario se procede a limpiar la placa quedando únicamente el ruteado de cobre.

Para el ensamblaje de los componentes en la PCB es necesario pasar a la etapa de taladrado, donde se realizan los agujeros utilizando una broca de 0,8mm suficiente para que quepan los pines de los componentes electrónicos.



Figura 4.16. PCB principal terminada de Circuito Principal

En el *ANEXO 2* se encuentra mayor detalla del diseño y construcción de las PCB.

4.5 ADAPTACION DE CIRCUITO-MAQUETA.

Ya terminada la maqueta y los circuitos es necesario adaptarlos con la finalidad de tener un producto físico o material ya terminado y funcionado en conjunto. Las placas de circuitos impresos son pequeñas a comparación de la maqueta, por este motivo su adaptación es sumamente fácil.

Las PCB del circuito principal, amplificador de audio, fuente de alimentación; los sensores, el parlante, la LDC, un ventilador de enfriamiento, la matriz de led's y el servomotor son adaptados a la maqueta acoplándolos en la parte

posterior de la misma ya que esta como se vio, la maqueta en su parte posterior tiene forma de caja.

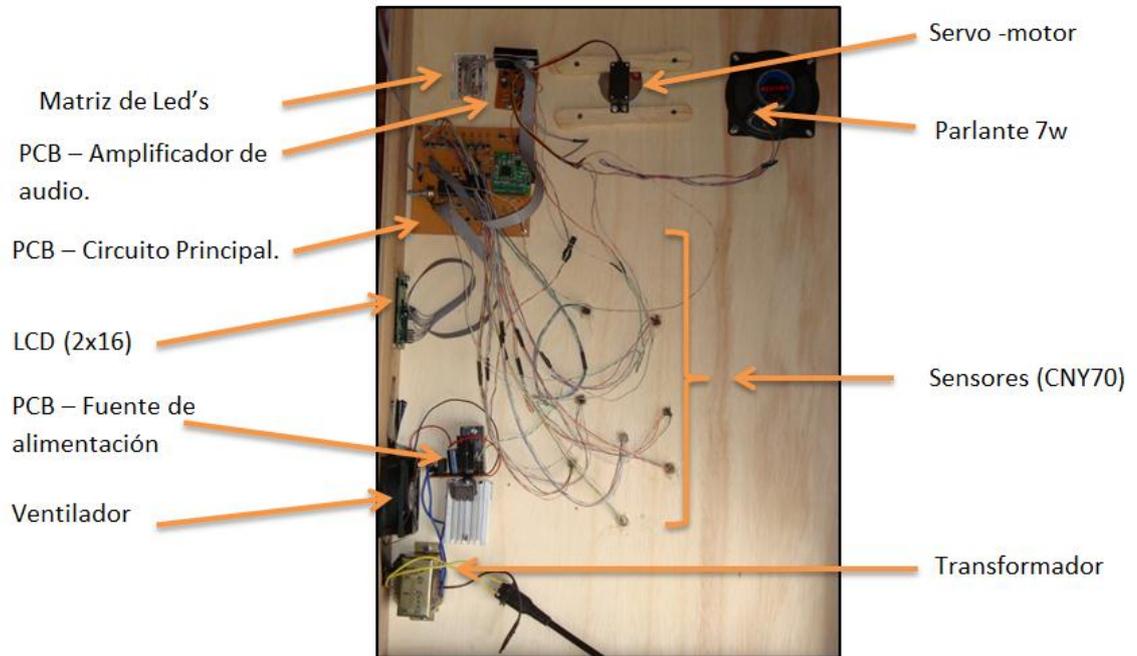


Figura 4.17. Elementos electrónicos acoplados a la maqueta.

En la parte frontal de la maqueta se pueden observar los componentes de indicación luminosa que son la matriz de Leds y los sensores que están colocados en las posiciones del órganos, así también se realizaron orificios que traspasan la parte frontal de la maqueta para que se escuche al audio ya que el parlante fue colocado en la parte posterior.

Para LCD (2x16) se realizó una cavidad al costado de la maqueta, con la finalidad que los usuarios que en este caso son los niños no le presten atención.



Figura 4.18. LDC acoplada en parte lateral de la maqueta.

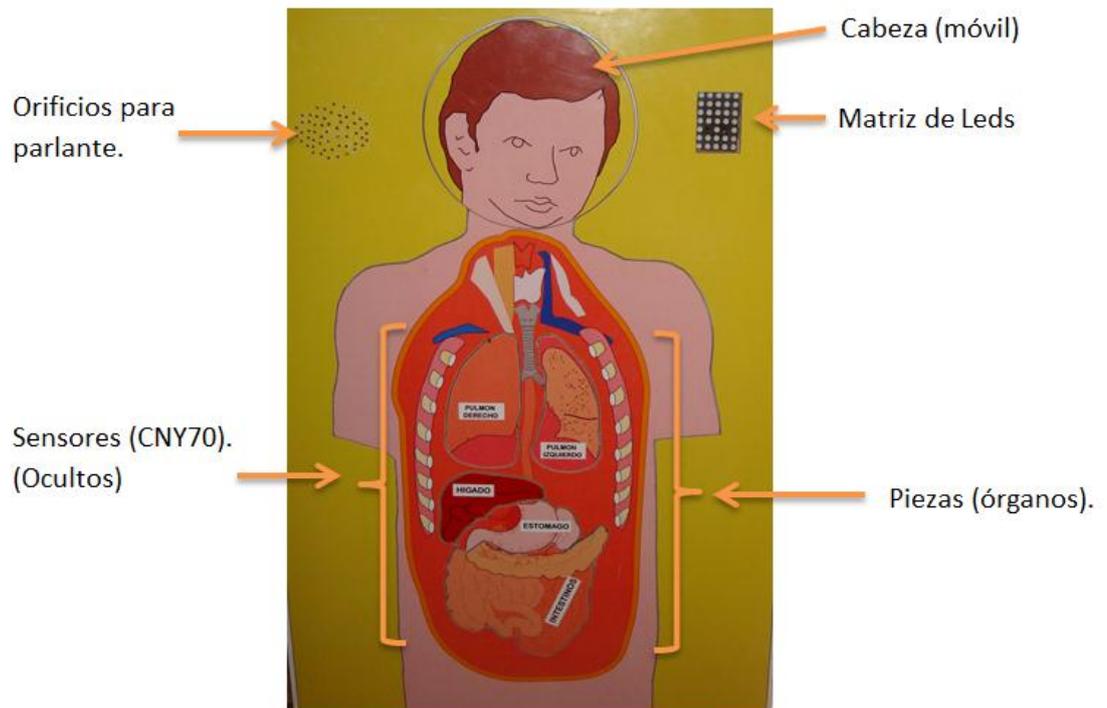


Figura 4.19. Vista frontal de la maqueta

CAPITULO V

DISCAPACIDAD COGNITIVA

Es la manifestación de alteraciones cerebrales que pueden tener causa en mecanismos genéticos anormales, prenatales y postnatales. Se presenta como un conjunto de dificultades en el individuo a nivel emocional, social e intelectual, que tienen que ver con procesos de percepción, memoria, atención, desarrollo motor y del lenguaje. Puede ser permanente e irreversible.[19]

5.1 Etiología.

ausas prenatales	Causas perinatales	Causas postnatales
<ul style="list-style-type: none">• Cromosómicas.• Síndromes prenatales.• Enfermedades infecciosas.• Agentes tóxicos.	<ul style="list-style-type: none">• Traumas obstétricos.• Hipoxia perinatal o sufrimiento fetal.	<ul style="list-style-type: none">• Infecciones cerebrales• Mal nutrición• Craneoestenosis.

Tabla 5.1 Clasificación de las causas de discapacidad cognitiva.

5.2 Diagnóstico.

La persona con discapacidad cognitiva se identifica durante la infancia porque demuestra capacidades intelectuales por debajo del promedio con un resultado más lento de aprendizaje y problemas en el componente del desempeño cognitivo.

La prueba de inteligencia es administrada por un psicólogo y da como resultado un coeficiente intelectual CI que suele tener un promedio de 100. [19]

5.3 Clasificación.

Gravedad	C.I.	Educación
Leve	50-55	Educables
Moderado	35-40 y 50-55	Adiestrable
Grave	20-25 y 35-40	Entrenables
Profundo	Inferior a 20 -25	Entrenables

Tabla 5.2 Clasificación de la gravedad de discapacidad cognitiva

- **Discapacidad cognitiva leve:** desarrollan habilidades sociales y de comunicación durante los años preescolares (0-5 años), presentan dificultades en las áreas sensorio-motoras.
- **Discapacidad cognitiva moderada:** Adquieren habilidades de comunicación durante los primeros años de la niñez. Pueden aprender a trasladarse independientemente por lugares que le son familiares.
- **Discapacidad cognitiva grave:** Durante los primeros años de la niñez adquieren un lenguaje comunicativo escaso o nulo. Durante la edad escolar pueden aprender a hablar y pueden ser adiestrados en habilidades elementales de cuidado personal.
- **Discapacidad cognitiva profunda:** Durante los primeros años de la niñez desarrollan alteraciones del funcionamiento sensorio-motor.

Criterios para el diagnóstico de discapacidad cognitiva.

- Capacidad intelectual significativamente inferior al promedio.
- Déficit o alteraciones concurrentes de la actividad adaptativa actual.
- El inicio es anterior a los 18 años.

Enfoque terapéutico.

- Enfoque del desarrollo (estimulación en las etapas de acuerdo al desarrollo).
- Enfoque sensorio-motor.

- Enfoque motriz (perceptivo-motriz, propio-ceptivo).
- Enfoque cognitivo.
- Enfoque conductual.
- Enfoque adaptativo.
- Enfoque compensatorio (intelectual, físico, funcional).

Los programas deben ser planificados según las circunstancias de cada niño estos deben incluir la corrección de los defectos físicos, administración de medicamentos necesarios, programas de adiestramiento, habilitación, rehabilitación, educación e integración social, educativa y laboral.[19]

5.4 Importancia del material didáctico en el proceso de aprendizaje

En el proceso de aprendizaje de los niños, el material didáctico es muy importante para que los niños suban su nivel de creatividad, además los niños ponen más interés, por lo tanto es importante para agudizar y profundizar el aprendizaje, es una manera diferente de apreciar el aprendizaje y lo que está correcto, y poder identificar entre lo que esta correcto e incorrecto; una buena alternativa para lograr este tipo de aprendizaje ayuda hoy en día la tecnología, pero el material didáctico debe ser de una manera amigable y consolidarse con los niños y tener en cuenta que todos son diferentes. El material didáctico no solo ayuda al aprendizaje de los niños, sino que también ayuda al profesor en la debida explicación acerca del tema. [20]

5.5 INSTITUTO DE PARALISIS CEREBRAL DEL AZUAY (IPCA)

El Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay, es una institución que busca la superación de niños, niñas y jóvenes con capacidades especiales, es decir el instituto trata con niños con discapacidades cognitivas y físicas en diferentes niveles todo esto sin fines de lucro. La ayuda para los niños especiales es en base de terapias y formas de rehabilitación médico-terapéutica y cuenta para ello con varios especialistas como terapeutas físico, de lenguaje, estimuladores tempranos, sicólogos, educadores especiales, sicólogos educativos e instructores de computerapia y musicoterapia. [21]

Se encuentra localizado en Cuenca y cuenta con 27 años de servicio al necesitado. Nació el 12 de abril de 1982 con la iniciativa de un grupo de voluntarios y padres de familia, empeñados en brindar ayuda y apoyo a estos campeones de la vida, que nos demuestran un sincero afecto de amistad y cariño. [21]

5.6 Importancia de la tesis en el proceso de aprendizaje especial

Para los niños especiales es más importante el material didáctico, porque ayuda a que se concentren más en el tema por medio de un ambiente amigable para ellos, además de constar con una explicación auditiva por parte del proyecto, los profesores pueden seguir con una mejor explicación acerca del mismo, el ambiente es amigable para ellos, debido a que la tesis fue desarrollada pensando en ellos, por lo tanto la indicación luminosa es conocida para ellos, otro tema importante es que el rompecabezas ayuda también en la motricidad y en la creatividad de los niños, debido a que el armar el mismo, el niño debe ubicar sus piezas conforme su ubicación y posición correcta, de la misma manera ayuda a los niños en el ámbito cognitivo, para que ellos conozcan mejor los órganos, tanto en nombre, ubicación y función o significado de cada uno de los órganos.

5.7 Pruebas de funcionamiento en “IPCA”

El desarrollo de las pruebas en IPCA fue con éxito ya que se lograron los objetivos trazados de interactividad del proyecto. Bajo la asesoría de los profesionales de la Institución se desarrollaron tareas en las cuales los niños realizaron la colocación de las piezas. Siempre existió mucho interés por parte de ellos en conocer los órganos del cuerpo humano. Se realizaron pruebas con niños de diferentes niveles de aprendizaje, en las figuras 5.1 (a) y (b) se puede observar a estudiantes de nivel medio e inferior interactuando con la maqueta.



(a)



(b)

Figura 5. 1 Estudiantes ensamblando el rompecabezas. (a) Estudiante de nivel medio. (b) Estudiantes de nivel inferior

CONCLUSIONES.

El presente proyecto de tesis es un dispositivo de apoyo al aprendizaje de niños con habilidades especiales dado que las actividades desarrolladas a partir del mismo contribuyen a mejorar la motricidad y el aspecto cognitivo de estos niños. La utilización de señales luminosas, auditivas y de movimiento resultó primordial para que los niños, que son los usuarios de esta tesis, presten interés al tema de reconocimiento de los órganos internos del cuerpo humano.

Con los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica se diseñaron los sistemas necesarios para cumplir con los objetivos de la presente tesis, teniendo un valor agregado el ayudar por medio de la electrónica a la formación de niños con capacidades especiales.

La implementación de los circuitos, las señales que se visualizan y los mensajes están enfocadas para niños por lo que fue necesario la utilización de símbolos básicos como la “X” para denotar acciones incorrectas y un visto bueno para acciones correctas, así mismo las explicaciones auditivas son básicas y de corta duración.

Las pruebas de funcionamiento en el Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay fueron totalmente positivas ya que los niños y docentes del plantel consideran a esta tesis como un material novedoso de apoyo para la enseñanza.

Para un manejo y mantenimiento correcto del equipo se realizó un instructivo, en el cual los niños y docentes del instituto IPCA puedan aclarar sus dudas acerca del funcionamiento de la maqueta en general o de alguna de sus partes, teniendo así toda la información necesaria para aprovechar las ventajas del material didáctico.

Cabe recalcar que el tema de la presente tesis tiene una proyección a futuro ya que bajo el mismo contexto se puede extender el sistema para el reconocimiento de más órganos internos de cuerpo humano e incluso de otras áreas del cuerpo humano.

RECOMENDACIONES:

Al finalizar la presente tesis se puede recomendar que para desarrollar productos orientados a niños especiales, es necesario vincularse con el medio, es decir conocer el entorno y las necesidades que poseen, para así con el empleo de la Ingeniería resolver problemas cotidianos.

Se recomienda instruir a los docentes de IPCA en el manejo de la maqueta para su uso adecuado y para su óptima conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] K. Roderick “Breve resumen de la hoja de datos y conexiones para el pic16f877a” [online]. Scribd 2010 Disponible en:<http://es.scribd.com/doc/30475681/Tutorial-PIC16F877A-Algunas-Mejoras>
- [2] “Hoja de datos del PIC16F87x” [online]. Microchip Technology Inc. 2001 Disponible en: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292c.pdf>
- [3] “Microcontrolador” [online]. Disponible en: <http://microcontroladores-e.galeon.com/>
- [4] “Breve Reflective Optical Sensor with Transistor Output” [online]. Document Number: 83751 Vishay 2009. Disponible en: <http://www.vishay.com/docs/83751/cny70.pdf>
- [5] S. Salmerón “La luz y la Electrónica Infrarrojos” [online]. Disponible en: http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/otros/infrarrojos/sensor_cny70.htm
- [6] “CNY 70 El Sensor Óptico reflexivo con salida a Transistor.” [online]. Disponible en:<http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/veloraton/sensoroptref.htm>
- [7] A. Ventura “Diodo LED” [online]. Monografías 2008 Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>
- [8] “Led 00-4424-21-M3” [online]. LEDS-C4 2010 Disponible en: <http://www.leds-c4.com/>
- [9] Y. Carlos “MANEJO DE MATRIZ DE LED'S 5x7 CON PIC 16F84A” [online]. Microtec Perú 2008 Disponible en: http://usuarios.multimania.es/carlosyaco/microcontroaldor/matriz_leds.htm
- [10] A. Tamayo “Matriz de LEDs” [online]. 2009 Disponible en: <http://galaxi0.wordpress.com/about/salidas-y-entradas-digitales/matriz-de-leds/>
- [11] “ISD1000A Series Single-Chip Voice Record/Playback Devices 16 and 20-Second Durations” [online]. Information Storage Devices, Inc Disponible en: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets2/41/412128_1.pdf
- [12] A. Calvopiña, V Chicaiza “Construcción de un tablero Electrónico Utilizando las Técnicas de comunicación alternativa aumentativa (CAA) Para niños con parálisis cerebral y/o retardo mental de grado leve o moderado.” [online]. Ecuador Escuela Politécnica Nacional 2006 Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2494/1/CD-0206.pdf>
- [13] “USB-SD MP3 Module Manual” [online]. Elechouse Disponible en: <http://www.elechouse.com/elechouse/images/product/USB-SD%20MP3%20Modules/WT9501M03.pdf>

- [14] “AMPLIFICADOR DE 8+8W EN 12V” [online]. Libro 4, Experiencia 8, Modelo N°: 098: Disponible en: <http://www.franciscoseguro.com.ar/alumnos/apuntes/Funcionamiento.pdf>
- [15] W. Puentes “Amplificador de audio - 8 Watts - TDA2002 - TDA2003” [online]. 2009 Disponible en: <http://www.electronica-electronics.com/Circuitos/Amplificador-8w.html>
- [16] “Amplificador de Audio de 8w” [online]. Disponible en: <http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/audio/amp8/index.htm>
- [17] “EL SERVO MOTOR” [online]. Disponible en: <http://www.todorobot.com.ar/documentos/servomotor.pdf>
- [18] F. Candelas, J Corrales “Servomotores” [online]. Universidad de Alicante 2007 Disponible en: <http://www.aurova.ua.es:8080/proyectos/dpi2005/docs/publicaciones/pub09-ServoMotores/servos.pdf>
- [19] C. Velez, J Diaz, C Rivera, B Quintero, F Cedeño, C Pinzon, N Garcia, C Galofre, A Sierra “ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS PARA LA ATENCIÓN EDUCATIVA A ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD COGNITIVA” [online]. Colombia Ministerio de Educación Nacional 2006 Disponible en: http://www.areandina.edu.co/bienestar/documentos/LINEAMIENTOS_DISCAPACIDAD_COGNITIVA.pdf
- [20] “CONOZCA MÁS SOBRE EL DIDÁCTICO MATERIAL PARA PREESCOLAR” [online]. Chile Recrea Disponible en: http://www.recrea-ed.cl/didactico_material_para/preescolar.htm
- [21] A. Toapanta “CONOZCA MÁS SOBRE EL DIDÁCTICO MATERIAL PARA PREESCOLAR” [online]. Ecuador 2009 Revista el Observador Disponible en: http://www.revistaelobservadorec.com/revista.php?id_edi=53WlrVkrqR&id_cat=A7Safp uwhn&id_item=I5hWuBXJOe

ANEXO 1:

- **Líneas de Código del programa de PIC16F877A.**

```
*****
'* Name      : PRINCIPAL.BAS                               *
'* Author    : [Héctor Bueno - Marco Rivera]             *
'* Notice    : Copyright (c) 2012 [Tesis - TDI]          *
'*           : All Rights Reserved                       *
'* Date      : 13/02/2012                                 *
'* Version   : 1.0                                        *
'* Notes     : Programa principal de tesis               *
*****

DEFINE OSC 4
INCLUDE "modedefs.bas"
@ DEVICE pic16f877A, WDT_OFF ' Watchdog Timer desconectado

s0 VAR BYTE
s1 VAR BYTE
s2 VAR BYTE
s3 VAR BYTE
s4 VAR BYTE
s5 VAR BYTE
s6 VAR BYTE
s7 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
k VAR BYTE
m VAR BYTE
DE VAR BYTE
UN VAR BYTE

PULSO VAR Word      ' Define la variable "Pulso" (16 Bits)
PULSOD VAR WORD
TRISC=%11100000
TRISB=%00000111

DEFINE LCD_DREG PORTD      'Definición de registro de datos
DEFINE LCD_DBIT 4          'Primer bit de datos
DEFINE LCD_RSREG PORTD    'Registro RS
DEFINE LCD_RSBIT 2         'Bit de RS
DEFINE LCD_EREG PORTD     'Registro enable
DEFINE LCD_EBIT 3         'Bit de Enable
DEFINE LCD_BITS 4         'Numero de bit que maneja a LCD
DEFINE LCD_LINES 2

a=1
b=1
c=1
d=1
e=1
```

```

f=1
g=1
h=1
k=1
m=0

PULSO = 300 ' Inicializamos la variable "Pulso"
PULSOD = 2100

PAUSE 1000
SEROUT PORTC.6,T9600,[$7E]
SEROUT PORTC.6,T9600,[$02]
SEROUT PORTC.6,T9600,[$A0]
SEROUT PORTC.6,T9600,[$7E]

PAUSE 100

INICIO:

PORTC=%11111111
PORTB=%11111111
'*****
'PROGRAMA DE SENSORES
'*****
i=0
m=0
PAUSE 300

'Activación de entrada analógica 0
SENSOR_0:
ADCON0 = %1000001
GOSUB CONVERSION
S0=ADRESH

'Activación de entrada analógica 1
SENSOR_1:
ADCON0 = %1001001
GOSUB CONVERSION
S1=ADRESH

'Activación de entrada analógica 2
SENSOR_2:
ADCON0 = %1010001
GOSUB CONVERSION
S2=ADRESH

'Activación de entrada analógica 3
SENSOR_3:
ADCON0 = %1011001
GOSUB CONVERSION
S3=ADRESH

'Activación de entrada analógica 4
SENSOR_4:
ADCON0 = %1100001
GOSUB CONVERSION
S4=ADRESH

'Activación de entrada analógica 5
SENSOR_5:
ADCON0 = %1101001

```

```

GOSUB  CONVERSION
S5=ADRESH

'Activación de entrada analógica 6
SENSOR_6:
ADCON0 = %1110001
GOSUB  CONVERSION
S6=ADRESH

'Activación de entrada analógica 7
SENSOR_7:
ADCON0 = %1111001
GOSUB  CONVERSION
S7=ADRESH

```

COMPARACION:

'Comparación de los órganos colocados

```

'PRIMER NIVEL
'Comparación del corazón
IF (S1>=130) AND (s1<=255) THEN
b=0
ELSE
  IF (S1>=30) AND (s1<=60) THEN
  IF B=0 THEN
  GOSUB CORRECTO
  DE=$30
  UN=$32
  GOSUB REPRODUCIR
  ENDIF
  b=1
  ESLE
  GOSUB INCORRECTO
  B=0
  ENDIF
ENDIF

'Comparación del páncreas
IF (S3>=130) AND (s3<=255) THEN
d=0
ELSE
  IF (S3>=0) AND (s3<=30) THEN
  IF d=0 THEN
  GOSUB CORRECTO
  DE=$30
  UN=$34
  GOSUB REPRODUCIR
  ENDIF
  d=1
  ELSE
  GOSUB INCORRECTO
  d=0
  ENDIF
ENDIF

'Comparación del riñón derecho
IF (S6>=130) AND (s6<=255) THEN
g=0
ELSE
  IF (S6>=0) AND (s6<=30) THEN

```

```

        IF g=0 THEN
        GOSUB CORRECTO
        DE=$30
        UN=$37
        GOSUB REPRODUCIR
        ENDIF
        g=1
        ELSE
        GOSUB INCORRECTO
        g=0
        ENDIF
ENDIF

'Comparación del riñón izquierdo
IF (S5>=130) AND (s5<=255) THEN
f=0
ELSE
        IF (S5>=20) AND (s5<=50) THEN
        IF f=0 THEN
        GOSUB CORRECTO
        DE=$30
        UN=$36
        GOSUB REPRODUCIR
        ENDIF
        f=1
        ELSE
        GOSUB INCORRECTO
        f=0
        ENDIF
ENDIF

'SEGUNDO NIVEL

IF (b==1) and (d==1) and (f==1) and (g==1) THEN
IF k==1 THEN
K=0
GOSUB CORRECTO
ENDIF

'Comparación del pulmónderecho
IF (S0>=40) AND (s0<=255) THEN
A=0
ELSE
        IF (S0>0) AND (s0<=39) THEN
        IF A=0 THEN
        GOSUB CORRECTO
        DE=$30
        UN=$31
        GOSUB REPRODUCIR
        ENDIF
        A=1
        ELSE
        GOSUB INCORRECTO
        A=0
        ENDIF
ENDIF

'Comparación de LOS intestinos
IF (S7>=130) AND (s7<=255) THEN
h=0
        ELSE

```

```

        IF (S7>=0) AND (s7<=20) THEN
        IF h=0 THEN
        GOSUB CORRECTO
        DE=$30
        UN=$38
        GOSUB REPRODUCIR
        ENDIF
        h=1
        ELSE
        GOSUB INCORRECTO
        h=0
        ENDIF
ENDIF

'Comparación del estómago
IF (S4>=130) AND (s4<=255) THEN
e=0
ELSE
    IF (S4>=107) AND (s4<=120) THEN
    IF e=0 THEN
    GOSUB CORRECTO
    DE=$30
    UN=$35
    GOSUB REPRODUCIR
    ENDIF
    e=1
    ELSE
    GOSUB INCORRECTO
    e=0
    ENDIF
ENDIF

'Comparación del hígado
IF (S2>=130) AND (s2<=255) THEN
c=0
ELSE
    IF (S2>=0) AND (s2<=20) THEN
    IF c=0 THEN
    GOSUB CORRECTO
    DE=$30
    UN=$33
    GOSUB REPRODUCIR
    ENDIF
    c=1
    ELSE
    GOSUB INCORRECTO
    c=0
    ENDIF
ENDIF
ENDIF

    IF (A=1) AND (B=1) and (c=1) and (d=1) and (e=1) and (f=1) and
(g=1) and (h=1) THEN
LCDOUT $FE, $C0,1
LCDOUT $FE, $1," BIEN!!!"
GOSUB SERVO
ELSE
PAUSE 50
LCDOUT $FE, $1,1
LCDOUT $FE, $C0,"COLOCANDO."
PAUSE 100

```

```

LCDOUT $FE, $C0,"COLOCANDO.."
PAUSE 100
LCDOUT $FE, $C0,"COLOCANDO..."
PAUSE 50
ENDIF
GOTO INICIO

```

```

'*****
'PROGRAMA DE MATRIZ DE LEDS
'*****

```

INCORRECTO:

```

i=i+1
PAUSE 10
PORTB=%01111111
PORTC=%11101110
PAUSE 10
PORTB=%10111111
PORTC=%11110101
PAUSE 10

```

```

PORTB=%11011111
PORTC=%11111011
PAUSE 10

```

```

PORTB=%11101111
PORTC=%11110101
PAUSE 10

```

```

PORTB=%11110111
PORTC=%11101110
PAUSE 10

```

```

IF i>=40 THEN
PORTC=%11111111
PORTB=%11111111
RETURN
ENDIF

```

GOTO INCORRECTO

CORRECTO:

```

i=i+1
PAUSE 10
PORTB=%10111111
PORTC=%11111101
PAUSE 10
PORTB=%11011111
PORTC=%11111010
PAUSE 10

```

```

PORTB=%11101111
PORTC=%11110111
PAUSE 10

```

```

PORTB=%11110111
PORTC=%11101111
PAUSE 10

```

```

IF i>=40 THEN
PORTC=%11111111
PORTB=%11111111
RETURN

```

```

        ENDIF
GOTO CORRECTO

CONVERSION:
    PAUSEUS 50
    ADCON0.2=1
    PAUSEUS 50
RETURN

'*****
          'PROGRAMA MODULO MP3
'*****

REPRODUCIR:

    SEROUT PORTC.6,T9600,[$7E]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[$07]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[$A0]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[$30]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[$30]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[$30]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[DE]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[UN]
    SEROUT PORTC.6,T9600,[$7E]
    PAUSE 1000

RETURN

'*****
          'PROGRAMA SERVO-MOTOR
'*****
SERVO:
    m=0
    WHILE m<3
        High PORTB.0      ' RB0 = 1
        PauseUs PULSO     ' Pausa en microsegundos
        Low PORTB.0       ' RB0 = 0
        Pause 20          ' Pausa de 20 milisegundos
        High PORTB.0      ' RB0 = 1
        PauseUs PULSO     ' Pausa en microsegundos
        Low PORTB.0       ' RB0 = 0
        Pause 500         ' Pausa de 20 milisegundos

        High PORTB.0      ' RB0 = 1
        PauseUs PULSOD    ' Pausa en microsegundos
        Low PORTB.0       ' RB0 = 0
        Pause 20          ' Pausa de 20 milisegundos
        High PORTB.0      ' RB0 = 1
        PauseUs PULSOD    ' Pausa en microsegundos
        Low PORTB.0       ' RB0 = 0
        Pause 500         ' Pausa de 20 milisegundos
        m=m+1

    WEND

RETURN

'*****
'FIN DEL PROGRAMA
'*****
END

```

ANEXO 2:

- **Proceso de Diseño y construcción de PCB.**

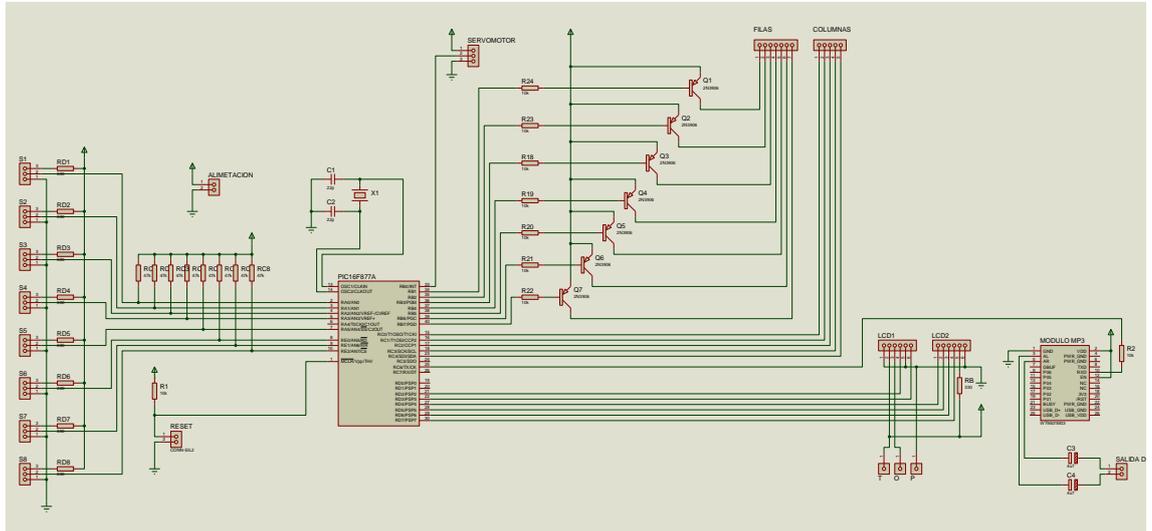


Figura 4.8. Circuito principal editado en ISIS

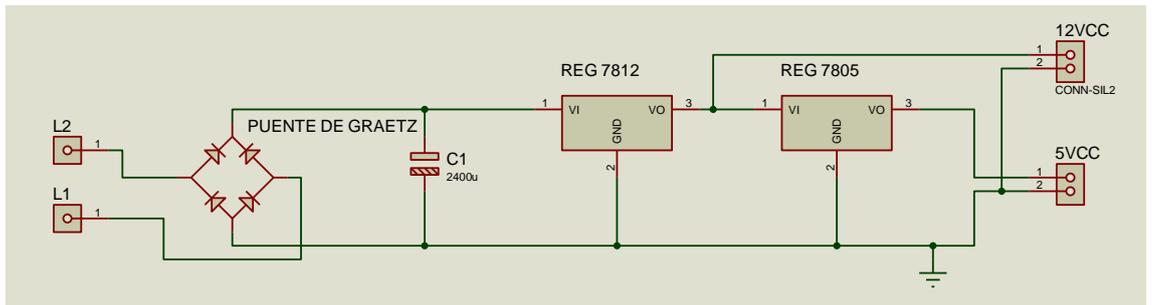


Figura 4.9. Circuito de fuente de alimentación editado en ISIS

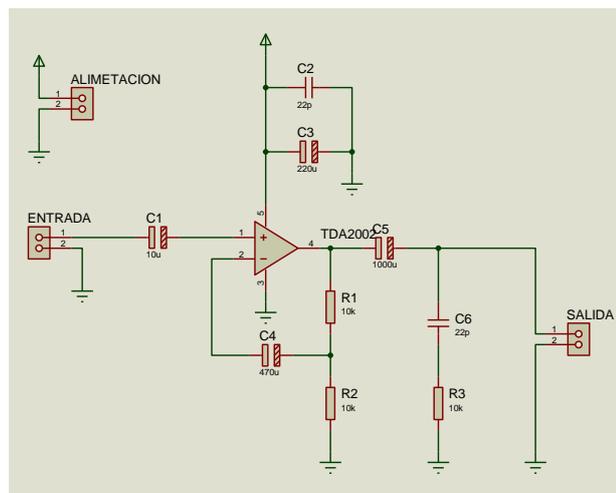
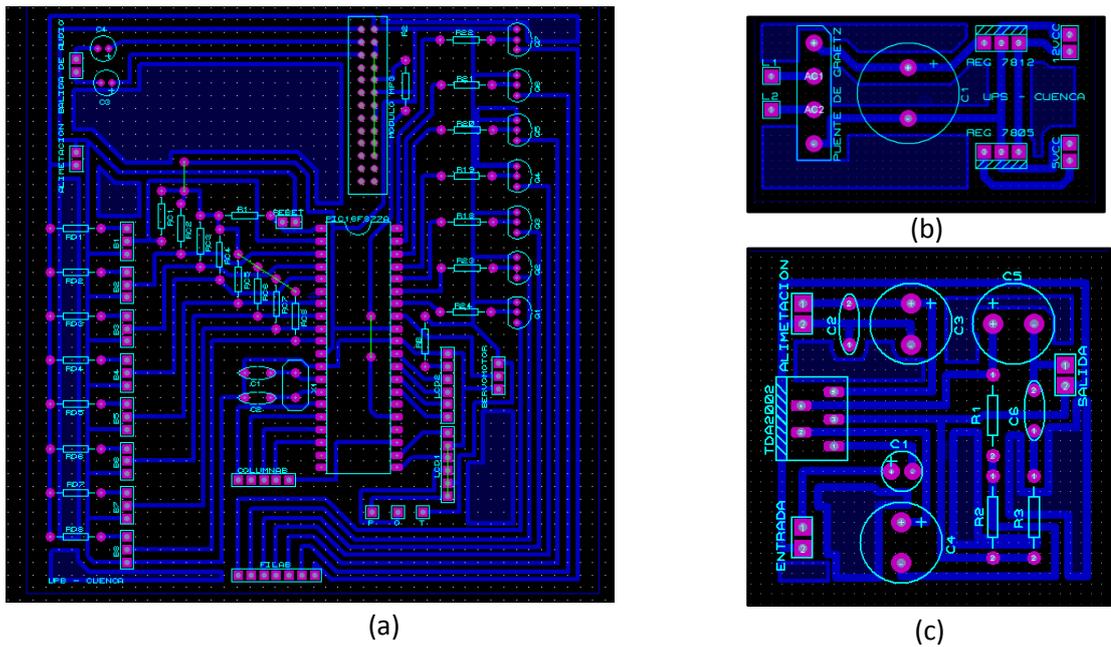
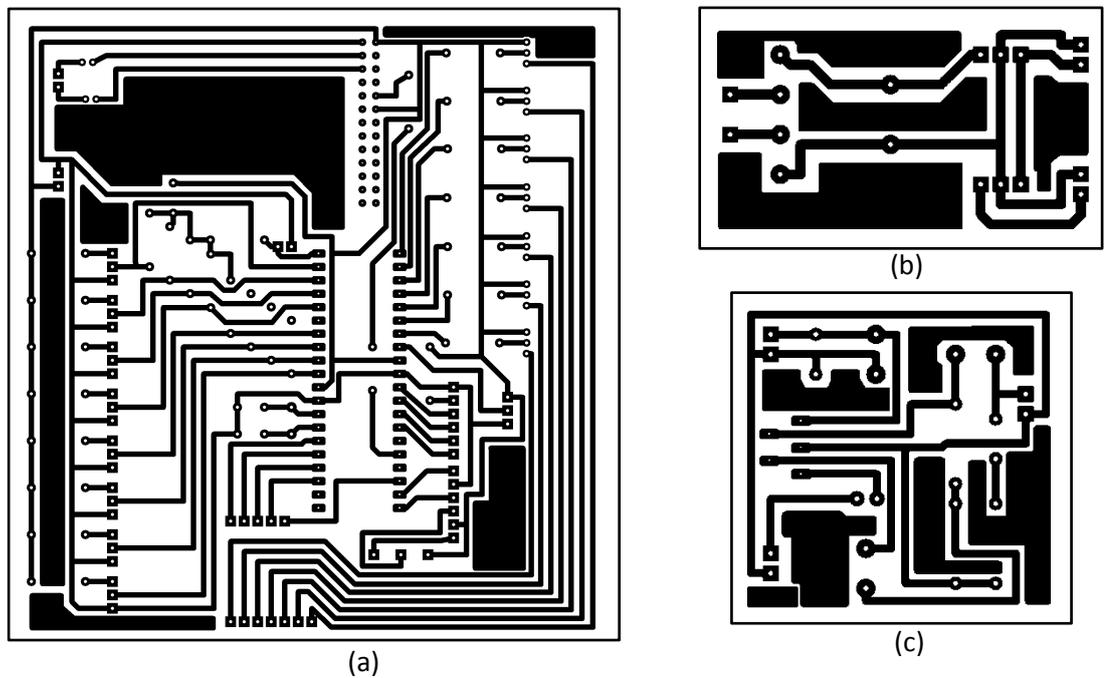


Figura 4.10. Circuito amplificador de audio editado en ISIS



(a) (b) (c)
 Figura 4.13. Ruteado de PCB en ARES de (a) Circuito Principal, (b) Fuente de alimentación, (c) Amplificador de audio.



(a) (b) (c)
 Figura 4.16. Ruteado de PCB de (a) Circuito Principal, (b) Fuente de alimentación y (c) Amplificador de audio

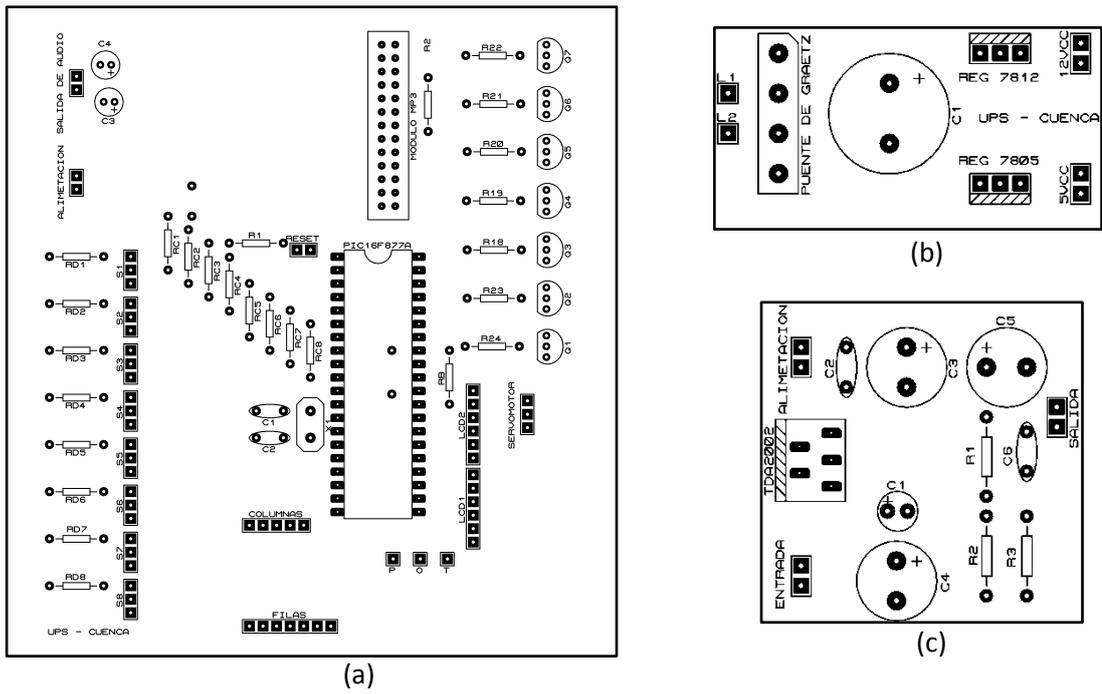


Figura 4.17. Disposición de componentes en PCB de (a) Circuito Principal, (b) Fuente de alimentación y (c) Amplificador de audio

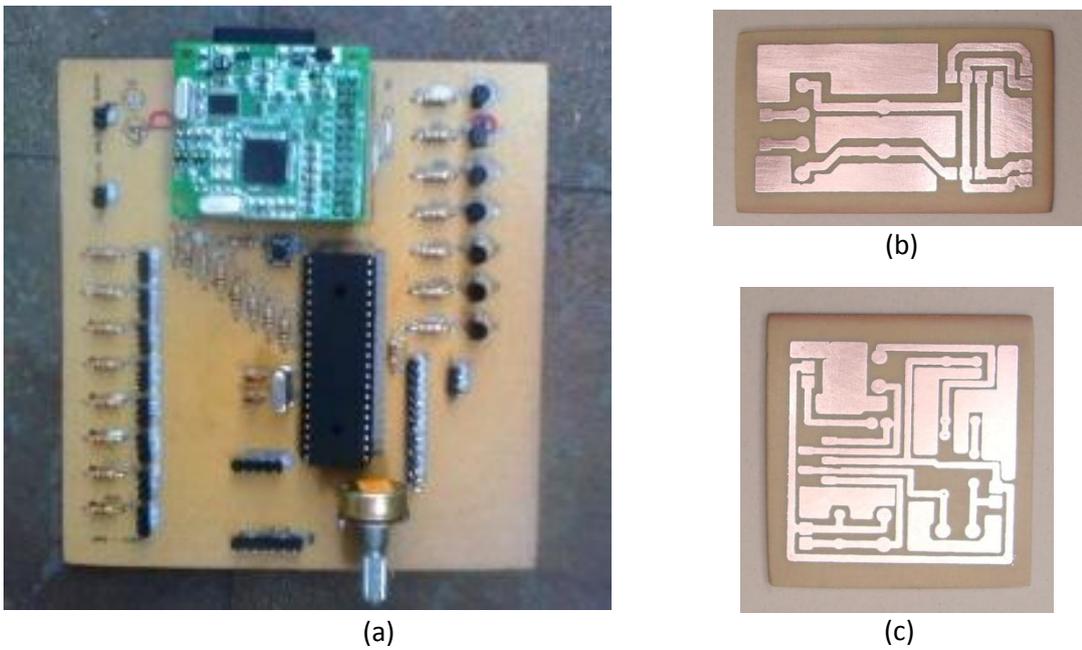


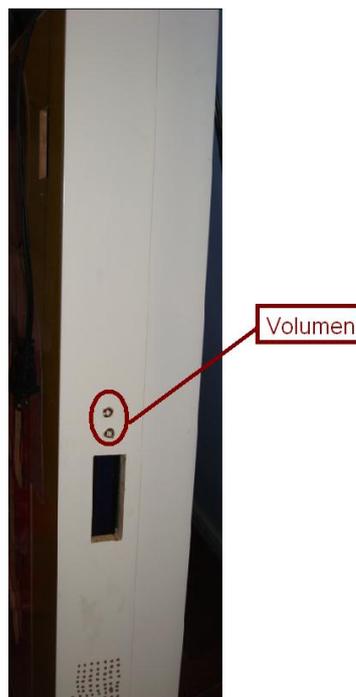
Figura 4.18. PCB principal terminada de (a) Circuito Principal, (b) Fuente de alimentación y (c) Amplificador de audio.

ANEXO 3

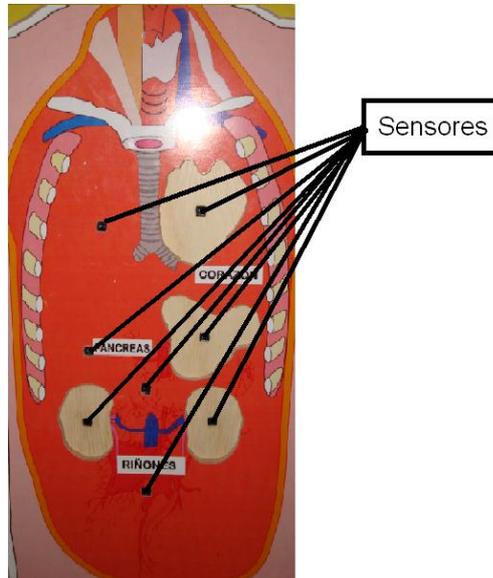
- **Instrucciones Para el uso del proyecto:**



La LCD que muestra el proceso en el cual se encuentra el rompecabezas, teniendo dos estados el primero que muestra: “Colocando...” este es para armar el rompecabezas, mientras que el segundo “Bien!!!” nos indica que se ha acabado de armar el rompecabezas y finaliza la operación.



Estos botones son para subir o bajar el audio del rompecabezas, de tal manera que el botón a sirve para subir el volumen del parlante, mientras que el botón b sirve para bajar el volumen del parlante.

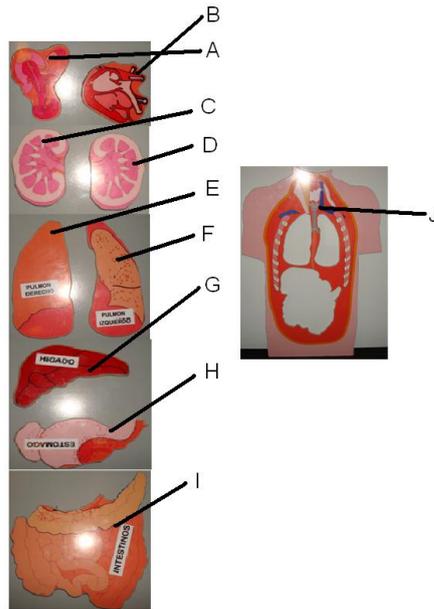


Estos son los sensores con los que cuenta el rompecabezas, que sirven para identificar el órgano correspondiente a cada uno de estos.



Este es el cable de alimentación, el cual se debe conectar a la alimentación eléctrica, este rompecabezas funciona a voltaje AC 120V y 60Hz.

Insertar el cable en un tomacorriente estándar de 120V AC



Órganos:

- A. Corazón
- B. Páncreas
- C. Riñón Derecho
- D. Riñón Izquierdo
- E. Pulmón Derecho
- F. Pulmón Izquierdo
- G. Hígado
- H. Estomago
- I. Intestinos
- J. Pieza para la segunda capa

Estas son las piezas del rompecabezas, las cuales deben de ser ubicadas en su lugar correspondiente.

El rompecabezas consta de dos capas, la primera capa donde entran solo los órganos: Corazón, Páncreas, Riñón Izquierdo y el Riñón Derecho.

Una vez finalizada la primera capa, se procede a la segunda capa en la cual se debe colocar primero la pieza J.

Una vez colocada la pieza J, se procede a ubicar el resto de órganos.

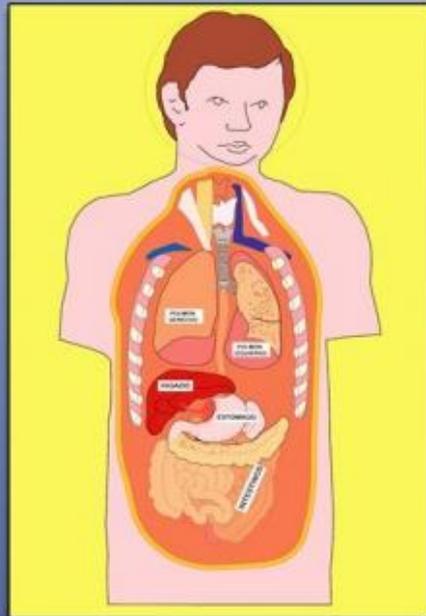
ANEXO 4:

- **Presupuesto.**

PRESUPUESTO GENERAL		
MATERIAL	CANTIDAD	COSTO (\$)
Maqueta	1	100
Tornillos ¾'	1 lb	0.75
Transistores 2N3904	7	0.7
Resistencias (Varios Valores)	26	0.78
LCD Alfanumérica	1	16
Sensores CNY70	8	14.4
PIC 16F877A	1	8
Módulo MP3	1	40
Puente de Graetz	1	0.8
Transformador	1	7
Condensadores (Varios Valores)	9	6.2
Regulador 7805	1	1.5
Regulador 7812	1	1.5
Ventilador	1	1.5
Cristal 4Mhz	1	0.9
Disipador de Calor	4	7
TDA 2002	1	2
Parlante 4ohm 8w	1	3.5
Peinetas (40 pines)	2	2
Cable Multipar (4 pares)	3m	1.8
Placas de cobre	2	10
Acido Férrico	4 oz.	2
Broca 0.8mm	2	1.2
Lamina A4 EPSON	2	1.4
Interruptor	1	1.5
Barras de silicón	5	1.25
Servo – motor	1	23
Cable de poder (2x16 AWG)	1	2.5
Pulsantes	3	1
Auto-fundente	5	2.5
Gastos Varios		50
Diseño y Construcción	2	1200
TOTAL		1512.68

ANEXO 5:

- **Manual De Usuario.**



MANUAL DE USUARIO

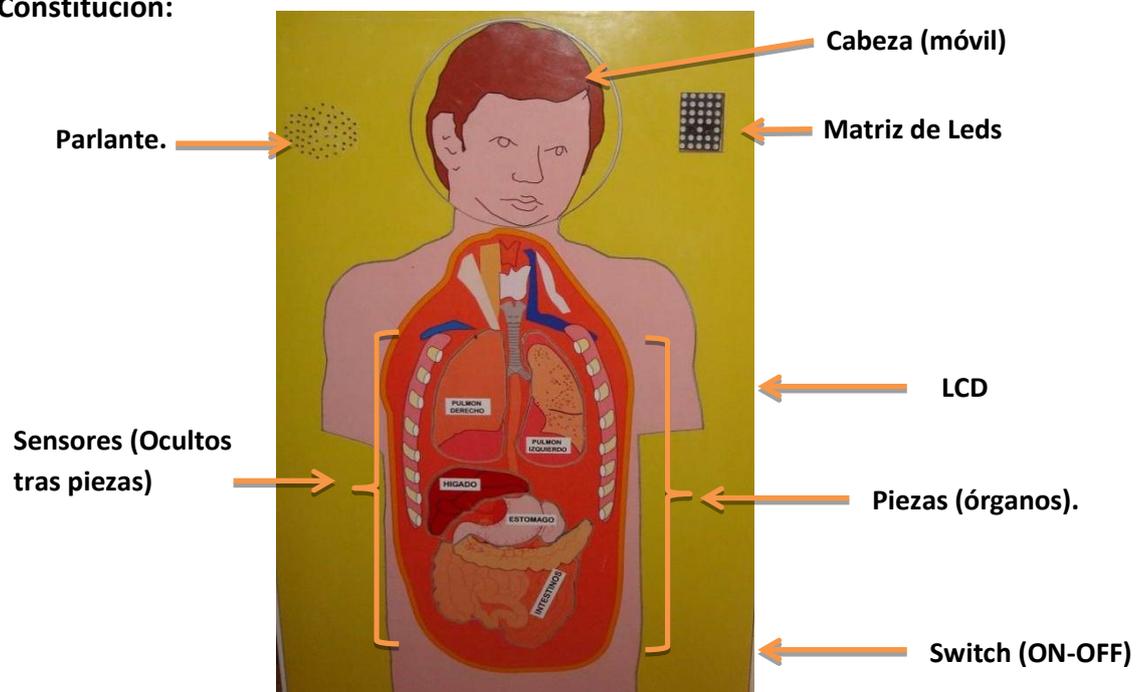
Torso Didáctico Interactivo es un rompecabezas que tiene la finalidad de hacer más fácil el entendimiento de las funciones de los órganos internos del cuerpo humano, así también como la respectiva ubicación de cada órgano.

El presente producto esta orientado para el uso dentro de establecimientos de enseñanza a niños con discapacidad cognitiva.

Características:

- ✓ Estructura y piezas de madera.
- ✓ Gráficos, adheridos a la estructura. (No pintados).
- ✓ Dimensiones: (70x40x7) cm.
- ✓ Estructura no impermeable.
- ✓ Circuitos electrónicos no visibles (Colocados en Interior de estructura).
- ✓ Consta de indicadores luminosos.
- ✓ Reproduce mensajes de audio.
- ✓ Sistema de reconocimiento de piezas del rompecabezas.
- ✓ Cable de Alimentación 2x16 AWG con enchufe.
- ✓ Alimentación: 120 Vca / 60 Hz.

Constitución:

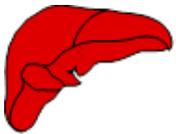
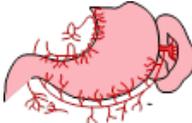
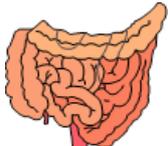


FUNCIONAMIENTO:

El torso tiene como piezas removibles a los órganos internos del cuerpo humano, los cuales deben ser colocados de manera correcta en sus respectivas ubicaciones. Durante el proceso de armado de este torso, en un módulo LDC alfanumérico se visualiza un mensaje con el texto “Colocando...”. Una vez que sea colocada una pieza u órgano en su posición correcta en una matriz de LEDs se visualiza un visto bueno “✓”, tras lo cual se reproduce un mensaje de audio con la explicación del funcionamiento del órgano colocado.

El rompecabezas consta de dos niveles, por lo cual para ser completado con éxito se debe colocar por completo las piezas en los dos niveles, teniendo en cuenta que para empezar a colocar las piezas del segundo nivel, debe ser completado el primer nivel.

Las piezas que deberán ser colocadas, correspondientes a los órganos son:

Primer nivel:		Segundo Nivel.	
Páncreas.	Corazón.	Pulmón derecho.	Hígado.
			
Riñón derecho.	Riñón Izquierdo.	Estomago.	Intestinos.
			



ANEXO 6:

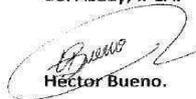
- **Acta Entrega Recepción.**



ASOCIACIÓN PROSUPERACION DE LA PERSONA CON PARALISIS CEREBRAL DEL AZUAY
Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay "María Teresa Iníiguez de Tosi"

ACTA ENTREGA RECEPCION

En Cuenca, a los 4 días del mes de Diciembre del 2012, los Señores Héctor Alejandro Bueno Muñoz y Marco Xavier Rivera González, estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana hacen la entrega de un ROMPECABEZAS DIDACTICO al Tecnólogo Médico Marco Vinicio Vásquez Cabrera, Director del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay, IPCA.


Héctor Bueno.


Marco Rivera

