



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA

Implementación de un prototipo didáctico para niños no videntes de 4 a 6 años de edad mediante el uso de sensores, para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano en el centro de Educación Especial Julius Doethner en la ciudad de Ambato.

AUTORES:

Chica García Carlos Alfredo

Moreta Garcés Karla Jeaneth

TUTOR:

Freire Andrade Verónica Paulina Ing. Ms.C.

Latacunga – Ecuador

Septiembre 2020



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros Chica García Carlos Alfredo, Moreta Garcés Karla Jeaneth declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO PARA NIÑOS NO VIDENTES DE 4 A 6 AÑOS DE EDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES, PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL CUERPO HUMANO EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL JULIUS DOETHNER EN LA CIUDAD DE AMBATO**, siendo Paulina Verónica Freire Andrade Ing. Ms.C., tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva responsabilidad.

.....
Chica García Carlos Alfredo
C.I. 172556318-1

.....
Moreta Garcés Karla Jeaneth
C.I. 180445272-8



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO PARA NIÑOS NO VIDENTES DE 4 A 6 AÑOS DE EDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES, PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL CUERPO HUMANO EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL JULIUS DOETHNER EN LA CIUDAD DE AMBATO”, de Chica García Carlos Alfredo, Moreta Garcés Karla Jeaneth, de la carrera de ingeniería electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, septiembre 2020

El Tutor

.....
Paulina Verónica Freire Andrade Ing. Ms.C.

C.I. 050205622-9



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Chica García Carlos Alfredo y Moreta Garcés Karla Jeaneth con el título de Proyecto de Investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO PARA NIÑOS NO VIDENTES DE 4 A 6 AÑOS DE EDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES, PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL CUERPO HUMANO EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL JULIUS DOETHNER EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, septiembre 2020.

Para constancia firman:

.....
Lector 1 (Presidente)
PhD. Laurencio Alfonso Héctor Luis
C.C.: 1758367252

.....
Lector 2
Ing. Corrales Bastidas Byron Paúl
C.C.: 0502347768

.....
Lector 3
Ing. Porras Reyes Jefferson Alberto
C.C.: 0704400449



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA
INSTITUTO DE EDUCACIÓN ESPECIAL JULIUS DOETHNER

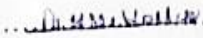
Ambato, 2020


Quien suscribe, Sr. Byron Guerrero Mg. en calidad de Líder Educativo del Instituto de Educación Especial “Julius Doethner”, CERTIFICO que los Sres. Chica García Carlos Alfredo y Moreta Garcés Karla Jeaneth, realizaron la implementación de la propuesta tecnológica titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO PARA NIÑOS NO VIDENTES DE 4 A 6 AÑOS DE EDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES, PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL CUERPO HUMANO EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL JULIUS DOETHNER EN LA CIUDAD DE AMBATO.”**. En la ejecución de dicho proyecto los Sres. demostraron habilidades y conocimientos en su especialidad; así también generaron resultados que les serán de gran utilidad al área electromecánica, por cuanto se enfocaron en solucionar problemas inherentes e implementar el proyecto descrito que ayudara al proceso educativo, demostrando que estoy **CONFORME** con el funcionamiento del dispositivo didáctico entregado a nuestra institución de educación especial.

Durante su estadía los Sres. en mención se hicieron acreedores de nuestra confianza por la responsabilidad, honestidad y profesionalismo demostrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estimen conveniente.

Atentamente.


Mg. Byron Guerrero



C.I. 180234609 - 6

Cel. 0995969442

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios,
por ser el inspirador y darme fuerza para continuar.

A mis padres por su amor, trabajo y sacrificio en
todos estos años de estudio, gracias a usted he
logrado llegar hasta aquí y convertirme
en la persona que soy en la actualidad.

A todas las personas que me han apoyado
y han hecho que el trabajo se realice con éxito.

Chica García Carlos Alfredo

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien
con su bendición lleno siempre mi vida.

Mi agradecimiento a mi familia de manera muy
especial a mis Padres y también a la Universidad
Técnica de Cotopaxi por confiar en mí, abrirme
las puertas y permitirme realizar este proyecto.

Finalmente un sincero agradecimiento a la
Ing. Paulina Freire, principal colaboradora durante
este proceso quien con su dirección, conocimiento, enseñanza
y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Chica García Carlos Alfredo

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios
por su infinito amor, y brindarme la
sabiduría e inteligencia necesarias para
cumplir con una más de mis metas.

A mis padres por su gran amor, paciencia,
apoyo incondicional y no dejarme rendir nunca

A mi familia por sus consejos, su amor y
confianza que han depositado en mí

A mis amigos, por sus ánimos impartidos
y cariño incondicional.

Karla Jeaneth Moreta Garcés

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y
guiarme a cumplir mis metas.

A mi familia y amigos por su
apoyo durante toda la carrera.

A los docentes, que a través de sus
conocimientos y experiencias, me han
instruido para la vida profesional,
en especial a mi tutora

Freire Andrade Verónica Paulina Ing. Ms.C.,
que nos ha guiado de la mejor manera en
la elaboración de esta investigación.

Karla Jeaneth Moreta Garcés

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
1 AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
2 APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
3 AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	v
4 DEDICATORIA	vi
5 AGRADECIMIENTO	vii
6 ÍNDICE GENERAL	x
7 RESUMEN	1
8 ABSTRACT	2
1. INFORMACIÓN BÁSICA	4
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	5
2.1. Título de la propuesta tecnológica	5
2.2. Tipo de alcance	5
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO: (Indicar según las normas CINE – UNESCO) ...	5
2.4. SINÓPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	6
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	6
2.5.1. Objeto de estudio.....	6
2.5.2. Campo de acción	6
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	6
2.6.1. Situación problemática.....	6
2.6.2. Problema.....	8
2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA	8
2.8. OBJETIVO(S)	9
2.8.1. Objetivo general	9
2.8.2. Objetivos específicos.....	9
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos. ..	9

3. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1. Análisis de trabajos precedentes	11
3.2 Descripción del proceso	12
3.2.1. La discapacidad visual en la educación.....	12
3.3 Descripción del objeto de estudio	14
3.3.1. Dispositivos electrónicos.....	14
3.3.1.1 Microcontroladores	14
3.3.2 Programación	15
3.3.2.1 Sistema de numeración binario.....	15
3.3.2.2 Sistema de numeración hexadecimal.....	15
3.3.2.3 BIT	16
3.3.2.4 BYTE	16
3.3.1.7 Velocidad de transmisión de la información.....	16
3.3.2.8 Comunicación en serie.....	16
3.3.2.9 Puertos de Entrada/Salida (E/S).....	17
3.4 Sensores.....	17
3.4.1 Clasificación de sensores	17
3.4.1.2 Sensores Analógicos.....	17
3.4.1.3 Sensores Digitales	18
3.4.2 Sensor piezoeléctrico.....	18
3.4.2.1 Efecto piezoeléctrico	18
3.4.3 Sensores infrarrojos.....	19
3.4.3.1 Sensores de luz infrarroja	19
3.4.3.2 Módulo sensor de Infrarrojos IR FC-51	22
3.7.1 Tipos de sensor de proximidad.....	23
3.7.1.1 Sensor de proximidad capacitivo.....	23
3.7.1.2. Sensor de proximidad inductivo	23
3.7.1.3. Fotoeléctricos de sensor de proximidad	24
3.8 Diseño de Software.....	25
3.8.3 Lenguajes y Entornos de programación	26
3.8.3.1 IDE de Arduino	26
3.8.3.2 Elementos de un programa	28

3.9	Elementos externos del dispositivo.....	28
3.9.1	Regulador de Voltaje.....	28
3.9.2	Reproductor de audio	29
3.9.2.1	Módulo reproductor de audio	29
3.9.2.2	Tarjeta micro SD	30
3.9.2.3	Parlantes	30
4	METODOLOGÍA	32
4.1	Matriz de relación de variables	32
4.2	Métodos y técnicas de la investigación.....	32
4.2.1	Método cuantitativo.....	32
4.2.2	Método científico	32
4.2.3	Técnica experimental	33
4.2.4	Técnica de observación	33
4.2.5	Técnica de medición.....	33
4.3	Diseño conceptual	33
4.3.1	Diagrama de funcionamiento básico	34
4.4	Selección de Elementos.....	34
4.4.1	Microcontroladores	35
4.4.2	Sensores.....	37
4.4.2.1	Sensor Infrarrojo	37
4.4.2.2	Sensor Piezoeléctrico	39
4.4.3	Reproductor de audio	40
4.4.4	Módulo Amplificador.....	41
	MÓDULO AMPLIFICADOR.....	41
4.4.5	Regulador de Voltaje LM2596.....	42
4.5	Procedimiento.....	42
4.5.1	Diseño del módulo	42
4.5.1.1	Diagrama de bloques del sistema electrónico.....	43
4.5.2	Estructura General.....	44
4.5.2.1	Estructura externa.....	44
4.5.2.2	Etapa de control	45
4.5.2.3	Etapa de audio	51

4.5.3	Controles externos.....	52
4.5.3.1	Encendido/Apagado del dispositivo	52
4.5.3.2	Cambio de idioma.....	53
4.5.3.3	Botón Reset.....	54
4.6	Diagramas de flujo de programación.....	56
4.6.1	Diagrama General de programación	56
4.6.2	Diagrama de flujo de sensores	58
4.7	Ubicación de sensores en el maniquí.....	60
5	<i>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i>	64
5.1	Resultados obtenidos	64
5.2	Comportamiento de las variables de entrada y salida.....	65
5.2.1	Pulsador de encendido y apagado del prototipo:.....	65
5.2.2	Selector de idioma.....	67
5.2.3	Pulsador Reset.....	69
5.2.4	Sensor Infrarrojo	71
5.2.5	Sensor piezoeléctrico.....	73
5.3	Análisis Estadístico de pruebas realizadas	75
6	<i>PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS</i>	78
6.1	Presupuesto.....	78
6.1.1	Costos directos.....	78
6.1.2	Costos indirectos	78
6.1.3.	Mano de obra.....	79
6.1.4	Costo total	79
6.2.	Análisis de impactos.....	80
6.2.1.	Impacto práctico	80
6.2.2.	Impacto tecnológico	81
6.3	Análisis del valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno TIR.....	82
7	<i>CONCLUSIONES</i>	84
8	<i>RECOMENDACIONES</i>.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Matriz de causas y subcausas.....8

Figura 3.1 Estadísticas de discapacidad visual a nivel nacional 13

Figura 3.2. Número de alumnos con discapacidad visual registrados en la ciudad de Ambato
..... 13

Figura 3.3. Grado de discapacidad 14

Figura 3.4. Tipo de educación por discapacidad 14

Figura 3.5. Efecto piezoeléctrico 18

Figura 3.6. Átomos reaccionan al efecto piezoeléctrico..... 19

Figura 3.7. Arquitectura del esquema básico para sensores de presencia o distancia..... 19

Figura 3.8. Configuraciones para el par emisor – receptor 20

Figura 3.9. Circuito equivalente de un fototransistor 21

Figura 3.10. Circuito equivalente de un fotodiodo..... 21

Figura 3.11. Funcionamiento de sensor infrarrojo 22

Figura 3.12. Sensor capacitivo 23

Figura 3.13. Sensor inductivo..... 24

Figura 3.14. Sensor fotoeléctrico..... 24

Figura 3.15. IDE de Arduino 26

Figura 3.16. Funciones principales en la programación..... 28

Figura 3.17. Pines del regulador de voltaje 29

Figura 3.18. Orden de los números de pines 29

Figura 3.19. Conexión del módulo reproductor de audio..... 30

Figura 3.20. Memoria micro SD..... 30

Figura 3.21. Parlante o altavoz 31

Figura 4.1. Diagrama de funcionamiento básico 34

Figura 4.2. Datasheet de Arduino MEGA 2560 36

Figura 5.2. Datasheet del sensor infrarrojo 38

Figura 5.3. Estructura de un sensor piezoeléctrico 40

Figura 5.4. Sensor piezoeléctrico 40

Figura 4.2. Diagrama general de bloques del sistema 43

Figura 4.3. Estructura general de conexión del dispositivo..... 44

Figura 4.4. Maniquí	45
Figura 4.5. Conexión de los elementos al microcontrolador	45
Figura 4.6. Conexión del regulador de voltaje	46
Figura 4.7. Configuración del regulador de voltaje.....	47
Figura 4.8. Configuración de la conexión de los sensores infrarrojos	48
Figura 4.9. Configuración de la conexión de los sensores piezoeléctricos	49
Figura 4.10. Posición de sensores en el maniquí, parte externa	50
Figura 4.11. Posición de sensores en el maniquí, parte interna.....	50
Figura 4.12. Estructura del reproductor de audio	51
Figura 4.13. Configuración de las conexiones del MP3 al microcontrolador	52
Figura 4.14. Estados el pulsador ON/OFF	52
Figura 4.15. Posición del interruptor ON/OFF en el maniquí.....	53
Figura 4.16. Interruptor de selección para cambio de idioma	53
Figura 4.17. Posición del selector de idioma.....	54
Figura 4.18. Pulsador de reset del dispositivo	54
Figura 4.19. Posición del pulsador reset.....	55
Figura 4.20. Diagrama de flujo general.....	56
Figura 4.21. Diagrama de flujo sensores analógicos y digitales	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Objetivos y tareas	9
Tabla 4.1. Matriz de variables	32
Tabla 4.2. Magnitudes a medir	33
Tabla 4.3. Cuadro de comparación de microcontroladores	35
Tabla 4.4. Cuadro de comparación de sensores de proximidad	37
Tabla 4.5. Características técnicas del sensor piezoeléctrico	39
Tabla 4.6. Cuadro de comparación del reproductor de audio	40
Tabla 4.7. Características técnicas del módulo amplificador	41
Tabla 4.8. Características técnicas del regulador de voltaje	42
Tabla 4.9. Posición de sensores analógicos	47
Tabla 4.10. Posición de sensores digitales	48
Tabla 4.12. Posición de sensores	60
Tabla 5.1. Materiales seleccionados	64
Tabla 5.2. Estados del pulsador de encendido y apagado	65
Tabla 5.3. Corridas del Interruptor ON/OFF pulsado	66
Tabla 5.4. Análisis de varianza del Interruptor ON/OFF pulsado	66
Tabla 5.5. Corridas del Interruptor ON/OFF no pulsado	66
Tabla 5.6. Análisis de varianza del Interruptor ON/OFF no pulsado	67
Tabla 5.7. Estados del selector de idioma	67
Tabla 5.8. Análisis de varianza del selector de idioma	67
Tabla 5.9. Análisis de la varianza del selector de idioma	68
Tabla 5.10. Corridas del selector de idioma	68
Tabla 5.11. Análisis de varianza del selector de idioma	69
Tabla 5.12. Estados del selector de idioma	69
Tabla 5.13. Corridas del pulsador reset pulsado	69
Tabla 5.14. Análisis de varianza del pulsador reset pulsado	70
Tabla 5.15. Corridas del pulsador de reset no pulsado	70
Tabla 5.16. Análisis de la varianza del pulsador de reset no pulsado	70
Tabla 5.17. Estados del selector de idioma	71
Tabla 5.18. Corridas del sensor infrarrojo pulsado	71
Tabla 5.19. Análisis de varianza del sensor infrarrojo pulsado	71
Tabla 5.20. Corridas del sensor infrarrojo no pulsado	72

Tabla 5.21. Análisis de la varianza del sensor infrarrojo	72
Tabla 5.22. Estados del sensor piezoeléctrico	73
Tabla 5.23. Corridas del sensor piezoeléctrico pulsado	73
Tabla 5.24. Análisis de la varianza del sensor piezoeléctrico pulsado.....	73
Tabla 5.25. Corridas del sensor piezoeléctrico no pulsado	74
Tabla 5.26. Análisis de la varianza del sensor piezoeléctrico no pulsado.....	74
Tabla 2.27. Presión del sensor piezoeléctrico.....	75
Tabla 5.28. Análisis de varianza de la presión del sensor piezoeléctrico.....	75
Tabla 5.27. Resumen de variables de entrada y salida	76
Tabla 5.29. Salida de las variables en función de sus entradas	76
Tabla 6.1. Costos directos.....	78
Tabla 6.2. Costos indirectos	79
Tabla 6.3. Costos por mano de obra	79
Tabla 6.4. Costo total.....	80
Tabla 6.5. Beneficios económicos	80
Tabla 6.6. Beneficio económico en el aspecto tecnológico.....	81
Tabla 6.7. Beneficio económico del impacto social.....	82
Tabla 6.7. Impacto económico	82
Tabla 6.5. Análisis VAN y TIR.....	82

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO PARA NIÑOS NO VIDENTES DE 4 A 6 AÑOS DE EDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES, PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL CUERPO HUMANO EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL JULIUS DOETHNER EN LA CIUDAD DE AMBATO.”

Autores: Chica García Carlos Alfredo

Moreta Garcés Karla Jeaneth

RESUMEN

En el Ecuador el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades registra 2.757 estudiantes con discapacidad visual entre educación inicial, primaria y bachillerato, existen Instituciones de Educación Especial pero no cuentan con los materiales y medios adecuados para impartir una instrucción de calidad cuando se sabe que un niño adquiere los conocimientos por la vista y el oído. En el Instituto de Educación Especial Julius Doethner existe la falta de un prototipo didáctico para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano mediante el uso de sensores y un microcontrolador para niños no videntes de 4 a 6 años de edad, por esta razón se desarrolló la propuesta tecnológica para la implementación de un prototipo didáctico que va dirigido al uso de niños con discapacidad visual donde se busca la interacción con la tecnología y así integrar las ciencias técnicas en la educación especial. El prototipo consta de un maniquí humano, el cuál integra un sistema de sensores de tipo piezoeléctrico e infrarrojo, los cuáles se encuentran en las partes internas y externas del maniquí respectivamente y se activan al tener contacto con la mano del niño, posteriormente pasan por una etapa de control donde las señales analógicas y digitales son analizadas ejecutando las condiciones configuradas para cada uno de los sensores en el software, para después activar una voz parlante que informa la parte u órgano del maniquí que se encuentre palpando en ese momento. El dispositivo cuenta con un selector de encendido y apagado, un selector de idioma de español e inglés y un pulsador de reset para reiniciar el sistema si se presenta un problema al momento que se encuentre en funcionamiento. Al finalizar la propuesta tecnológica se determinó el cumplimiento del objetivo propuesto que corresponde al funcionamiento del prototipo con un control adecuado de sus variables, tanto en diseño como en la implementación; adicional se llegó a la validación del prototipo con un estudiante con discapacidad visual del Instituto de Educación Especial Julius Doethner verificando así con la metodología factorial utilizada demuestra el correcto funcionamiento del dispositivo

Palabras claves: prototipo didáctico, sensor infrarrojo, sensor piezoeléctrico, software, señales analógicas y digitales, metodología factorial.

"IMPLEMENTATION OF A DIDACTIC PROTOTYPE FOR BLIND CHILDREN FROM 4 TO 6 YEARS OLD THROUGH THE USE OF SENSORS, FOR RECOGNIZING THE PARTS OF THE HUMAN BODY AT JULIUS DOETHNER SPECIAL EDUCATION CENTER IN AMBATO CITY."

Authors: Chica García Carlos Alfredo

Moreta Garcés Karla Jeaneth

ABSTRACT

In Ecuador, the National Council for the Equality of Disabilities registers 2,757 students with visual disabilities between early education, primary school, and high school, there are Special Education Institutions but they do not have the adequate materials and ways to provide a quality instruction when it is known that a child acquires knowledge by sight and hearing. At Julius Doethner Institute of Special Education there is a lack of a didactic prototype for the recognition of parts of the human body through the use of sensors and a microcontroller for blind children from 4 to 6 years of age, for this reason the technological proposal for the implementation of a didactic prototype which is aimed at children with visual disabilities to use, where interaction with technology is sought and thus integrate technical sciences in special education. The prototype consists of a human mannequin, which integrates a piezoelectric and infrared type sensors system, the results are found in the internal and external parts of the manikin respectively and are activated by having contact with the child's hand, then pass through a control stage where the analog and digital signals are analyzed by executing the conditions configured for each of the sensors in the software, later a speaking voice is activated to inform the part or organ of the manikin that is palpating at that moment. The device has an on and off selector, a language selector for Spanish and English and a reset button to restart the system if there is a problem at the time it is operating. At the end of the technological proposal, the fulfillment of the proposed objective was determined, which corresponds to the functioning of the prototype with adequate control of its variables, both in design and implementation; In addition, the prototype was validated with a student with visual impairment from the Julius Doethner Institute of Special Education, thus verifying with the factorial methodology used, it demonstrates the correct functioning of the device.

Keywords: didactic prototype, infrared sensor, piezoelectric sensor, software, analog and digital signals, factorial methodology.

AVAL DE TRADUCCIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la tesis al Idioma Inglés presentado por los señores: Chica García Carlos Alfredo y Moreta Garcés Karla Jeaneth Egresados de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) cuyo título versa "IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO PARA NIÑOS NO VIDENTES DE 4 A 6 AÑOS DE EDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES, PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS PARTES DEL CUERPO HUMANO EN EL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL JULIUS DOETHNER EN LA CIUDAD DE AMBATO." lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

Atentamente,

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
MSc. Emma Jackeline Herrera Lasluisa
C.C: 0502277031



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Nombre: Chica García Carlos Alfredo

Correo: carlos.chical@utc.edu.ec

Nombre: Moreta Garcés Karla Jeaneth

Correo: karla.moreta2728@utc.edu.ec

TEMA APROBADO

Implementación de un prototipo para niños no videntes de 4 a 6 años mediante el uso de sensores para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano en el centro de Educación Especial Julius Doethner en la ciudad de Ambato.

CARRERA

Ingeniería Electromecánica

DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Freire Andrade Verónica Paulina Ing. Ms.C.

EQUIPO DE TRABAJO

Freire Andrade Verónica Paulina Ing. Ms.C.

LUGAR DE EJECUCIÓN

Región 3, Tungurahua, Ambato, La Merced

TIEMPO DE DURACIÓN DEL PROYECTO

6 meses

FECHA DE ENTREGA

Septiembre 2020

LÍNEA(S) Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- **Línea de investigación de la Universidad**

Línea 4: Procesos Industriales.

- **Líneas de investigación de la Carrera**

Línea carrera 2: Automatización, Control y Protecciones de Sistemas Electromecánicos.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Con el desarrollo tecnológico en la implementación de este prototipo se buscó el interés de nuevos productos que van de la mano con la ingeniería.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

Implementación de un prototipo para niños no videntes de 4 a 6 años mediante el uso de sensores, para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano en el centro de Educación Especial Julius Doethner en la ciudad de Ambato.

2.2. Tipo de alcance

Interdisciplinar: La implementación de este sistema tiene como objetivo relacionar varias disciplinas técnicas, experimentales y de ciencias, donde se analizó la operacionalización y comportamiento de las variables expuestas, la analogía de la electrónica en el campo de la ingeniería y el aporte de la tecnología mediante un dispositivo de enseñanza.

Desarrollo: El diseño de este sistema de conocimiento busca la experimentación en la educación de niños no videntes, su entorno y su desarrollo en el área específica del mismo.

Integrador: El prototipo demuestra la utilidad de la tecnología en la creación de dispositivos que contribuyan en la experimentación de la educación especial apoyando así en la mejora de la educación especial a largo plazo.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO: (Indicar según las normas CINE – UNESCO)

Área:

Ingeniería, industria y construcción. [1]

Sub área:

52 Ingeniería y profesiones afines. [1]

Sub área específica:

Electrónica y Automatización

Dibujo técnico, mecánica, metalistería, electricidad, electrónica, telecomunicaciones, ingeniería energética y química, mantenimiento de vehículos, topografía. [1]

2.4. SINÓPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

La creación de prototipos para niños no videntes se considera de gran ayuda en el área de Educación Básica, en niños comprendidos en edades de entre 4 a 6 años, existe un gran déficit de aprendizaje en niños no videntes ya que su manera de adquirir el conocimiento no es la misma que la de los demás niños. El avance de la tecnología y la electrónica permitirán la creación de prototipos que despierten el interés y la curiosidad de los niños no videntes, ya que dispondrán de una herramienta tecnológica que les permita aprender de forma lúdica; conceptos y partes del cuerpo humano cuyo aprendizaje era únicamente teórico y memorístico. El objetivo de esta propuesta tecnológica consiste en implementar prototipos didácticos para niños no videntes de 4 a 6 años mediante el uso de sensores para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano, en el Centro de Educación Especial Julius Doethner en el cantón Ambato. La justificación de la implementación de los prototipos es que los niños no videntes palpen y reconozcan, mientras un reproductor le informará la parte del cuerpo que está tocando, el diseño del dispositivo busca integrar el desarrollo de nuevas tecnologías en el área educativa.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Prototipo didáctico para niños no videntes

2.5.2. Campo de acción

Electrónica y Automatización

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación problemática

La discapacidad visual es un problema de carácter mundial, producida por varios factores como infecciones, desnutrición, lesiones y condiciones hereditarias. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se registran alrededor del mundo 285 millones de personas con discapacidad visual de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión, aproximadamente un 90% de la carga mundial de discapacidad visual se concentra en los países

en desarrollo, el 80% del total mundial de casos de discapacidad visual se pueden curar o evitar. Niños menores de 15 años, se estima que el número de niños con discapacidad visual asciende a 19 millones, de los cuales 12 millones la padecen debido a errores de refracción, fácilmente diagnosticables y corregibles. Unos 1,4 millones de menores de 15 años sufren ceguera irreversible. La OMS toma acciones mundialmente en favor de la prevención de la ceguera mundial realiza campañas de prevención y ayuda en el marco de la educación escolar [2]; la falta de dispositivos que cuenten con algún tipo de tecnología en el aula de clase para los niños que tienen discapacidad visual son escasos, se considera que la tecnología de asistencia (dispositivos y software) a menudo puede ayudar a los maestros a personalizar las lecciones y mejorar las habilidades de cada niño [3]. La mayor parte de los presentes casos de discapacidad visual en niños poseen una dificultad de movilización, una precaria interacción social con el medio, la cual obstaculiza su integración plenamente a la sociedad y la educación regular. Por ende, es necesario la implementación de dispositivos tecnológicos y electrónicos para mejorar la movilidad y la interacción de los niños con discapacidad visual. En el Ecuador el nivel de discapacidad visual según los casos registrados en el Consejo Nacional de Discapacidades existen 857 estudiantes correspondientes a los niveles de educación básica comprendidos entre los 3 y 12 años de edad, no todos los estudiantes con discapacidad visual mantiene una educación permanente y regular debido a sus recursos económicos bajos. [4]

Con la información expuesta en los párrafos anteriores; se procede a un análisis de las causas y efectos del problema que a continuación se detallan:

El principal problema de esta propuesta tecnológica es la falta de un prototipo didáctico para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano.

El personal educativo que imparte en el Instituto de Educación Especial Julius Doethner se encuentra especializado, las técnicas que usan son verbalización y repetición de la información que escriben en el pizarrón aparte de incentivar a sus alumnos con discapacidad visual mediante animación verbal. Los equipos con tecnología con los que este instituto especial cuenta son muy escasos debido a que su ingreso económico es bajo ya que no es una Institución sin fines de lucro y no cuenta con un ingreso o ayuda del gobierno ni de instituciones extraordinarias. Los métodos utilizados para impartir los conocimientos a los alumnos con discapacidad visual son el lenguaje Braille y la estimulación sensorial que los docentes especializados manejan. El Instituto beneficiario de este prototipo cuenta con materiales básicos como son libros en lenguaje Braille, y no cuentan con maquetas u objetos reales

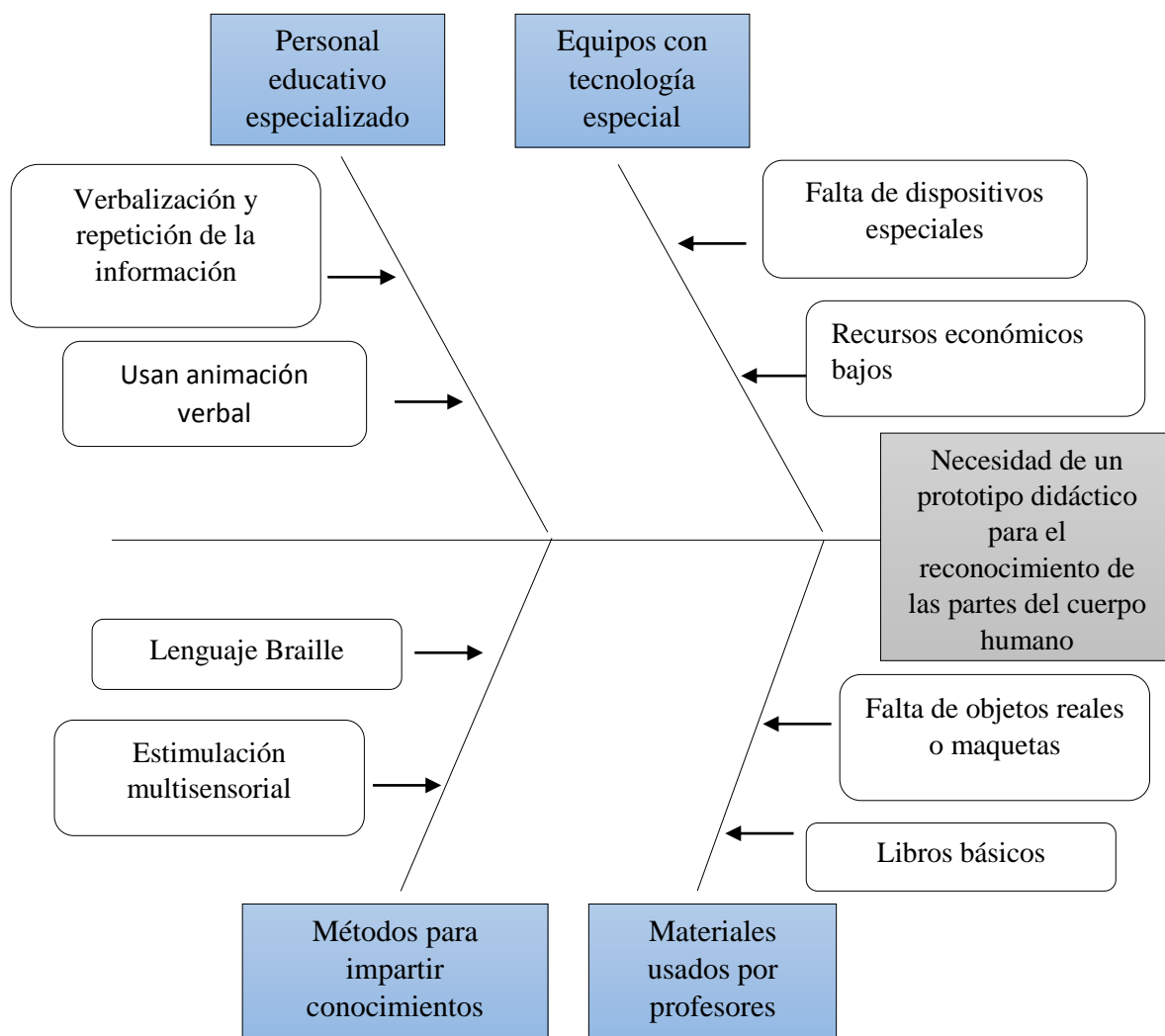


Figura 2.1 Matriz de causas y subcausas
Fuente: [Autores]

2.6.2. Problema

La necesidad de un prototipo didáctico para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano mediante el uso de sensores y un microcontrolador para niños no videntes de 4 a 6 años de edad en el centro de Educación Especial Julius Doethner en la ciudad de Ambato.

2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA

Mediante el uso de sensores y un microcontrolador se podrá implementar un prototipo didáctico de identificación de partes del cuerpo humano para niños no videntes de 4 a 6 años de edad en el centro de Educación Especial Julius Doethner en la ciudad de Ambato.

2.8. OBJETIVO(S)

2.8.1. Objetivo general

Implementar un prototipo didáctico para niños no videntes de 4 a 6 años mediante el uso de sensores, para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano en el Instituto de Educación Especial Julius Doethner en la ciudad de Ambato.

2.8.2. Objetivos específicos

- Indagar en las principales investigaciones aspectos de relevancia sobre sensores para prototipos de enseñanza–aprendizaje para niños con discapacidad visual, así como el porcentaje de población no vidente en el Cantón Ambato que requerirían de esta tecnología.
- Diseñar del circuito electrónico mediante la selección de componentes electrónicos y software de simulación para la implementación de prototipos para niños no videntes en función de sus requerimientos.
- Validar el funcionamiento del prototipo con respecto a las necesidades del usuario mediante pruebas de funcionamiento de activación de entradas y salidas.

2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos.

Tabla 3.1. Objetivos y tareas

ACTIVIDADES	TAREAS	INSTRUMENTOS
Indagar en las principales investigaciones aspectos de relevancia sobre sensores para prototipos de enseñanza–aprendizaje, así como el porcentaje de población no vidente en el Cantón Ambato que requieren de esta tecnología.	Descripción del porcentaje de la población en la educación básica no vidente de la provincia de Tungurahua en el cantón Ambato.	Documentos y medios bibliográficos
	Análisis de la información de fuentes que se han realizado investigaciones relacionadas sobre sensores y microcontroladores utilizados en prototipos.	Lectura de documentos y medios bibliográficos
	Comprensión del diseño y estructura de los	Lectura de documentos y medios bibliográficos

	dispositivos didácticos de enseñanza – aprendizaje.	
Diseñar del circuito electrónico mediante la selección de componentes electrónicos y software de simulación para la implementación de prototipos para personas no videntes en función de sus requerimientos.	Dimensionamiento mediante una comparación de los elementos a utilizar para obtener un buen resultado en el prototipo.	Instrumentos de medición Planos
	Selección de componentes electrónicos para la estructura del sistema dirigidos a las necesidades de los niños no videntes.	Hojas de características técnicas de los componentes.
	Elección de un software adecuado y competente para realizar las simulaciones correspondientes a la implementación de un prototipo didáctico.	Prestaciones del software
Validar el funcionamiento del prototipo con respecto a las necesidades del usuario mediante pruebas de funcionamiento de activación de entradas y salidas.	Verificación del software usado sea el correcto para un buen resultado.	Pruebas experimentales
	Ejecución de la simulación, realizar análisis de valoración y mediciones.	Software Multímetro
	Determinación de su correcto funcionamiento, si es necesario realizar una mejora	Pruebas con estudiantes, software

Fuente: [Autores]

3. MARCO TEÓRICO

En la actualidad el sistema que las diferentes instituciones educativas utilizan con respecto al aprendizaje para niños con discapacidad visual ha tenido un impacto social y tecnológico a nivel mundial ya que gracias a la revolución de la tecnología y las investigaciones realizadas con respecto a las necesidades que los niños requieren se han creado diferentes prototipos, a continuación se presentan trabajos de investigación precedentes con referencias tecnológicas que han creado grandes expectativas y que actualmente algunas de estas ya se encuentran en el mercado.

3.1. Análisis de trabajos precedentes

Según un análisis preliminar de la tecnología utilizada en dispositivos utilizados en el aula de clase para la discapacidad visual en niños, La Organización Mundial de la Salud en el libro Salud Ocular comenta el derecho a tener una educación regular e incita a los países miembros asociados a fomentar programas de educación haciendo uso de material didáctico, sistemas de ayuda, software que impulsen adoptar maneras prácticas de solucionar el problema de atención y adquisición de los conocimientos en los niños con discapacidad visual. [5]

Los dispositivos desarrollados alrededor del mundo para beneficio de la educación en niños con discapacidad visual son muy pocos, aunque los dispositivos tengan diferentes funcionamientos el objetivo a alcanzar es el mismo.

Según el artículo publicado en la ciudad de España por Jaime Franco denominado ‘‘Información sobre avances médicos y tecnológicos relacionados con la ceguera y la baja visión’’. En Israel OrCam es una empresa con un objetivo claro que es aprovechar el potencial de la visión artificial mediante la incorporación de una tecnología, sus creadores Amnon Shashua y Ziv Aviram así lo hicieron con MyEye unas gafas que leen textos, identifican personas, e incluso hasta reconocer personas en el supermercado. Esta tecnología permite la interacción con el entorno, pero la desventaja es que este producto es su precio que sobrepasan los \$ 5.000 dólares americanos por unidad. [6]

Según un estudio preliminar de los dispositivos educativos utilizados para la educación de niños no videntes en Estados Unidos de Norteamérica en el estado de Massachusetts se encuentra el Instituto de Tecnología de Massachusetts conocido como el MIT, los científicos que aquí se especializan Jochen Huber, Wong Meng Ee, Pattie Maes, Suranga Chandima Nanayakkara y Roy Shilkrot como principal autor de esta idea, desarrollan un dispositivo de audio-lectura

denominado como ‘‘FingerReader’’, para las personas con discapacidad visual, esta idea surgió en 2015 pero tardaron 3 años en la investigación para que el dispositivo pueda funcionar correctamente, este dispositivo producido en una impresora 3D se ajusta como un anillo en el dedo del usuario, está integrado por una cámara diminuta que escanea el escrito con un software especial, procesa la información, y una voz sintetizada lee las palabras en voz alta, cuenta con motores de vibración que indican posibles desvíos en el seguimiento del texto. [7]

Un artículo publicado en la revista ‘‘El Sevier’’, en el país de la India por Pramodini Poornesh redacta que la empresa Freedom Scientific se especializa en realizar soluciones tecnológicas para personas con discapacidad visual y personas con baja visión uno de sus dispositivos más relevantes, se encuentra en los Estados Unidos de Norteamérica ‘‘La línea Braille Focus Blue 2’’, permite a las personas videntes leer la información que se muestra en distintos tipos de ordenadores, tabletas o teléfonos móviles, ya que trabaja con un programa revisor de pantalla, por medio de botones de desplazamiento, teclas balancín y botones denominados selectores, el desplazamiento y lectura por textos resulta muy ágil y eficiente. [8]

En la Universidad Técnica de Ambato en la Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicación, Aida Alexandra Sánchez Aldaz alumna formula su tesis con el tema ‘‘Sistema Electrónico para la enseñanza del lenguaje Braille a personas invidentes’’, este dispositivo se encuentra ya implementado en la ciudad de Ambato el objetivo de alcance fue satisfactorio ya que su resultado ha sido de gran ayuda y aporte para estas personas en su entorno social, laborar y educativo. [9]

3.2 Descripción del proceso

3.2.1. La discapacidad visual en la educación

A nivel mundial las estadísticas en la educación primaria, secundaria y bachillerato son inexactas, la OMS no relatan cifras analizadas o contabilizadas. En el Ecuador el Consejo Nacional para la Igualdad de la Discapacidades (CONADIS), plantea las siguientes estadísticas de los estudiantes con discapacidad visual en educación básica, media y bachillerato registrados hasta el 2015. [4]

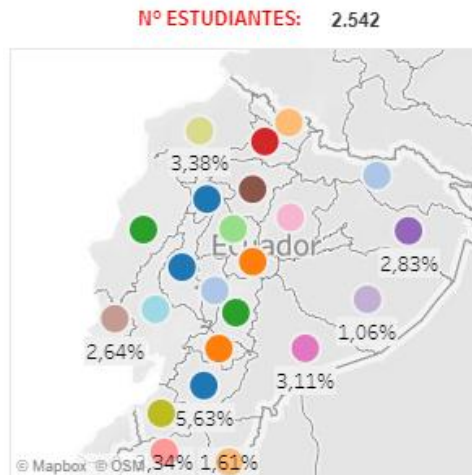


Figura 3.1 Estadísticas de discapacidad visual a nivel nacional
Fuente: [4]

En la provincia de Tungurahua en la ciudad de Ambato donde el prototipo se realiza la implementación se registra lo siguiente:

En el Instituto de Educación Especial Julius Doether se registran 25 casos de discapacidad visual de educación básica, media y bachillerato los cuales serán los beneficiarios de este dispositivo.



Figura 3.2. Número de alumnos de educación básica con discapacidad visual registrados en la ciudad de Ambato
Fuente: [4]

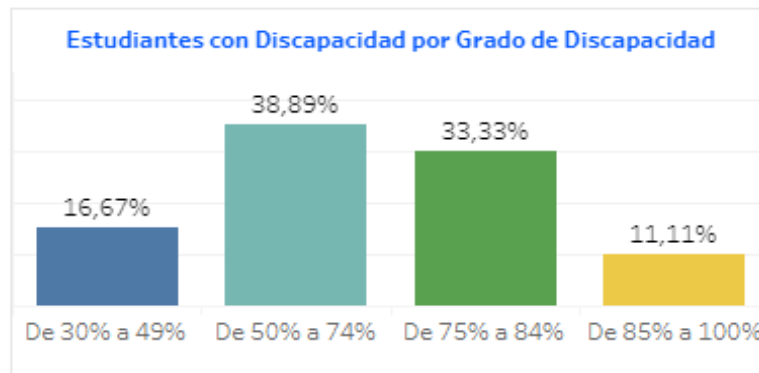


Figura 3.3. Grado de discapacidad

Fuente: [4]

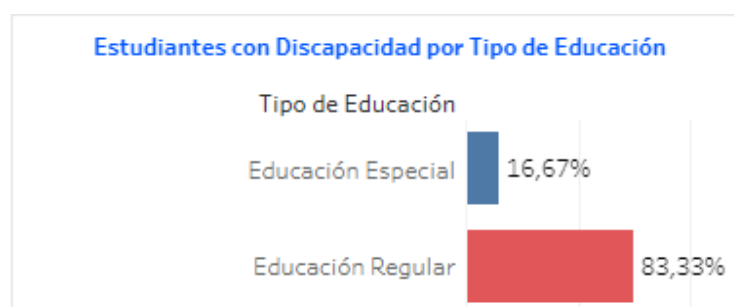


Figura 3.4. Tipo de educación por discapacidad

Fuente: [4]

3.3 Descripción del objeto de estudio

3.3.1. Dispositivos electrónicos

3.3.1.1 Microcontroladores

La funcionalidad de los microcontroladores es lo que lo diferencia de los demás circuitos, los microcontroladores son diseñados de tal manera que tengan todas las componentes integradas en el mismo chip. No necesita de otros componentes especializados para su aplicación, porque todos los circuitos necesarios, que de otra manera correspondan a los periféricos, ya se encuentran incorporados. Así se ahorra tiempo y espacio necesario para construir un dispositivo. [10] El proceso de crear este tipo de dispositivos puede tardar semanas o meses, dependiendo de la complejidad de diseño de los dispositivos, ya que aquí se debe empezar desde la parte más pequeña hasta conseguir el ensamble completo de un microcontrolador, es decir empezar por la impresión del circuito y de monta el dispositivo.

Arduino es una gama de circuitos open source, basados la mayor parte en un microcontrolador del fabricante Atmel. Estos circuitos integran los componentes necesarios para permitir un uso rápido y sencillo del microcontrolador. Esta simplificación está orientada a hacer accesible a

toda la creación y la programación de objetos o dispositivos interactivos. Estos objetos pueden contener todo tipo de captadores, indicadores luminosos o interruptores que queramos. Entre otros, las tarjetas Arduino están equipadas con conectores estandarizados para conectar módulos compatibles, llamados shields. Estos últimos son circuitos de un tamaño más o menos parecido al de Arduino y que se apilan sobre estos conectores. Ofrecen extensiones de hardware que permiten añadir funcionalidades originales a su proyecto. [11]

3.3.2 Programación

En informática, existen diferentes niveles para los lenguajes de programación. De hecho, un ordenador no entiende directamente el lenguaje humano y a la inversa, el ser humano no entiende el lenguaje empleado por la máquina. Para resolver este problema existen lenguajes, a medio camino, que pueden estar formados por las dos partes, estos lenguajes se utilizaron para traducir las órdenes dadas por el ser humano a la máquina, en una etapa llamada compilación. El nivel del lenguaje define de qué parte está más cercano. [12] Llamamos lenguaje de bajo nivel a un lenguaje cercano a la máquina y más difícil de comprender para el ser humano, por el contrario, un lenguaje de alto nivel es más cercano al ser humano y más difícil de comprender por la máquina. En su origen, los microcontroladores solo se programaban en lenguaje ensamblador, un lenguaje muy cercano a la máquina. Esta manera de programar tenía la ventaja de producir códigos muy optimizados pero limitando el acceso a esta programación por su dificultad de aprendizaje, después, aparecieron nuevos métodos y ahora es posible programar con lenguajes más accesibles como C o C++. [12]

3.3.2.1 Sistema de numeración binario

El sistema de numeración binario utiliza sólo dos dígitos, el cero (0) y el uno (1). En una cifra binaria, cada dígito tiene distinto valor dependiendo de la posición que ocupe. El valor de cada posición es el de una potencia de base 2, elevada a un exponente igual a la posición del dígito menos uno. Se puede observar que, tal y como ocurría con el sistema decimal, la base de la potencia coincide con la cantidad de dígitos utilizados (2) para representar los números.

3.3.2.2 Sistema de numeración hexadecimal

En el principio del desarrollo de las computadoras era evidente que a la gente le costaba mucho trabajar con números binarios. Por eso, se estableció un nuevo sistema de numeración, que utilizaba 16 símbolos diferentes. Es llamado el sistema de numeración hexadecimal. Este

sistema está compuesto de 10 dígitos a los que estamos acostumbrados (0, 1, 2, 3,... 9) y de seis letras del alfabeto A, B, C, D, E y F.

3.3.2.3 BIT

Un bit es un sólo dígito binario, similar a un sistema de numeración decimal en el que los dígitos de un número no tienen la misma ponderación, el “significado” de un bit depende de la posición que tiene en número binario, en los números binarios, sus dígitos se denominan el bit cero (el primer bit a la derecha), el primer bit (el segundo bit a la derecha), el sistema binario utiliza solamente dos dígitos (0 y 1), el valor de un bit puede ser 0 o 1.

3.3.2.4 BYTE

Un byte consiste en 8 bits colocados uno junto al otro. El bit del extremo izquierdo tiene la mayor ponderación, por eso es denominado el bit más significativo (MSB). El bit del extremo derecho tiene la menor ponderación, por eso es denominado el bit menos significativo (LSB).

3.3.1.7 Velocidad de transmisión de la información.

La velocidad de transmisión de datos (data rate) es el término utilizado para denotar el número de bits transmitidos por segundo, el protocolo normalmente requiere que cada byte se transmita junto con varios bits de control eso quiere decir que un byte en un flujo de datos serial puede consistir en 11 bits. La transmisión de datos e información análoga y digital en un microcontrolador se puede decir que es equivalente a proceso de intervalo continuo (toma valores como un video o datos captados mediante sensores como de temperatura) y discreto (textos) respectivamente este tipo de transmisión se efectúa por la comunicación de datos mediante la propagación y el procesamiento de señales, una señal analógica es una onda electromagnética que varía continuamente, y una señal digital es una secuencia de pulsos de normalmente requiere que se pueden transmitir a través de un medio conductor, la gran ventaja de transmisión que tiene una señal digital es mucha más económica que la analógica, es menos susceptible a las interferencias de ruido, pero también tiene desventajas como es la mayor afectación respecto a la atenuación que las señales analógicas. [13]

3.3.2.8 Comunicación en serie

La conexión paralela entre el microcontrolador y los periféricos a través de los puertos de entrada/salida es una solución perfecta para las distancias cortas - hasta varios metros. No obstante, en otros casos cuando es necesario establecer comunicación entre dos dispositivos a largas distancias no es posible utilizar la conexión paralela. [11]En vez de eso, se utiliza la

conexión en serie. Hoy en día, la mayoría de los microcontroladores llevan incorporados varios sistemas diferentes para la comunicación en serie, como un equipo estándar.

3.3.2.9 Puertos de Entrada/Salida (E/S)

Cada microcontrolador tiene uno o más registros (denominados puertos) conectados a los pines, en el microcontrolador. Se denominan como puertos de entrada/salida porque puede cambiar la función de cada pin como quiera. [14] Una de las características más importantes de los pines de entrada/salida (E/S) es la corriente máxima que pueden entregar/recibir. En la mayoría de los microcontroladores la corriente obtenida de un pin es suficiente para activar un LED u otro dispositivo de baja corriente (10-20mA). [11]

Podemos clasificar estos conectores por categorías, según su funcionalidad:

- Los conectores digitales: estos conectores proporcionan datos digitales en forma de señales lógicas. Solo pueden contener dos valores: un 0 lógico, correspondiente a la ausencia de tensión y un 1 lógico, correspondiente a una tensión de 5V. Alguno de estos conectores digitales tiene 024

una segunda funcionalidad. Es el caso principalmente de los conectores PWM (Pulsed Width Modulation o modulación ancho de pulso) o de algunos conectores de comunicación. En las tarjetas Arduino, los conectores digitales generalmente se llaman por un número está precediendo de la letra D. [13]

3.4 Sensores

El sensor es un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de una variable física medida que determina una acción externa. Los sensores entregan señales eléctricas a la salida, ya sean analógicas o digitales dependiendo del dominio físico requerido. [15]

3.4.1 Clasificación de sensores

3.4.1.2 Sensores Analógicos

Un sensor analógico es aquel que, como salida, emite una señal comprendida por un campo de valores instantáneos que varían en el tiempo, y son proporcionales a los efectos que se están midiendo; por ejemplo, un termómetro es un dispositivo analógico. La temperatura se mide en grados que pueden tener, en cualquier momento determinado, diferentes valores que son proporcionales a su indicador, o a su "salida" en caso de un dispositivo electrónico. [16]

3.4.1.3 Sensores Digitales

Un sensor digital en cambio es un dispositivo que puede adoptar únicamente dos valores de salida; 1 -0 encendido o apagado, sí, o no los estados de un sensor digital son absolutos y únicos, y se usan donde se desea verificar estados de "verdad" o "negación" en un sistema automatizado por ejemplo, una caja que es transportada llega al final de un recorrido, y activa un sensor digital; entonces, la señal 0 del sensor en reposo, cambia inmediatamente a 1, dando cuenta al sistema de tal condición. [16]

3.4.2 Sensor piezoeléctrico

Es un dispositivo considerado analógico que utiliza el efecto piezoeléctrico para medir presión, aceleración, tensión o fuerza; transformando las lecturas en señales eléctricas.

3.4.2.1 Efecto piezoeléctrico

El efecto piezoeléctrico (del griego antiguo "piezein": presionar) describe la propiedad de determinados sólidos para generar una carga eléctrica bajo tensión mecánica. [17] La fuerza de actuación modifica la estructura microscópica del cuerpo, se crean dipolos entre los que se acumula una tensión. También puede observarse el efecto inverso, en el que los materiales piezoeléctricos se deforman por la aplicación de un campo eléctrico.

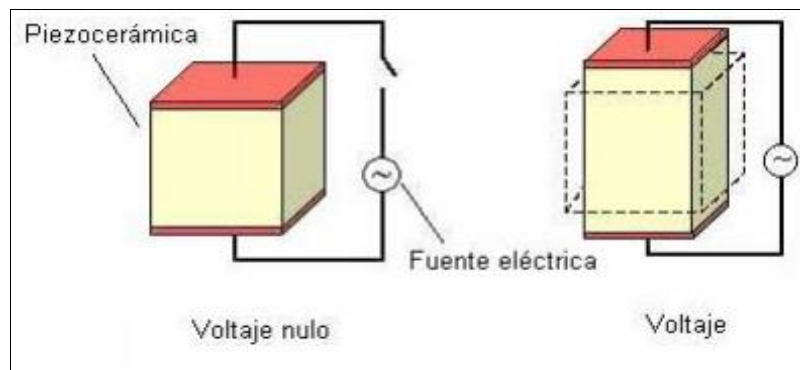


Figura 3.5. Efecto piezoeléctrico
Fuente: [17]

En el efecto piezoeléctrico directo, la compresión y la expansión de un material genera cargas eléctricas opuestas sobre las caras respectivas de la muestra. En el efecto piezoeléctrico inverso, la aplicación de un voltaje a un material piezoeléctrico produce una cierta deformación.

El cuarzo es un ejemplo de un cristal piezoeléctrico natural. Los cristales de cuarzo están hechos de átomos de silicio y oxígeno en un patrón repetitivo. En el cuarzo, los átomos de silicio tienen una carga positiva y los átomos de oxígeno tienen una carga negativa. Normalmente, cuando el cristal no está bajo ningún tipo de estrés externo, las cargas se dispersan uniformemente en las moléculas a través del cristal. Pero cuando el cuarzo se estira

o exprime, el orden de los átomos cambia ligeramente. [18] Este cambio causa que las cargas negativas se acumulen en un lado y las cargas positivas se acumulen en el lado opuesto. Cuando haces un circuito que conecta un extremo del cristal con el otro, puedes utilizar esta diferencia potencial para producir corriente. Entre más aprietas el cristal más fuerte será la corriente eléctrica. Por el contrario, enviar una corriente eléctrica a través del cristal cambia su forma.

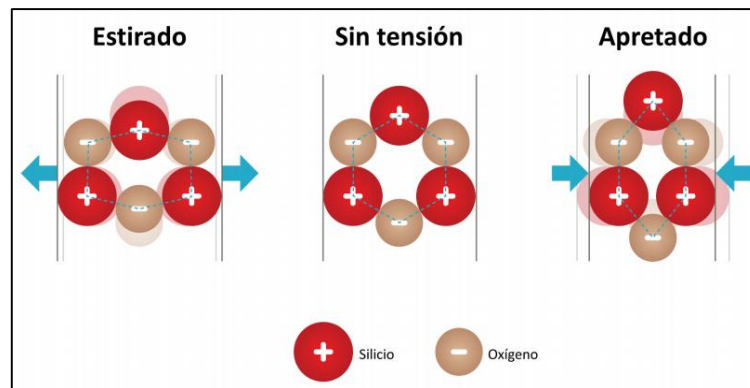


Figura 3.6. Átomos reaccionan al efecto piezoeléctrico
Fuente: [17]

3.4.3 Sensores infrarrojos

3.4.3.1 Sensores de luz infrarroja

Los sensores de luz infrarroja son dispositivos digitales que producen en el circuito una circulación de corriente proporcional cuando es excitado por la luz. Se utilizan en sensores de presencia, auxiliares de contadores en líneas de producción, cronómetros, etc. [19]

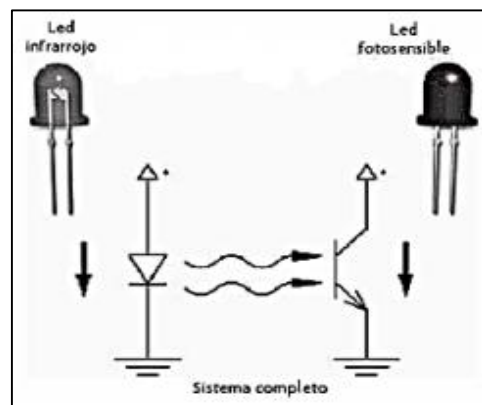


Figura 3.7. Arquitectura del esquema básico para sensores de presencia o distancia.
Fuente: [19]

La figura detalla la arquitectura de un esquema básico para sensores de presencia o distancia y está constituido por un LED infrarrojo (IRLED) es el diodo emisor de luz infrarroja y un LED fotosensible que detecta la presencia o ausencia del haz de luz que emite el IRLED, el tipo de luz se encuentra fuera del espectro visible para el ojo humano. [19]

Existen diversas configuraciones del IRLLED que permiten medir la presencia de un objeto como indica la Figura

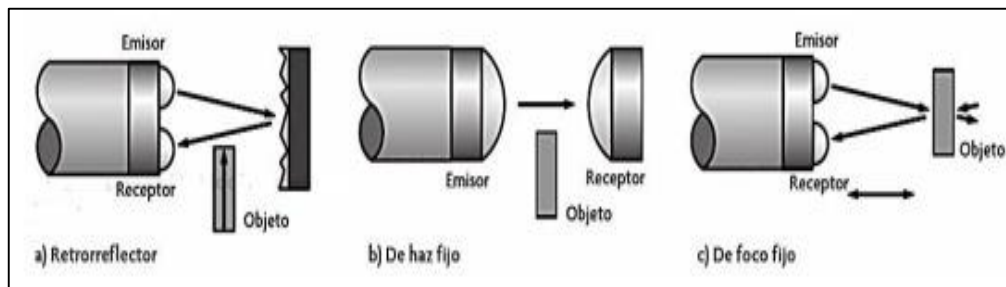


Figura 3.8. Configuraciones para el par emisor – receptor

Fuente: [19]

- La Figura 3.8 muestra la configuración de un Retroreflector, caracterizado por un objeto que refleja el haz de la fuente de luz produciendo un cambio de intensidad en la señal que genera el receptor, de esta forma se detecta la presencia de un objeto. Esta configuración se caracteriza por tener un objeto auxiliar donde se refleja la fuente de luz.
- La Figura 3.8 muestra la configuración de Haz Fijo, en general utilizada en encoders y detectores de presencia.
- La Figura 3.8 muestra la configuración de Foco Fijo, en la que la intensidad de la señal registrada en el receptor depende de la proximidad del objeto al emisor, esta configuración se utiliza para medidores de distancia.

Los sensores de luz infrarroja utilizan elementos fotosensibles para detectar la presencia o ausencia del haz de luz y pueden ser: [20]

Fototransistores: Los fototransistores son los transductores entre la luz y una señal eléctrica que indica la presencia o ausencia del haz de luz. En configuraciones más especializadas, la señal eléctrica emitida por dicho sensor indica la distancia entre el emisor de luz y cierto objeto, así como cambios en la superficie reflectante. Un fototransistor convierte la energía contenida en un fotón en portadores de carga, de tal manera que por cada fotón percibido se genera un par electrón-hueco, agregando a este efecto una ganancia en corriente. La Figura 2.7 detalla el esquema eléctrico de los fototransistores tienen dos terminales, el emisor y el colector, pero en estos debido a que la base ha sido sustituida por un elemento fotosensible se presenta el efecto fotoeléctrico. La irradiación que perciba el elemento fotosensible determinará la intensidad de corriente entre el colector y el emisor del fototransistor. [20]

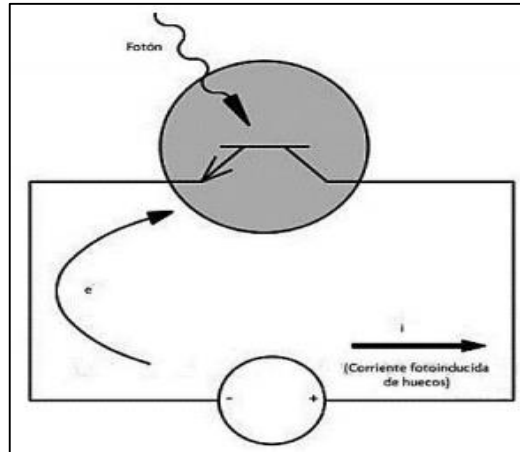


Figura 3.9. Circuito equivalente de un fototransistor
Fuente: [20]

Fotodiodos: Los fotodiodos son dispositivos ópticos semiconductores cuya principal característica es generar pares electrón-hueco a partir de la energía presente en un fotón percibido. El principio de funcionamiento de un fotodiodo es la una unión pn: [20]

- Si la unión está polarizada en directa una corriente circulará a través del diodo; cuando el diodo se expone a la luz entonces su corriente tendrá un incremento despreciable con respecto a la corriente que circula por la unión debido a la fuente de voltaje y se comportará como un diodo común.

- Si el diodo es polarizado en inversa, la corriente de oscuridad del diodo será muy pequeña, la corriente se incrementa de manera notable; esto se debe a que los electrones generados por el efecto fotoeléctrico estarán fluyendo en dirección a la terminal positiva de la fuente de voltaje, con lo que se genera un flujo de corriente de huecos en dirección a la terminal negativa de la fuente de voltaje [20] como se muestra en la

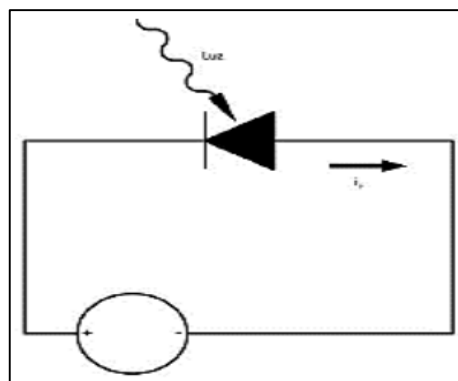


Figura 3.10. Circuito equivalente de un fotodiodo
Fuente: [20]

3.4.3.2 Módulo sensor de Infrarrojos IR FC-51

Los sensores de proximidad por **infrarrojos IR** para evitar obstáculos están compuestos por un transmisor que emite energía de **infrarrojos IR** y un receptor que detecta la energía **IR** reflejada por la presencia de cualquier obstáculo en la parte frontal del módulo. El módulo tiene el **potenciómetro** que permite al usuario ajustar el rango de detección. El sensor tiene una respuesta muy buena y estable incluso con luz ambiente o en completa oscuridad. [21]

Permite obtener la lectura como un valor digital cuando se supera un cierto umbral y se regula a través de un potenciómetro ubicado en la placa con respuesta estable incluso con luz ambiente o en completa oscuridad. La cantidad de luz infrarroja recibida depende del color, material, forma y posición del obstáculo, por lo que no dispone de una precisión suficiente para proporcionar una estimación de la distancia al obstáculo, pero se lo utiliza para la detección de obstáculos en varias direcciones dentro de un perímetro. [22]

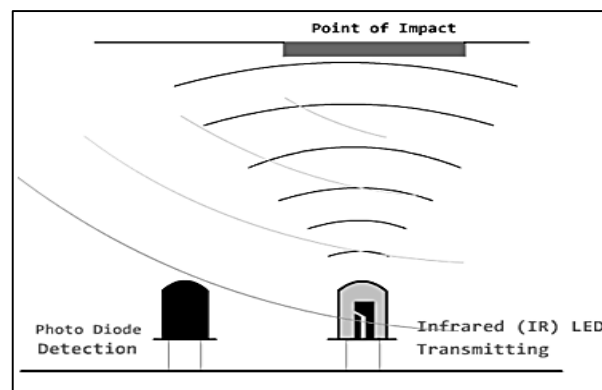


Figura 3.11. Funcionamiento de sensor infrarrojo
Fuente: [22]

El propósito básico de un sensor de proximidad es percibir lo que sucede con objeto sin estar en contacto con él. Un sensor de proximidad crea un campo alrededor de él mediante la emisión de radiaciones electromagnéticas. El haz de radiaciones electromagnéticas rastrea cualquier objeto u obstáculo en su camino. El término objetivo se utiliza para el objeto que un sensor de proximidad intuye en su camino. El sensor busca cualquier alteración realizada en su campo. El objetivo general sustituye a un determinado haz del campo o los obstáculos de su proyección. Diferentes campos o sensores se utilizan para detectar diferentes objetivos. [23]

La falta de contacto físico con el objetivo por lo general hace un incremento en la vida de un sensor de proximidad. La ausencia de piezas mecánicas lo hace más confiable y le otorga una larga vida. Rango nominal es el rango máximo del campo en el que un sensor puede detectar la presencia de cualquier objeto. [23] Es la mayor distancia a través de la cual detecta el objetivo.

La mayoría de estos sensores tienen un rango nominal ajustable. Su nivel se puede ajustar de acuerdo a la presencia de objeto. Este sensor tiene un transmisor y un receptor. El transmisor emite rayos infrarrojos que, cuando rebotan después de tocar algún objeto, son captados por el receptor. Sobre la base del tiempo empleado por los rayos de volver al sensor, se puede determinar qué tan lejos o cerca está el objeto del sensor [24]. Estos sensores se utilizan principalmente en aplicaciones donde se requiere la detección de corto alcance.

3.7.1 Tipos de sensor de proximidad

3.7.1.1 Sensor de proximidad capacitivo

Los sensores capacitivos se pueden utilizar para detectar objetos de metal, así como casi todos los otros materiales. Detectan niveles de líquidos, mezclas químicas y el nivel del líquido, etc. de cualquier objeto dentro del rango. Se utilizan generalmente para fines industriales. Estos sensores son capaces de detectar materiales dieléctricos como el plástico, de vidrio o de fluidos. Les permite averiguar el nivel de diferentes materiales en sus composiciones.

Gran parte de un sensor capacitivo se compone de dos electrodos metálicos que funcionan como un capacitor. Estos electrodos se colocan en el bucle de realimentación de un oscilador de alta frecuencia. Cuando no hay ningún objeto, el rango de capacidad del sensor disminuye y la amplitud de oscilación se vuelve baja. Un objetivo que está en la cara de un sensor añade capacitancia que aumenta posteriormente la amplitud de la oscilación. Se calcula por un circuito de evaluación que obtiene a su vez en la salida.

Por lo general, los sensores capacitivos son más sensibles lo que les permite un buen rendimiento en aplicaciones complejas. Ellos se utilizan para detectar objetos muy pequeños.

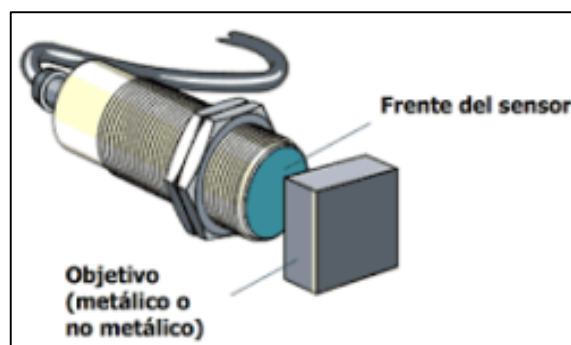


Figura 3.12. Sensor capacitivo

Fuente: [24]

3.7.1.2. Sensor de proximidad inductivo

Los sensores inductivos describen la naturaleza de los metales y los sentidos si son o no ferrosos. Tienen amplia gama de uso como el descubrimiento de las partes que faltan, llegar a

percibir la ubicación o para contar el número de objetos. Son un mejor reemplazo de interruptores que los hace más factible. Ellos tienen velocidades relativamente más altas y son más fiables.

Un campo electromagnético de alta frecuencia se extiende alrededor de un sensor inductivo. Cuando hay algo presente dentro de la gama, la corriente es inducida en el sensor. Esto produce alteraciones en el oscilador del sensor y se pierde algo de energía. Los sensores inductivos generan un campo electromagnético de alta frecuencia. Se construyen típicamente utilizando una bobina y un núcleo de ferrita. Cuando un objeto pasa a través del campo magnético del sensor, la corriente inducida en la superficie del objetivo cambia las características del oscilador que genera el campo, haciendo que se pierda energía [25]. El sensor identifica la pérdida de energía; esto convierte la salida de encendido o apagado. Los sensores inductivos se utilizan en el campo de la aviación y la automatización. Detecta los objetos metálicos en la maquinaria. Se utilizan cuando se requiere un sensor con la naturaleza no magnético.

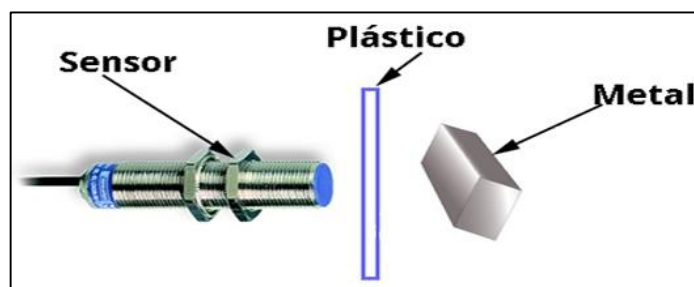


Figura 3.13. Sensor inductivo
Fuente: [25]

3.7.1.3. Fotoeléctricos de sensor de proximidad

Estos sensores están hechos de partes sensibles a la luz. Esto los hace útiles en la detección de los emisores de luz o cualquier tipo de fuente de luz [26]. Hay varios tipos de estos sensores. Principalmente utilizan el fenómeno de la reflexión de la luz en la que el emisor y receptor juntos detectan el reflejo de la luz que incide sobre el objeto. En algunos otros casos, detectar cualquier alteración percibida en el haz de luz.

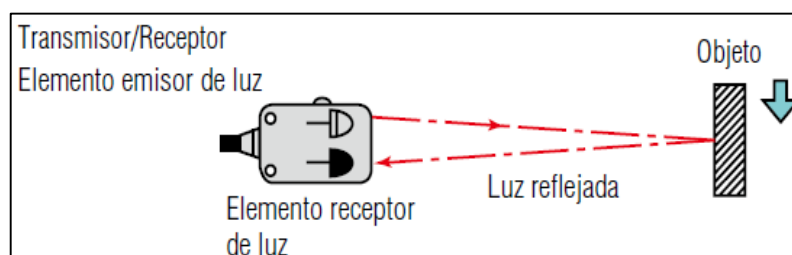


Figura 3.14. Sensor fotoeléctrico
Fuente: [26]

3.8 Diseño de Software

Para la implementación del prototipo la selección de materiales es importante de acuerdo a las necesidades que se presentan a quienes va dirigido este proyecto de enseñanza, las características técnicas de los elementos considerados a utilizar ayudaran en la búsqueda y selección del elemento correcto para obtener un resultado satisfactorio.

Este dispositivo didáctico consta de tres etapas que son: etapa de manipulación de sensores, etapa de control y etapa de reproducción de audio, cada una de estas etapas tienen una estructura ya constituida. Las cuales se irán detallando en el capítulo cuatro.

La parte que hará posible el funcionamiento de este dispositivo es el software que maneja en el área de control para lo cual se considera:

En la etapa de procesamiento y control de un sistema electrónico intervienen:

Hardware libre

Hardware libre es un conjunto de especificaciones para el diseño de dispositivos electrónicos que es de público conocimiento es decir permite la libertad de uso, estudio, modificación, distribución y redistribución de las versiones modificadas del diseño de dispositivos. Se puede clasificar el hardware libre de acuerdo a la naturaleza del diseño de dispositivos en [27]:

- Hardware reconfigurable. - Cuya estructura puede configurarse mediante software (lógica programable)
- Hardware estático. - Ideado para funcionar en un solo sentido o para una sola función [27].

Hardware reconfigurable

Son considerados hardware reconfigurable:

Arduino es una placa de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable Atmel AVR que soporta la entrada y salida de señales tanto analógicas como digitales que son transformados en instrucciones para construir sistemas que perciben la realidad y responden con acciones físicas a través de un entorno de desarrollo integrado IDE. [27]

El Arduino es una “placa hardware” de circuito impreso (PCB) fabricadas de un material no conductor sobre las cuales aparecen pistas de material conductor para conectar electrónicamente diferentes componentes soldados en ella. [28]

El presente proyecto integra en su sistema electrónico una tarjeta electrónica ARDUINO MEGA, el cual mediante una configuración en su entorno de desarrollo se puede enviar órdenes para alcanzar un objetivo requerido.

3.8.3 Lenguajes y Entornos de programación

Una de las primeras elecciones es el lenguaje de programación. En el caso de Arduino, nos centraremos en el lenguaje c/c++, dado que la propia página del proyecto nos facilita un IDE básico y muy funcional, el cual podremos descargarlo en el siguiente enlace para los sistemas operativos principales existentes hoy en día (Windows, Mac OS y Linux). [29]

3.8.3.1 IDE de Arduino

Es un ide liviano y que nos proporciona las herramientas básicas que necesitaremos para subir, depurar y comunicarnos con nuestra placa.



Figura 3.15. IDE de Arduino

Fuente: [29]

Describiendo los menús más importantes, dentro del menú archivo, encontramos las siguientes opciones:

- **Nuevo y Abrir**, respectivamente nos permite crear y abrir un sketch.
- **Proyecto**, nos permite abrir un conjunto de sketch que conformar un proyecto determinado, algo similar a un proyecto de Visual Studio.
- **Ejemplos**, Son sketch que proporcionan ejemplos sobre el uso de la placa de Arduino. Hay ejemplos básicos que van desde hacer parpadear un led hasta hacer un servidor web básico con Arduino y el Shield Ethernet. [29]

Del menú editar, nos da las opciones básicas de edición (copiar, cortar y pegar), además de copiar el texto como html (necesario para publicar nuestro código).

El menú programa, nos da la opciones de **verificar y compilar el programa, incluir librerías** y mostrar la carpeta del programa (esta opción es útil para poder buscar los sketch sin tener que navegar hasta encontrar la carpeta de los ficheros localizada en la carpeta del usuario, dentro de una carpeta llamada ARDUINO. (En esta carpeta copiaremos todas las librerías, dado que es la ruta por defecto por la que el entorno de desarrollo, busca los ficheros). [29]

Las herramientas que nos proporciona el IDE si son de interés, y son las siguientes:

- **Auto formato**, formatea nuestro código de tal forma que sea legible. Para proyectos pequeños, es fácil que el programador, le dé formato al código de forma sencilla, pero cuando lleva muchas líneas de código, esta opción es muy útil.
- **Archivo de programa**, comprime toda la carpeta del proyecto para guardarla en un fichero ZIP.
- **Reparar codificación y Recargar**, esta opción es útil para reparar ficheros con diferentes codificaciones. A todos nos ha pasado, que nos han enviado un fichero UTF8 y lo hemos guardado con una codificación diferente y todos los caracteres raros, en fin, se vuelven raros. Esto nos permite reparar los ficheros.
- **Monitor serie**, es un simple monitor serie, que nos permite comunicarnos con la placa. Nos permite tanto enviar como recibir datos del Arduino, enviados a través del objeto Serial.
- **Placa y Puerto**, nos permite seleccionar con que placa estamos trabajando (modelo) y en que puerto está conectado.
- **Programador**, en caso de disponer de un programador de PIC's, podemos seleccionar un determinado para programar nuestro chip. En la mayoría de casos con Arduino, no lo usaremos.
- **Quemar bootloader**, nos permite volver a cargar el bootloader (programa encargado de iniciar el chip y periféricos, así como iniciar nuestro programa). No lo usaremos, a no ser que compremos un chip en blanco.

Por último, describiendo los botones que nos aparecen, de izquierda a derecha tenemos, **verificar, subir programa, nuevo sketch, cargar sketch y cerrar sketch**.

3.8.3.2 Elementos de un programa

El primer sketch que cargamos al abrir el programa, vemos que tiene la siguiente estructura:

```
1 void setup() {  
2   // put your setup code here, to run once:  
3  
4 }  
5  
6 void loop() {  
7   // put your main code here, to run repeatedly:  
8  
9 }
```

Figura 3.16. Funciones principales en la programación

Fuente: [29]

- **Setup**, esta función solo se ejecuta una vez al inicio del programa, y es aquí donde deberemos hacer las tareas de inicialización de variables, abrir canales de comunicación (puerto serie, ethernet, etc...). Es decir, es donde deberemos cargar toda la configuración y estado inicial de nuestro proyecto.
- **Loop**, como hemos descrito, el funcionamiento de Arduino, es ejecutar un bucle hasta el infinito. ¿Y que ejecuta?, pues bien, ejecuta lo que este en esta función. Es decir, es el cuerpo principal del programa, pero esto se ejecutará infinitamente.

La estructura básica de un programa en Arduino, son estas dos funciones, todo lo demás, son funciones, librerías, etc... que se podrá añadir en el transcurso de realizar el proyecto. [29].

3.9 Elementos externos del dispositivo

3.9.1 Regulador de Voltaje

Fuentes de voltaje de muy baja impedancia son totalmente indispensables en la electrónica moderna sobre todo para alimentar integrados críticos y para configurar tierras apropiadas.

Sea que se construya o se compre un regulador de voltaje debe tener ciertas básicas.

Son circuitos de tres terminales que tiene la función de mantener un voltaje constante de salida. [30]

- Salida de corriente hasta de 1.5 A.
- Salidas de voltajes de 5, 6, 8, 8,5, 9, 12, 15, 18, 24 VDC.
- Protección de sobrecarga térmica.
- Protección contra cortocircuitos.

Pines de conexión

El regulador de voltaje tiene tres pines de conexión. La forma correcta de identificar estos pines es colocando el regulador de manera que podamos leer su número de parte en la parte de color negro. Una vez en tengamos el regulador en esta posición, el pin 1 se encuentra en el extremo izquierdo, el pin 2 es el del medio y el pin 3 es el del extremo derecho. [30]

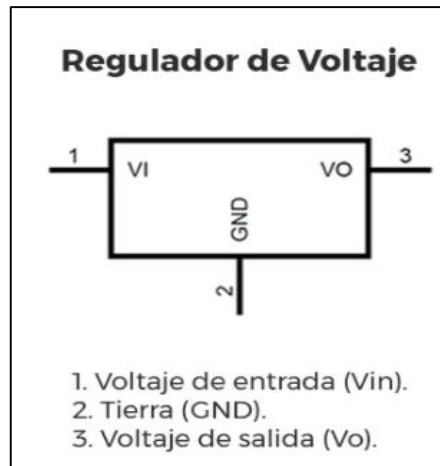


Figura 3.17. Pines del regulador de voltaje
Fuente: [30]

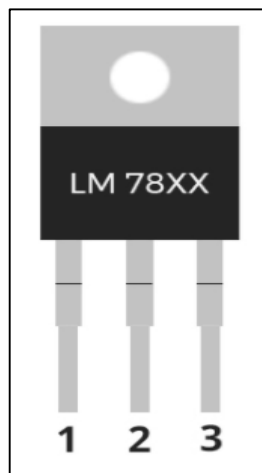


Figura 3.18. Orden de los números de pines
Fuente: [30]

3.9.2 Reproductor de audio

3.9.2.1 Módulo reproductor de audio

Esta pequeña placa es un pequeño reproductor de audio MP3 con amplificador integrado y que puede funcionar por sí sólo simplemente conectando unos pulsadores que permiten la reproducción de archivos directamente cargados en una tarjeta de memoria Micro SD. Tiene

dos modos de funcionamiento. El primero, conectar pulsadores (play, stop etc) y otro mediante una comunicación serial que puede ser conectada a cualquier microcontrolador con pines TX/RX, como por ejemplo los de la familia Arduino. Al disponer de un amplificador de audio integrado, se puede conectar directamente un altavoz de 4 o 8 Ohm. [31]

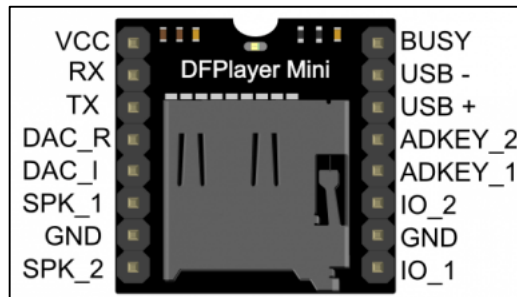


Figura 3.19. Conexión del módulo reproductor de audio
Fuente: [31]

3.9.2.2 Tarjeta micro SD

SD significa Seguridad Digital (Secure Digital en inglés), esta memoria está basada en la tecnología Flash – NAND, la cual se basa en celdas de memoria NAND de tipo no volátil, que permiten conservar la información guardada sin necesidad de alimentación eléctrica hasta por 10 años y dependiendo del tipo de chip instalado, soportan como mínimo 10,000 ciclos de escritura y borrado de datos.

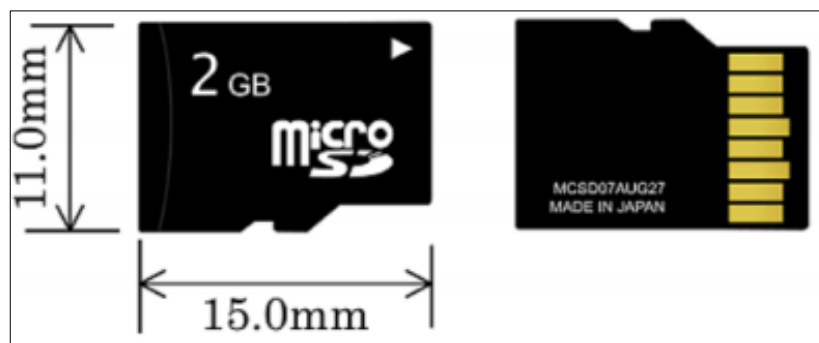


Figura 3.20. Memoria micro SD
Fuente: [31]

3.9.2.3 Parlantes

La transducción sigue un doble procedimiento: eléctrico-mecánico-acústico. En la primera etapa convierte las ondas eléctricas en energía mecánica, y en la segunda convierte la energía mecánica en ondas de frecuencia acústica. Es por lo mismo tanto la puerta por donde sale el sonido al exterior desde los aparatos que posibilitaron su amplificación, su transmisión por medios telefónicos o radioeléctricos, o su tratamiento.

El sonido se transmite mediante ondas sonoras, en este caso, a través del aire. El oído capta estas ondas y las transforma en impulsos nerviosos que llegan al cerebro y se transforman en

señales que se identifican con cosas como música, sonidos y onomatopeyas. Si se dispone de una grabación de voz, de música en soporte magnético o digital, o si se recibe estas señales por radio, se dispondrá a la salida del aparato de señales eléctricas que deben ser convertidas en sonidos; para ello se utiliza el altavoz. [31]



Figura 3.21. Parlante o altavoz

Fuente: [31]

4 METODOLOGÍA

El presente capítulo tiene como objetivo describir los principales componentes de hardware a usar en el prototipo y su funcionamiento a nivel colectivo, además de plantear la metodología para el correcto funcionamiento del sistema.

El dispositivo tiene como función asociar un maniquí humano con sus órganos internos y un mensaje audible con la descripción de la parte u órganos mediante el uso de sensores y otros

Dispositivos electrónicos que trabajan de forma conjunta.

4.1 Matriz de relación de variables

Tabla 4.1. Matriz de variables

Tipos de variables	Variables de entradas	Variables de salidas	Ítem	Indicador	Instrumento
Digitales	Selector on-off	Voltaje	0 – 12 V	Diferencia de potencial	Voltímetro
	Selector de idioma	Voltaje	0 – 5 V	Diferencia de potencial	Voltímetro
	Pulsador de reset	Voltaje	0 – 5 V	Diferencia de potencial	Voltímetro
	Infrarrojo	Distancia	2 cm	Aproximación de contacto	Metro
		Voltaje	0 – 5 V	Diferencial de potencial	Voltímetro
Analógicas	Piezoeléctrico	Voltaje	0 – 5 V	Diferencia de potencial	Voltímetro

Fuente: [Autores]

4.2 Métodos y técnicas de la investigación

4.2.1 Método cuantitativo

Este método permitió analizar y conocer los parámetros necesarios en los que debe trabajar el prototipo didáctico con son los sensores infrarrojo y piezoeléctrico, y el reproductor de audio mp3.

4.2.2 Método científico

En el método científico se buscó en diferentes fuentes la información necesaria para el estudio del funcionamiento del prototipo.

Este, método nos ayudó a enunciar de manera específica cada una de las variables mencionadas y lo electrónico, que se necesita para un correcto dimensionamiento de cada una de las partes que comprenden el prototipo.

4.2.3 Técnica experimental

La técnica experimental contribuyó con la toma de datos para de esta manera poder llevar un registro riguroso, ayudando en el análisis de cada una de las variables que influyen en el proceso de la calibración de los sensores analógicos como digitales.

4.2.4 Técnica de observación

Esta técnica permitió evidenciar y a su vez conocer las diferentes alternativas y modelos que compartan características especiales con el diseño del maniquí.

4.2.5 Técnica de medición

Esta técnica permitió tomar medidas reales de las magnitudes físicas que intervienen en el funcionamiento del prototipo, para de esta manera poder realizar un análisis del comportamiento de cada una de las variables y comprobar que dicho prototipo esté funcionando correctamente. A continuación, en la tabla 4.2 se muestra detallado la técnica de medición.

Tabla 4.2. Magnitudes a medir

Instrumento	Unidad de medida	Función
Voltímetro	V	Para medir el voltaje a la que funcionan los sensores.
Amperímetro	A	Para medir la corriente eléctrica que consume el prototipo al estar funcionando con el reproductor mp3.

Fuente: [Autores]

4.3 Diseño conceptual

El diseño conceptual está basado en las funciones primarias de los elementos los parámetros para el dimensionamiento y el alcance están de acuerdo con la disponibilidad de los materiales en el mercado y las aplicaciones típicas de los microcontroladores.

4.3.1 Diagrama de funcionamiento básico

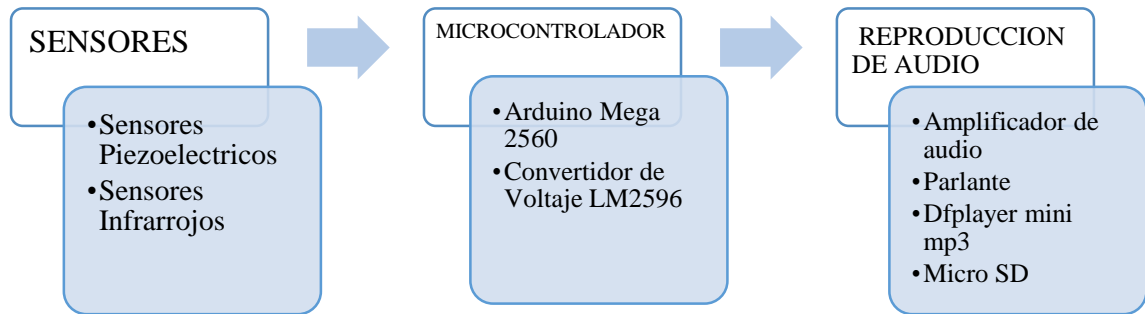


Figura 4.1. Diagrama de funcionamiento básico

Fuente: [Autores]

El dispositivo se divide en tres etapas, para un correcto funcionamiento se determinará la mejor opción en hardware y software para la configuración. Las etapas que se analizan son: manipulación de sensores, microcontrolador, grabador y reproductor de audio, las variables de cada etapa del dispositivo son consideradas por las características técnicas, de funcionamiento y dimensiones que se requieren.

Para la primera etapa se ha optado por dos tipos de sensores para la construcción bajo el análisis de la estructura del dispositivo que son sensores infrarrojos que estarán situados en la parte interna del maniquí humano y los sensores piezoeléctricos se colocarán en los órganos que se pueden extraer, los sensores fueron elegidos por su programación no compleja y su fácil operación. La segunda etapa se considera como la parte central del dispositivo ya que es aquí donde se ejecutan los comandos programados en el microcontrolador seleccionado también bajo características técnicas de uso las cuales son su amplia memoria de almacenamiento y el número de pines teniendo en cuenta no adquirir un sobredimensionamiento. Y finalmente la tercera etapa grabador y reproductor de audio es la parte que complementa el circuito aquí se contará adicionalmente con una tarjeta SD de almacenamiento donde se archivarán los audios que serán reproducidos una vez se operen los sensores.

4.4 Selección de Elementos

A continuación, se detallan los elementos utilizados en el prototipo conjuntamente con una comparación de las principales características técnicas de diferentes tipos y marcas que existen en el mercado electrónico, para finalmente establecer que dispositivos son los que se acoplan a las características y funcionamiento del prototipo.

4.4.1 Microcontroladores

Para poder elegir la tarjeta electrónica adecuada y con las características técnicas correctas se realizó una selección por tablas de comparación y una descripción de las características de los elementos que se acoplen a las necesidades del proyecto propuesto.

La selección de la tarjeta electrónica es el elemento más importante para comenzar con este proyecto ya que es de donde se emiten órdenes, y comandos verificando que estos sean ejecutados correctamente de acuerdo al diseño de software ya establecido.

Tabla 4.3. Cuadro de comparación de microcontroladores

CARACTERÍSTICAS	ARDUINO MEGA 2560	ARDUINO UNO R3	ARDUINO NANO ATMega328
SRAM	4KB	2KB	1 KB -2 KB
EEPROM	8KB	1KB	512 BYTES – 1KB
Pines de entrada analógica	16	6	8
Pines de entrada digital	54	8	14
Memoria Flash	256 KB – 8KB usados Bootloader	32 KB – 0.5 KB usados bootloader	16 KB – 32 KB
Velocidad de reloj	16Hz	16Hz	16 MHz
Voltaje operativo	5V	5V	7 – 12 V
Pines de entrada y salida	54 pines de los cuales 15 son PWM	14 pines de los cuales 6 son PWM	22 pines teniendo 6 con salida PWM

Fuente: [30], [31].

Después de ser analizadas las características expuestas en la tabla 4.3, se puede observar la diferencia entre las características técnicas, número de pines, almacenamiento de memoria, memoria flash, etc.

El microcontrolador seleccionado es ARDUINO MEGA 2560, que cumple con los requerimientos necesarios para la implementación del proyecto, cuenta con un número de pines analógicos de 16 y 54 sensores digitales para realizar las conexiones de los elementos extras, el sistema de conexión consta de un total de 12 sensores analógicos y 11 sensores digitales lo cual cubre las necesidades requeridas, cuenta con una amplia memoria de almacenamiento de 256 KB lo cual nos permitió la interacción con los elementos que fueron conectados en él, su tiempo de lectura y respuesta a los datos ingresados es eficiente y su voltaje de trabajo es de 5V el cual es un voltaje nominal con el que se trabaja en la mayoría de proyectos, su entorno de software es amigable, su disponibilidad en el mercado y costos son accesibles.

Los resultados obtenidos a partir de los materiales es la memoria de Arduino mega 2560 ya que cuenta con una capacidad de 4k en almacenamiento, con una velocidad de 16hz un voltaje de 5 voltios y cuenta 54 pines de entradas y salidas de las cuales 15 son del pwm.

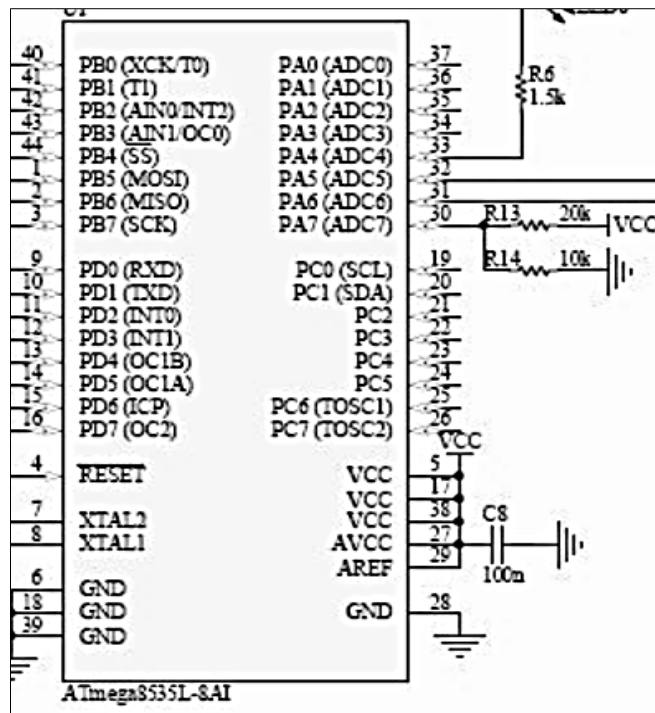


Figura 4.2. Datasheet de Arduino MEGA 2560
Fuente: [42]

El microcontrolador ARDUINO NANO no fue seleccionado ya que sus pines de entrada analógica son 8 y no cubren la necesidad requerida según el número de sensores analógicos que se requieren conectar, los pines de entrada digital con los que cuenta esta tarjeta electrónica son 14 pines así que no cubre la necesidad que se requiere, su memoria flash tiene una capacidad de 32 KB, por lo que permite una interacción limitada en la programación.

La tarjeta electrónica ARDUINO UNO, no fue elegido por su limitado número de entradas analógicas que son 6 y entradas digitales que son 8 por lo que no cubre el requerimiento de conexión de los demás elementos que forman parte del diseño del dispositivo, su baja capacidad en la memoria de almacenamiento de 32 KB no permitió la interacción con el software de programación.

4.4.2 Sensores

En la etapa de selección de sensores, se considera dos tipos; el de tipo piezoeléctrico y el infrarrojo los cuales serán colocados en la parte interna y externa del maniquí de acuerdo a características de diseño y se conectaran al microcontrolador enviando señales analógicas y digitales respectivamente para su activación.

4.4.2.1 Sensor Infrarrojo

Las características presentadas en la siguiente tabla nos dan una clara apreciación en la comparación de sus características en cuanto a sensores de proximidad.

Tabla 4.4. Cuadro de comparación de sensores de proximidad

CARACTERÍSTICAS	SENSOR INFRARROJO DE OBSTÁCULOS IR	SENSOR DE DISTANCIA HC - SR04
Ángulo de cobertura	35°	15°
Voltaje de funcionamiento	3,0 V – 6,0 V	5 V
Rango de detección	2 cm – 30 cm (ajustable con potenciómetro)	2 cm – 400 cm
Señal de disparo	10 us	10 us
Voltaje operativo	5 V	5 V

Fuente: [32], [33]

La principal característica en la selección de este sensor es el ángulo de cobertura ya que debe ser un ángulo amplio para la señal de detección que se requiere que el dispositivo omita y una segunda característica importante es el tamaño del elemento pues los sensores serán colocados en el interior y exterior maniquí, como se observa el SENSOR INFRARROJO DE OBSTÁCULOS IR cuenta con un ángulo de detección de 35° el cual se consideró suficiente y fue aplicado en la construcción del dispositivo, sus dimensiones aportan en la estética del dispositivo ya que serán colocados en el interior, y finalmente su rango de detección es de 2 cm

a 30 cm ya que los niños al momento de manipular el dispositivo se requiere que la lectura del sensor sea inmediata, y este es ajustable con un potenciómetro según las necesidades requeridas.

Mientras que el sensor de distancia HC-SR04 cuenta con dos características en contra de los requerimientos que son su ángulo de detección de 15° el cual es muy bajo y sus dimensiones que son demasiado grandes para poder acoplar el elemento en el maniquí por lo cual no fue seleccionado para la implementación del dispositivo. Finalmente su rango de detección va desde los 2 cm hasta 400 cm, lo cual le da una ventaja considerable, sin embargo su ángulo de detección no lo hacen ideal para la implementación del dispositivo.

Según los resultados los sensores infrarrojos ya que cuenta con 35° grados de ángulo de cobertura, un voltaje de funcionamiento de 3 a 6 voltios, con un voltaje de operación de 5 voltios, con un rango de detección de 2 a 30 cm que es ajustable con un potenciómetro y cuenta con una señal de disparo de 10 microsegundos.

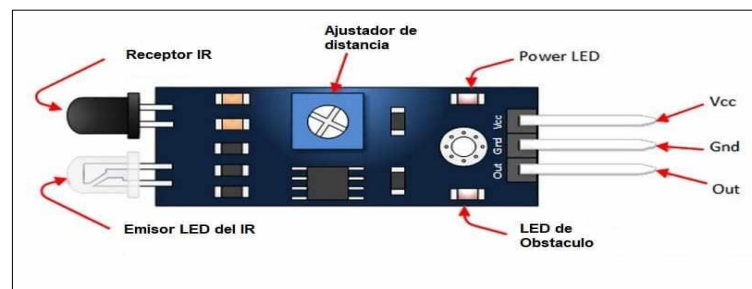


Figura 5.2. Datasheet del sensor infrarrojo
Fuente: [43]

Características

- Circuito detención basado LM393 Comparador es muy estable y precisa
- A bordo del potenciómetro establece rango de detección de obstáculos
- A bordo Indicador LED de alimentación
- A bordo indicador LED Detección Obstacle
- 3.0MM de orificio de montaje para facilitar el montaje del sensor.
- Conector macho para una conexión fácil
- Buena Precisión: Mediante el uso de infrarrojos LED del módulo transmisor se desempeña bien en la luz ambiental [43]

4.4.2.2 Sensor Piezoeléctrico

El sensor piezoeléctrico tiene áreas muy experimentales para las cuales existen varios tipos de sensores en este caso expondremos un sensor piezoeléctrico básico en su estructura y el más común utilizado en proyectos.

Tabla 4.5. Características técnicas del sensor piezoeléctrico

CARACTERÍSTICAS	SENSOR PIEZOELÉCTRICO SKU MCI00969	SENSOR PIEZOELÉCTRICO DE TIPO INDUSTRIAL
Dimensiones	30 mm x 23 mm	3 mm x 5 mm
Interfaz	Salida analógica	Salida analógica
Rango de temperatura de funcionamiento	-10 ≈ +70	300°
Cable integrado	200 mm	0,5 o 1 m
Voltaje operativo	3,3 V – 5 V	5 V – 24 V

Fuente: [34], [35]

Las características de los sensores piezoeléctricos expuestos en la tabla 4.5, muestra la diferencia de las características principales. El sensor SKU MCI00969 tiene una interfaz de salida analógica, tiene también varias características que lo hacen ideal para la implementación de este dispositivo entre las cuales están; las dimensiones que tiene este sensor que son 30 mm x 23 mm, y su funcionamiento que consiste en una manipulación directa del usuario con el sensor aportan a que el dispositivo sea interactivo.

El sensor piezoeléctrico de tipo industrial no lo hacen ideal para la implementación de este dispositivo ya que sus dimensiones que son 3 mm x 5 mm son demasiado pequeñas, su temperatura de trabajo es a 300°, aunque su operación es igual a la de un sensor piezoeléctrico de tipo SKU MCI00969 su enfoque de funcionamiento es industrial.

Los sensores de piezoeléctricos son sensibles cuando palpe y mande la señal analógica al Arduino y se pueda reproducir la pista requerida en las partes colocada en el maniquí.

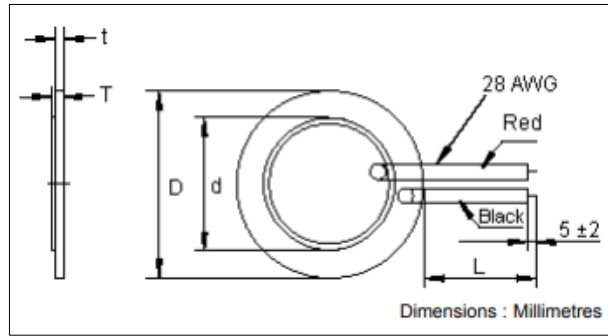


Figura 5.3. Estructura de un sensor piezoeléctrico
Fuente: [44]

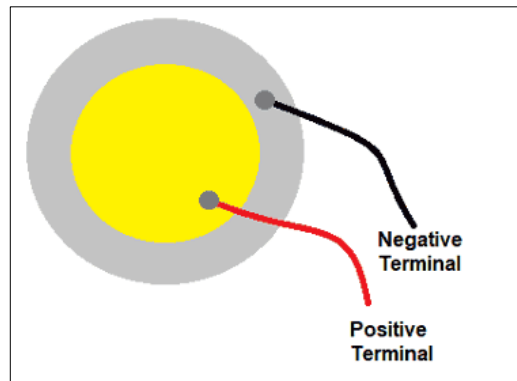


Figura 5.4. Sensor piezoeléctrico
Fuente: [44]

4.4.3 Reproductor de audio

El sistema de audio del prototipo está compuesto por varios elementos que son: DFPlayer Mini MP3, tarjeta SD, amplificador y dos parlantes.

Tabla 4.6. Cuadro de comparación del reproductor de audio

CARACTERÍSTICAS	WTV020SD-16S	DFPlayer Mini MP3
Modo de trabajo	Serial, estándar y en forma directa.	Serial
Compatibilidad	Microcontrolador	Microcontrolador
Capacidad máxima	1 GB	32 GB
Voltaje operativo	5 V	3,3 V – 5 V

Fuente: [36], [37]

Un reproductor de MP3 es un dispositivo de bajo coste que se puede conectar a un procesador como una tarjeta electrónica ARDUINO, se debe tener en consideración que Arduino no tiene una potencia potente para reproducir un archivo comprimido como un MP3, es por esto que es mucho mejor designar esta operación a un subprocesador específico.

El WTV020SD-16S es un módulo de audio que tiene un modo de trabajo bastante amplio lo cual lo hace muy versátil su modo de comunicación es serial, estándar y en forma directa., pero su capacidad de integrar una tarjeta SD es de 1 GB lo cual no lo hizo adecuado para integrar un tarjeta SD por su capacidad que es muy baja.

El reproductor de audio DFPlayer Mini MP3 tiene un modo de trabajo limitado es que serial pero sigue siendo compatible con la tarjeta electrónica Arduino, por su capacidad de memoria este reproductor que es una capacidad máxima de 32 GB fue seleccionado ya que el dispositivo cuenta con 20 sensores y por ende los audios serán de la misma cantidad y se necesita una capacidad de memoria amplia.

4.4.4 Módulo Amplificador

El amplificador permite incrementar el sonido del reproductor de audio que emita, se encuentra conectado entre la tarjeta electrónica Arduino y los parlantes.

Tabla 4.7. Características técnicas del módulo amplificador

CARACTERÍSTICAS	MÓDULO AMPLIFICADOR TDA7297
Potencia de disipación	10 – 50 W
Voltaje de operación	6 – 18 V
Dimensiones	4,5*3,3*2,7 cm (L*W*H)

Fuente: [38]

El amplificador TDA7297, es un módulo que se acopla en hardware y software con la tarjeta Arduino Mega 2560; por lo que se convierte en un módulo tipo estándar para trabajar con la tarjeta electrónica seleccionada. Los parlantes utilizados en este dispositivo no tienen una marca específica, estos fueron conectados directamente en el amplificador sin necesidad de una configuración en software.

4.4.5 Regulador de Voltaje LM2596

El regulador de voltaje permite controlar los saltos de tensión que existan mientras el dispositivo se encuentra en funcionamiento, se encuentra colocado entre la tarjeta electrónica Arduino y conectado directo a la fuente de 12 V.

Tabla 4.8. Características técnicas del regulador de voltaje

CARACTERÍSTICAS	REGULADOR DE VOLTAJE
Potencia de salida	25 W
Eficiencia de conversión	92%
Frecuencia de trabajo	150 KHz
Corriente de salida	2,5 A – 3 A
Voltaje de entrada	4,5 V – 40 V DC
Voltaje de salida	1,23 V – 37 V DC

Fuente: [39]

En la implementación de un dispositivo el diseño se lo realizó bajo una condición de tensión y corrientes que dependen de los elementos electrónicos como son la utilización de una tarjeta electrónica que en este caso es ARDUINO MEGA 2560, este diseño se realizó en función de 12V debido a los sensores que trabajan a esta tensión, por eso se necesita un elemento que regule el voltaje de que se toma desde la pared (110 - 220) hacia el dispositivo que son 12V para así evitar cortocircuitos, fallas en el funcionamiento del dispositivo o que se quemara algún elemento.

4.5 Procedimiento

4.5.1 Diseño del módulo

El dispositivo a implementar se lo realizó con el objetivo de brindar a los estudiantes con discapacidad visual, un sistema operativo adecuado en tamaño, que sea didáctico, novedoso y lúdico.

4.5.1.1 Diagrama de bloques del sistema electrónico

DIAGRAMA DE LAZO ABIERTO

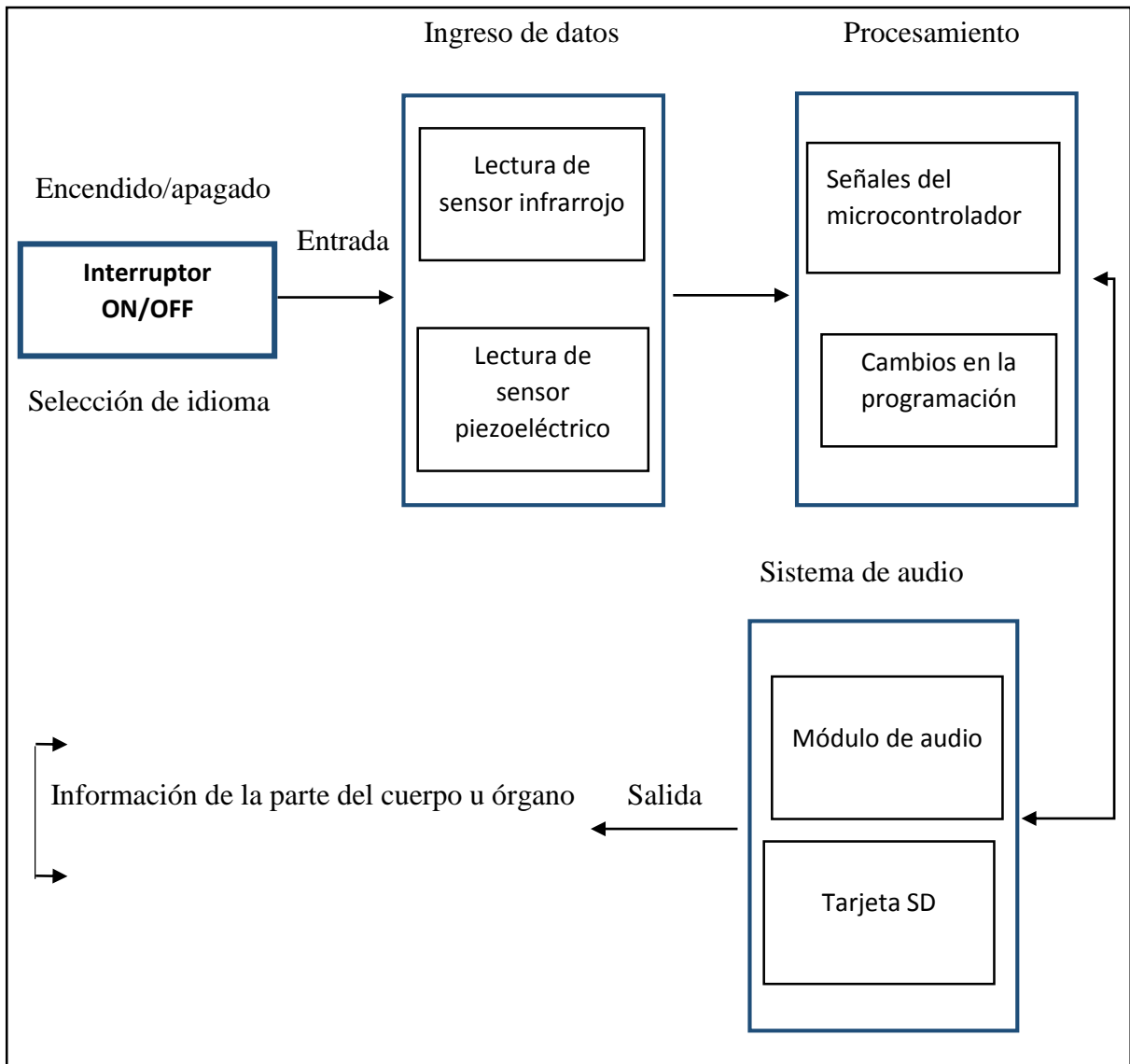


Figura 4.2. Diagrama general de bloques del sistema

Fuente: [Autores]

En el diagrama de bloque expuesto se observa un circuito abierto que cuenta con dos tipos de sensores que funcionan como interruptores; es decir, que necesitan de una manipulación externa para que el sistema entre en funcionamiento, una vez ingresadas las variables de entrada el elemento de control que en este caso sería el microcontrolador reconoce estas variables y las codifica, pasan por un software de programación ya establecido, es por esto que se considera que en el elemento de corrección el margen de error de comparación sea muy bajo ya que solo se puede dar alterando su programación. Finalmente todo el proceso se efectúa dentro del maniquí humano teniendo como salida un sistema de audio donde se puede escuchar la información de la parte u órgano que estamos tocando.

4.5.2 Estructura General

La estructura del dispositivo consta de tres etapas donde están formadas por varios elementos ya seleccionados.

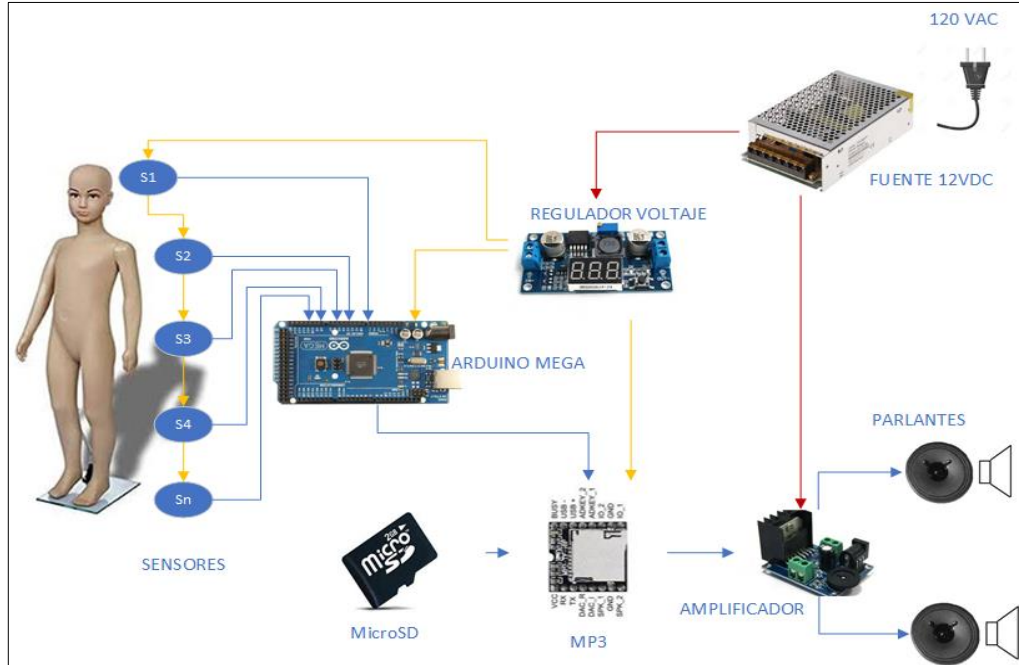


Figura 4.3. Estructura general de conexión del dispositivo
Fuente: [Autores]

En la figura 4.2 se muestra la estructura de conexión de los elementos que conforman el dispositivo, el diseño del dispositivo consta de la programación en arduino con la debida posición de cada elemento electrónico con su placa correspondiente en el interior del maniquí. A continuación se detallan los procesos de diseño y construcción adoptados para la implementación del prototipo.

4.5.2.1. Estructura externa

El diseño de este dispositivo consta de un maniquí fabricado en fibra de vidrio de 110 cm de altura que corresponde a la estatura de un niño de 4 a 6 años de edad a quienes va enfocado este proyecto. El maniquí está compuesto de una parte interna con dimensiones de 40 x 20 cm, en el tronco donde se encuentran los órganos principales como son: corazón, pulmones y sistema digestivo y la placa electrónica como también llamada baquelita.



Figura 4.4. Maniquí
Fuente: [Autores]

La estructura general del dispositivo consta de sensores y elementos electrónicos extra, los cuales están ubicados en cada parte interna como externa del maniquí, cada elemento del circuito eléctrico cumple una función determinada.

4.5.2.2 Etapa de control

El número de pines en esta tarjeta es apto para el sistema electrónico ya que tenemos 29 sensores, elementos de audio y elementos de voltaje los cuales se conectarán en el microcontrolador de acuerdo a la estructura diseñada.

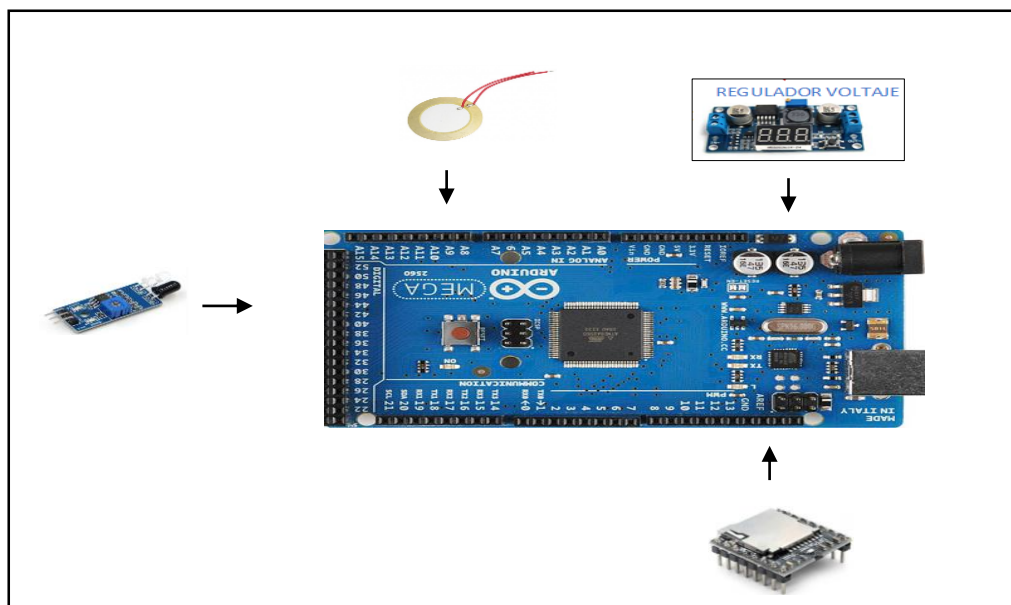


Figura 4.5. Conexión de los elementos al microcontrolador
Fuente: [Autores]

Esta sección se considera como la etapa donde ingresan datos al microcontrolador, estos son ejecutados y emite datos de salida que en este caso son los audios que se encuentran ya almacenados en una tarjeta micro SD.

CONEXIÓN DE REGULADOR DE VOLTAJE – MICROCONTROLADOR

La tarjeta electrónica es el cerebro del dispositivo, es aquí de donde se emitirán todas las señales análogas y digitales. Se debe establecer los pines para cada uno de los elementos que se conectan a él.

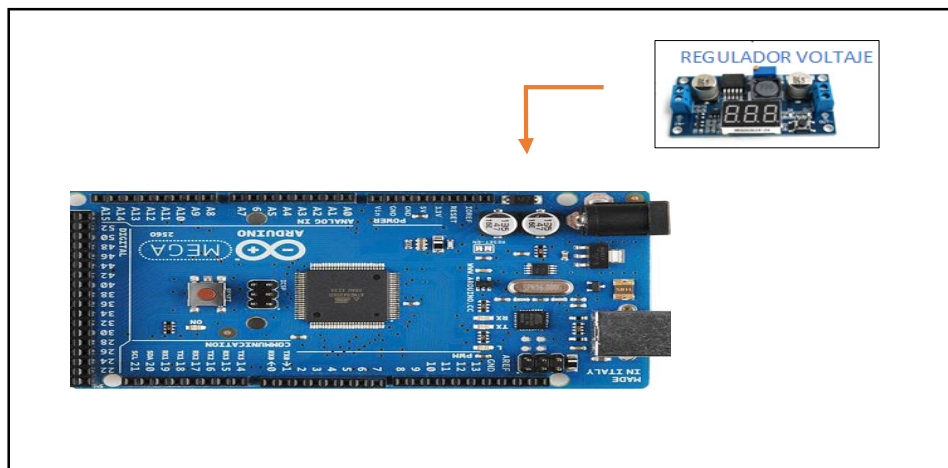


Figura 4.6. Conexión del regulador de voltaje
Fuente: [Autores]

Tabla 4.11. Posición del regulador de voltaje

Nombre	Pin en el microcontrolador	Elemento electrónico
VCC	J1	Regulador de voltaje

Fuente: [Autores]

La conexión del regulador de voltaje al microcontrolador, se conecta en el pin número 3 de la estructura J1.

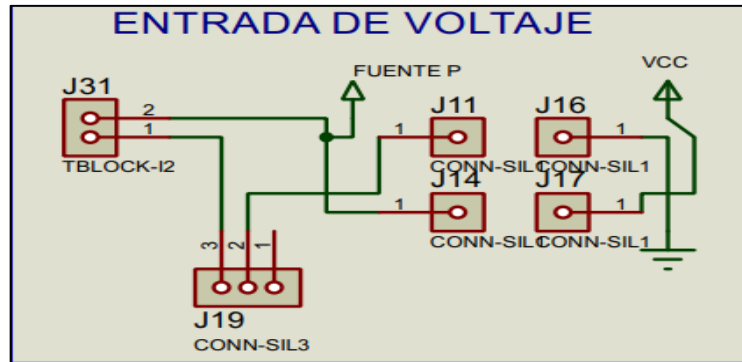


Figura 4.7. Configuración del regulador de voltaje

Fuente: [Autores]

CONEXIÓN SENSORES – MICROCONTROLADOR

Los sensores cumplen un papel importante en la estructura del dispositivo, estos se encuentran colocados en el maniquí en cada una de las partes internas y externas.

A continuación, se procedió a la plantear la ubicación de cada uno de los sensores en las respectivas partes del cuerpo humano en el maniquí.

La posición de los sensores en la parte interna y externa está señalada en colores rojo y amarillo donde:

- Color rojo: Sensor Infrarrojo

Tabla 4.9. Posición de sensores analógicos

Nombre de sensor	Pin de Microcontrolador	Parte del cuerpo
d1	A1	Cabeza
d2	A2	Ojo
d3	A3	Nariz
d4	A4	Boca
d5	A5	Oído
d6	A6	Cuello
d7	A7	Brazo
d8	A8	Codo
d9	A9	Pierna
d10	A10	Pie

d11	A11	Dedo pie
------------	-----	----------

Fuente: [Autores]

Los sensores infrarrojos envía una señal de 1 y 0 (alto – bajo) por eso son considerados como variables digitales, la ubicación de estos sensores dependió de su tamaño ya que sus dimensiones son 1.5 x 3 cm y por tal motivo se decidió ubicarlos en el interior del maniquí.

A continuación en la figura 4.6., se observa la posición de los sensores en el ARDUINO MEGA 2560 en cada uno de los pines que correspondientes en el diseño del dispositivo.

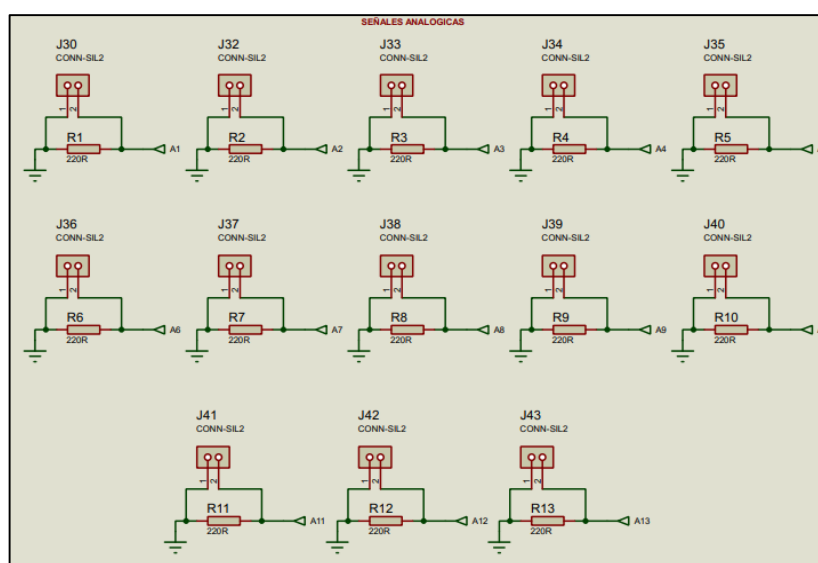


Figura 4.8. Configuración de la conexión de los sensores infrarrojos

Fuente: [Autores]

- Color amarillo: Sensor Piezoeléctrico

Tabla 4.10. Posición de sensores digitales

Nombre de sensor	Pin de Microcontrolador	Parte del cuerpo
a1	D1	Pecho
a2	D2	Abdomen
a3	D3	Rodilla
a4	D4	Corazón
a5	D5	Pulmones
a6	D6	Hígado

a7	D7	Intestino
a8	D8	Mano
a9	D9	Dedos mano
a10	D10	Pie
a11	D11	Dedo pie

Fuente: [Autores]

Los sensores de tipo piezoeléctricos envían una señal mediante un pulso por esto son considerados como variables analógicas.

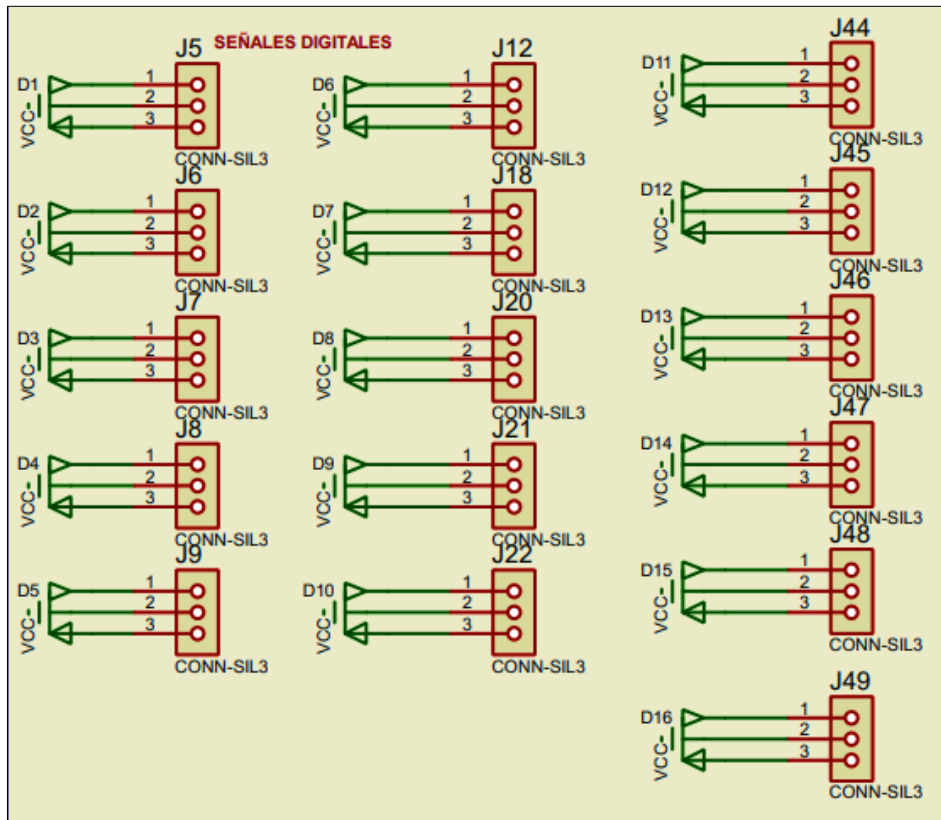


Figura 4.9. Configuración de la conexión de los sensores piezoeléctricos

Fuente: [Autores]

En las figuras 4.10 y 4.11, se presentan las ubicaciones en cada una de las partes del cuerpo humano de los sensores infrarrojos y piezoeléctricos.

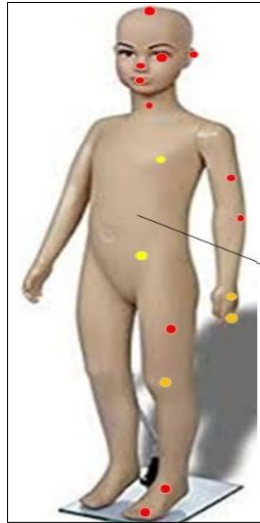


Figura 4.10. Posición de sensores en el maniquí, parte externa
Fuente: [Autores]

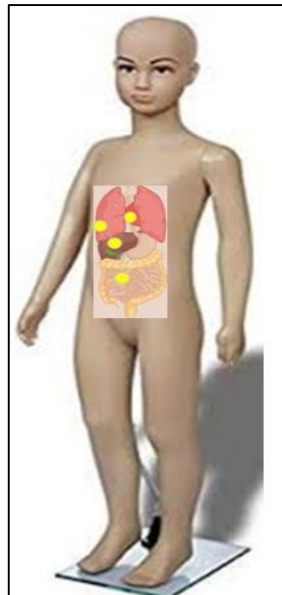


Figura 4.11. Posición de sensores en el maniquí, parte interna
Fuente: [Autores]

La programación se realizó en el lenguaje de entorno propio de Arduino, los sensores analógicos y digitales fueron colocados en los respectivos pines. El regulador de voltaje y reproductor de audio se conectan en el microcontrolador de acuerdo a la configuración.

La ubicación de estos sensores dependió de su tamaño y maniobra, ya que sus dimensiones son 30 mm x 23 mm y su manipulación es directa, es decir que el usuario debe tener contacto directo con el piezoeléctrico.

4.5.2.3 Etapa de audio

En el sistema de reproducción de audio tenemos un chip mp3 en el cual se colocara una tarjeta micro SD donde estarán almacenados los audios que se quieren reproducir, en esto se adiciona una amplificados de audio y dos parlantes.

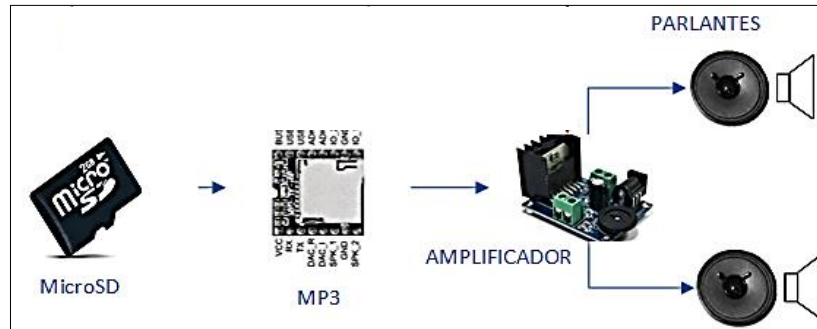


Figura 4.12. Estructura del reproductor de audio

Fuente: [Autores]

CONEXIONES MP3 – MICROCONTROLADOR

Para la conexión del DFPlayer Mini MP3 al microcontrolador se la realizo mediante un análisis de espacio ya que al tener una cantidad considerable de elementos electrónicos que se conectan al microcontrolador, sin embargo la cantidad de pines con los que cuenta el microcontrolador son suficientes para adecuar la etapa de audio.

Tabla 4.11. Posición en el microcontrolador

Nombre	Posición del pin en el Microcontrolador	Elemento electrónico
T1	J15	MP3
T1	J10	Amplificador
T1	J15	Parlantes

Fuente: [Autores]

Toda la etapa de audio corresponde al área J15 en la estructura del microcontrolador, el amplificador y parlantes van conectados directo al DFPlayer Mini MP3.

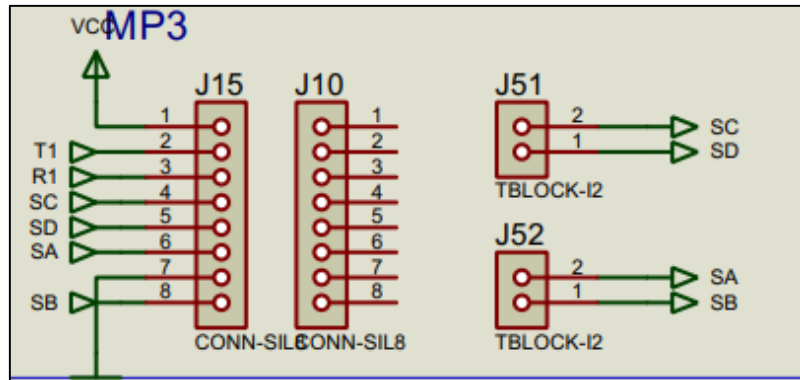


Figura 4.13. Configuración de las conexiones del MP3 al microcontrolador
Fuente: [Autores]

4.5.3 Controles externos

El dispositivo cuenta con controles externos que son de encendido/apagado, cambio de idioma y reset.

4.5.3.1 Encendido/Apagado del dispositivo

El sistema electrónico cuenta con un pulsador ON-OFF, el cual se utiliza para el encendido y apagado el dispositivo cuando se requiera, el niño con discapacidad visual podrá manipular este elemento.

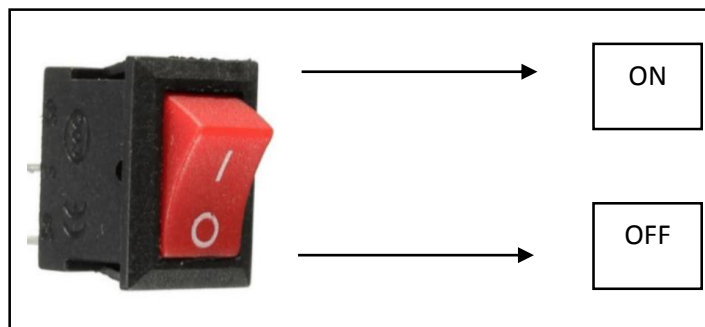


Figura 4.14. Estados el pulsador ON/OFF
Fuente: [Autores]

La conexión del interruptor ON/OFF se la realizo directamente al microcontrolador ARDUINO MEGA 2560, este elemento electronico se encuentra en la parte porterior del maniqui junto con el pulsador de reset y el selector de idioma.

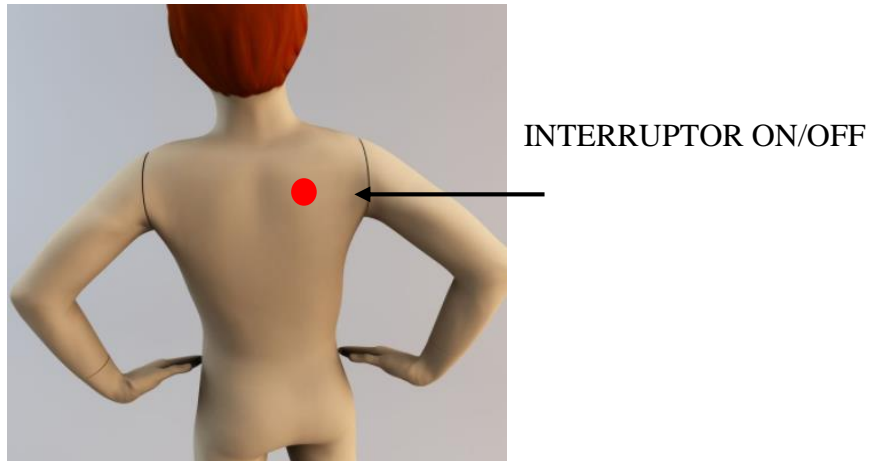


Figura 4.15. Posición del interruptor ON/OFF en el maniquí
Fuente: [Autores]

4.5.3.2 Cambio de idioma

El dispositivo es didáctico por ende se optó por un cambio de idioma para ponerle un aporte extra por lo que se utilizó un selector de dos posiciones, el niño no vidente puede ejecutar la manipulación del interruptor.

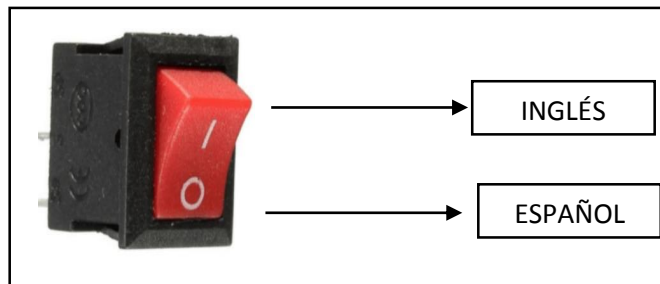


Figura 4.16. Interruptor de selección para cambio de idioma
Fuente: [Autores]

La programación realizada en este punto, se configuró que para la lectura de mandos del sistema electrónico, los modos de operación se ejecutan de manera excluyente, es decir, cuando el idioma español está activado, el idioma inglés se encuentra inhabilitado, o viceversa.

Al igual que el interruptor el selector de idioma se encuentra en la parte posterior del maniquí.

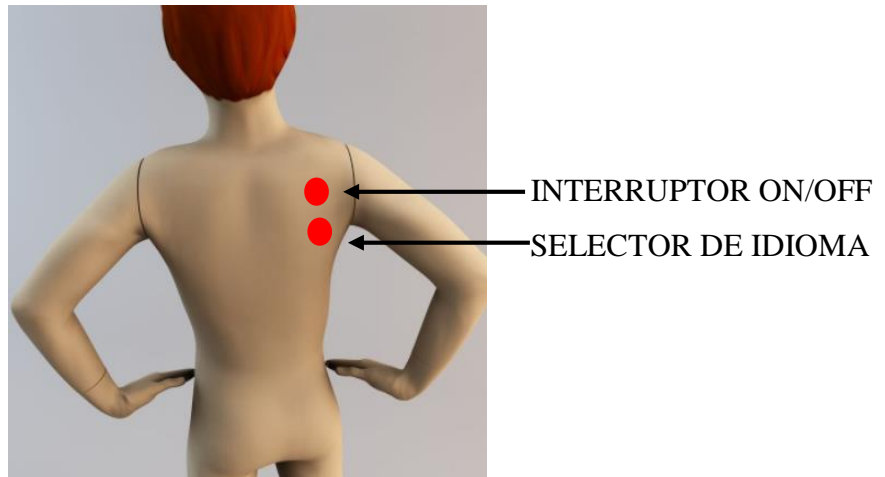


Figura 4.17. Posición del selector de idioma
Fuente: [Autores]

4.5.3.3 Botón Reset

El dispositivo consta de varios elementos que trabajan conjuntamente es por eso que mientras se encuentre en funcionamiento se puede provocar alguna interrupción o alteración en el dispositivo, es por esto que se implementa un pulsador de reset para reiniciar el dispositivo si lo requiere.

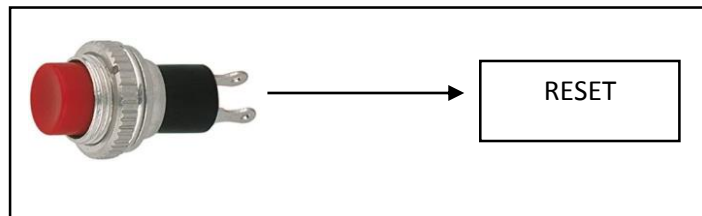


Figura 4.18. Pulsador de reset del dispositivo
Fuente: [Autores]

Todos los elementos que intervienen en el funcionamiento del dispositivo tienen una situación específica, cada uno actúa según las características designadas en la programación.

La importancia de realizar un análisis del diseño del dispositivo es esencial ya que así se puede conocer el proceso para realizar la implementación. Las técnicas y métodos utilizados en este capítulo demuestran el diseño de hardware y software utilizado, los elementos seleccionados según sus características técnicas, el diseño de software se basa en las necesidades que se requieren para que los niños no videntes hagan uso de este dispositivo sin complejidades. Para esto se realizan análisis mediante diagramas de flujo para el entendimiento de las variables y comando a ejecutarse.

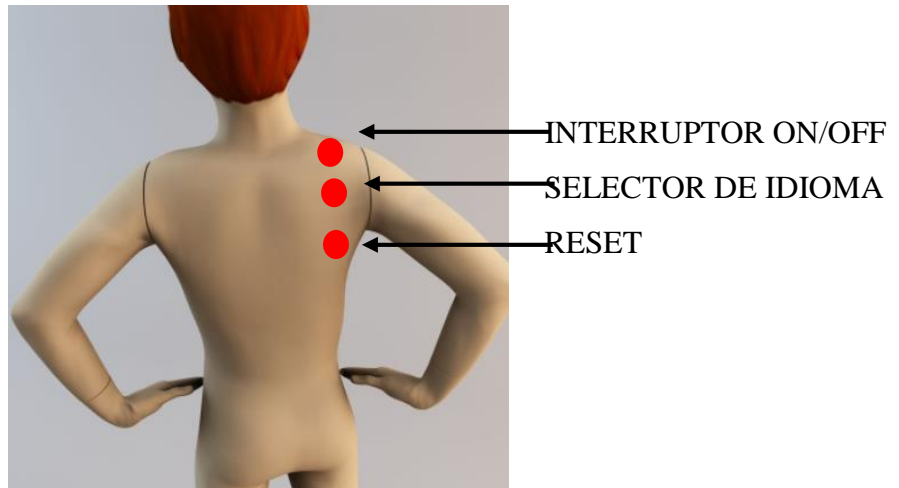


Figura 4.19. Posición del pulsador reset

Fuente: [Autores]

El dispositivo ejecuta todos los procesos expuestos anteriormente, sigue un orden específico empezando por la primera etapa que es, la etapa de sensores donde se ejecuta lo que se encuentra ya programado de los sensores infrarrojos y piezoeléctricos los estudiantes con discapacidad visual recorren el maniquí con sus manos manipulando así los sensores implementados en él. Seguido de esto viene la etapa de control donde el microcontrolador lee la manipulación y reconoce los sensores enviado a ejecutarse así los comandos que se encuentran ya establecidos, esto acompañado de la etapa de audio donde el microcontrolador después de haber pasado la lectura y ejecución de los comando en los sensores emite señales para reproducir los audios almacenado en la tarjeta micro SD. Finalmente el dispositivo tiene elementos extras como son el interruptor de encendido y apagado del dispositivo, el cambio de idioma que puede ser de español a inglés y viceversa, y el pulsador de reset el usuario puede utilizar este pulsador cuando se presente alguna altercación en el funcionamiento del dispositivo.

4.6 Diagramas de flujo de programación

4.6.1 Diagrama General de programación

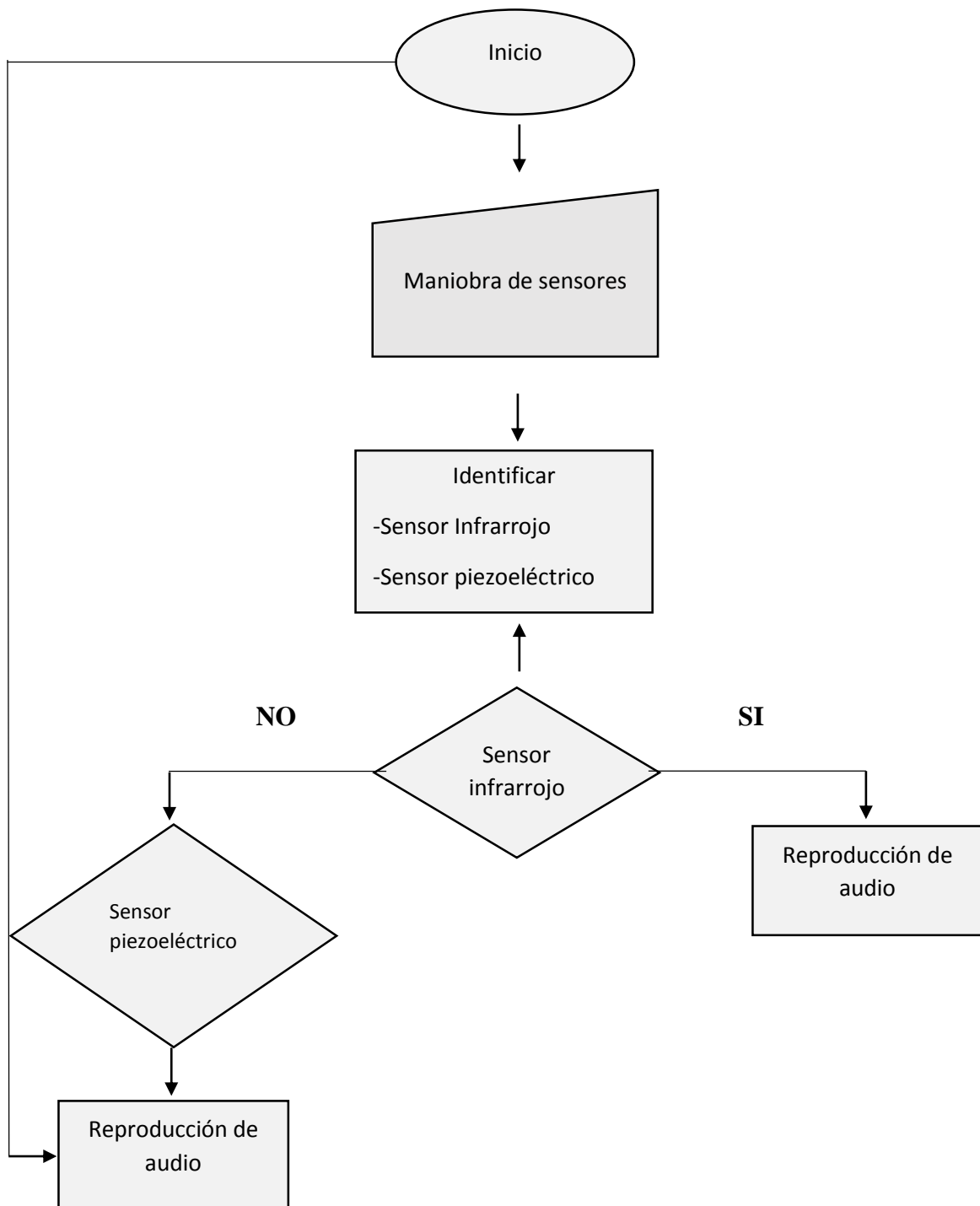


Figura 4.20. Diagrama de flujo general
Fuente: [Autores]

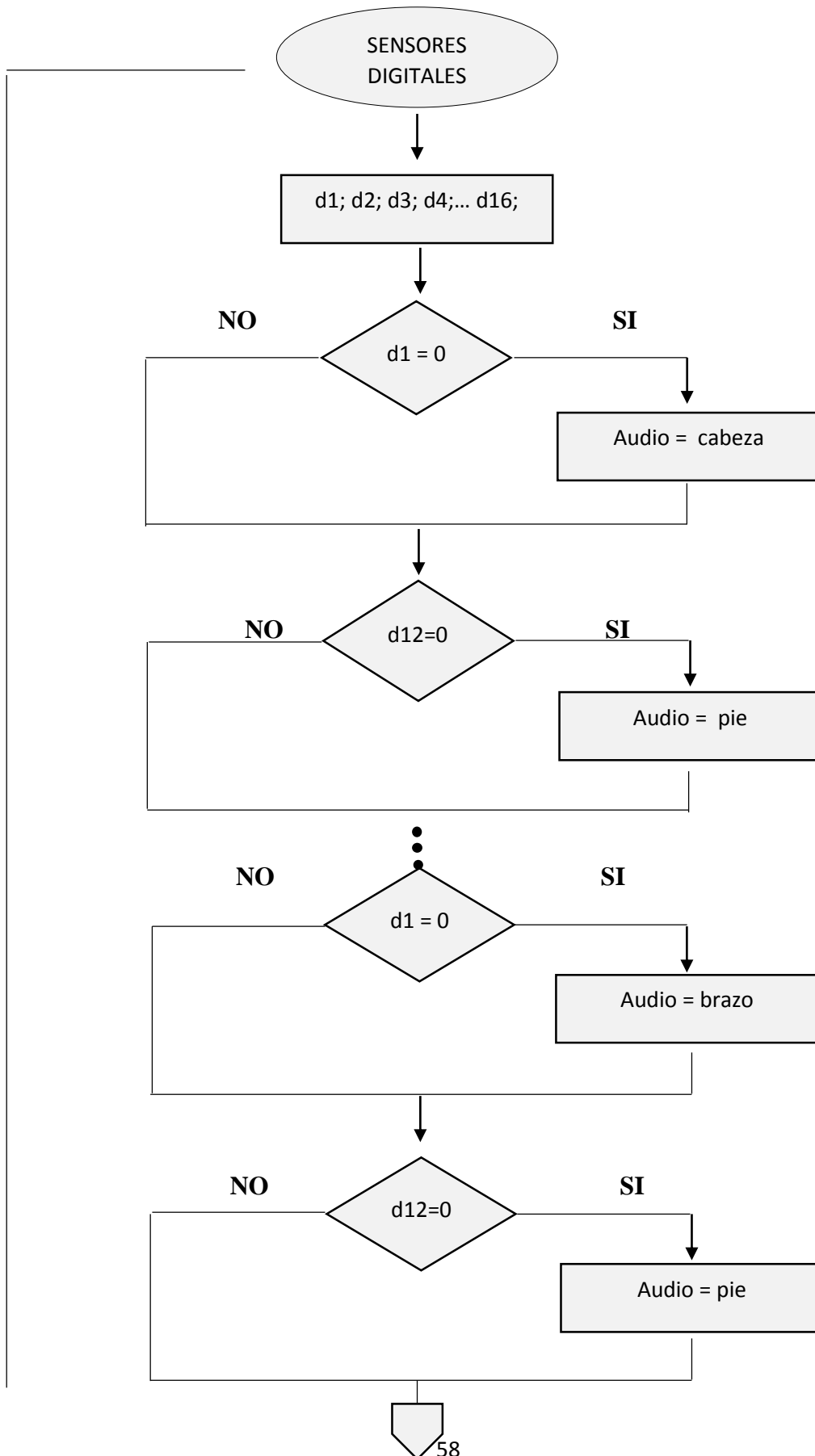
El diagrama de flujo de la Figura 4.10, representa la programación en el software seleccionado para la ejecución de mandos.

Al momento de presionar o manipular un sensor el microcontrolador identificara que tipo de sensor es, si es infrarrojo automáticamente reproducirá un audio almacenado en la tarjeta SD, por el contrario si no es infrarrojo será sensor piezoeléctrico y automáticamente también reproducirá el audio programada en este sensor.

El dispositivo consta de entradas analógicas y digitales como son los sensores infrarrojos y sensores piezoeléctricos respectivamente, la estructura electrónica del dispositivo tiene entradas que son de encendido y apagado del dispositivo, el cambio de idioma y reset para reiniciar el funcionamiento del dispositivo. Todos los elementos emiten una señal de voltaje la cual es leída por el microcontrolador para ejecutar las condiciones ya expuestas en la programación.

En el siguiente diagrama de flujo se observa la secuencia que sigue el software para ejecutar las condiciones propuestas para activar el funcionamiento de los sensores y reproducir los audios almacenados en la tarjeta micro SD y para así analizar el comportamiento de las variables analógicas y digitales del dispositivo. En el diagrama se observan las condiciones para que el sensor que se encuentre siendo manipulado las ejecute, el microcontrolador reconoce que tipo de sensor está siendo activado y a continuación reproduce el audio correspondiente al sensor manipulado.

4.6.2 Diagrama de flujo de sensores



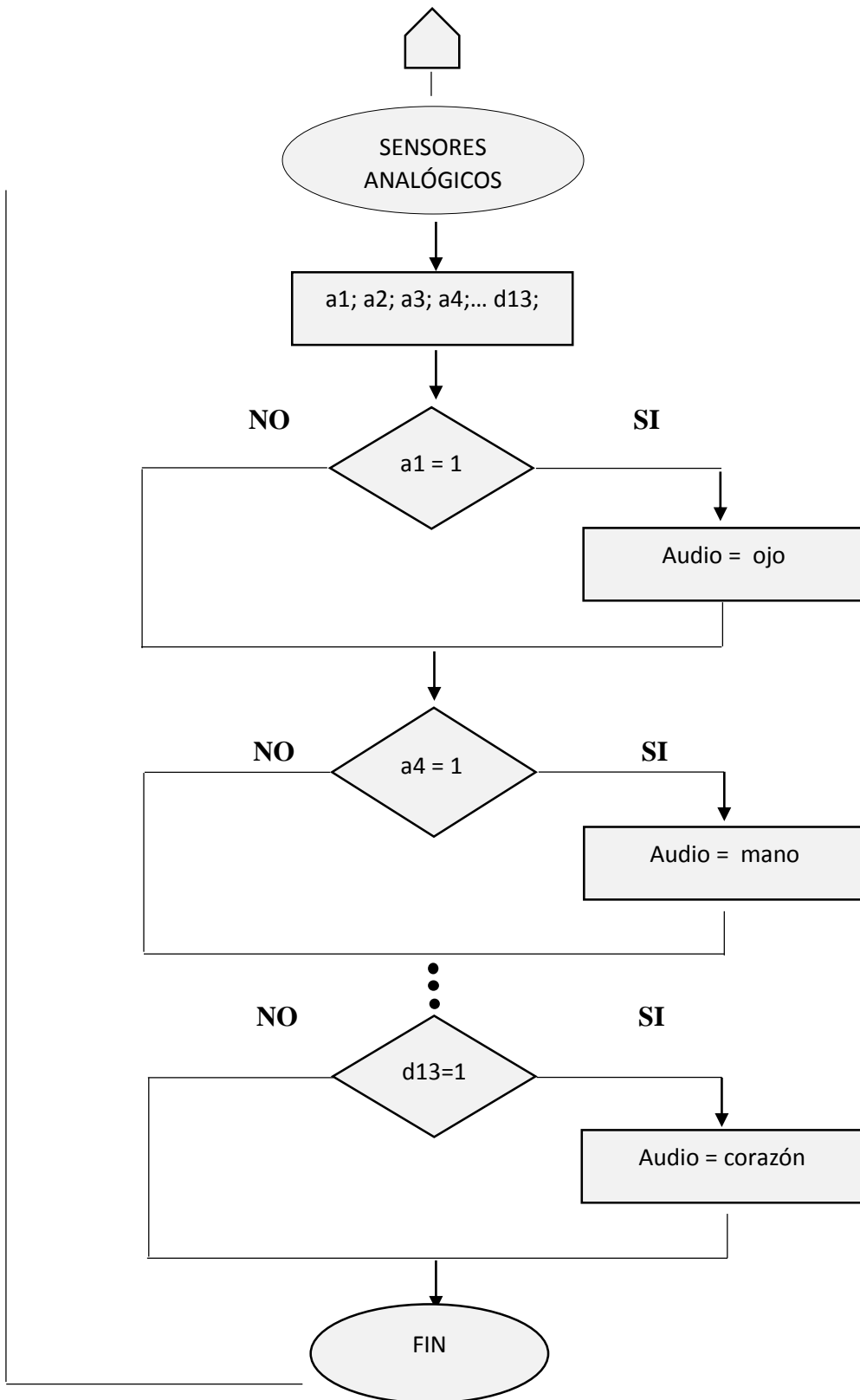











Figura 4.21. Diagrama de flujo sensores analógicos y digitales
Fuente: [Autores]






4.7 Ubicación de sensores en el maniquí


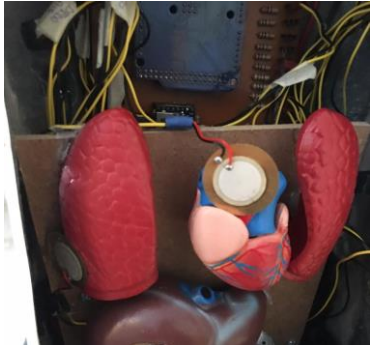



Para la ubicación de los sensores se tuvo 2 criterios que son su manipulación y dimensiones ya que, el maniquí utilizado tiene un tamaño pequeño los cuales se detallan a continuación

Tabla 4.12. Posición de sensores

SENSOR	LUGAR	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO
Infrarrojo	Cabeza	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Ojo	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Nariz	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Boca	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Cuello	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente	

		para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Oído	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Brazo	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Codo	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Pierna	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	

Infrarrojo	Pie	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Infrarrojo	Dedo pie	El motivo se le puso el sensor infrarrojo, por el espacio suficiente donde se le coloco y ya que son más eficiente para el censado del prototipo.	
Piezoeléctrico	Mano	Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo.	
Piezoeléctrico	Dedo mano	Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo.	
Piezoeléctrico	Pecho	Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo ya que sus partes internas toparían con el mismo.	
Piezoeléctrico	Abdomen	Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con	

		<p>el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo ya que sus partes internas toparían con el mismo.</p>	
Piezoeléctrico	Corazón	<p>Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo.</p>	
Piezoeléctrico	Pulmones	<p>Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo.</p>	
Piezoeléctrico	Hígado	<p>Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo.</p>	
Piezoeléctrico	Intestinos	<p>Se le coloco el sensor piezoeléctrico por lo que es como una moneda y no cuenta con el espacio suficiente para colocar un sensor infrarrojo.</p>	

Fuente: [Autores]

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos con respecto a la elección de materiales para la construcción del prototipo y su adecuado funcionamiento, así como se describe el cumplimiento de los objetivos propuestos para la solución del problema y la relación de las variables que garantizan el funcionamiento del mismo.

Con respecto a los materiales, la elección de los mismos se presenta en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Materiales seleccionados

Materiales seleccionados		
Materiales	Tipo	Cantidad
Tarjeta Electrónica	Arduino Mega 2560	1
Sensor analógico	Infrarrojo IR	14
Regulador de voltaje	LM2596	1
Amplificador de audio	TDA7297	1
Sensor digital	Piezoeléctrico	11
Reproductor de audio	DFPlayer Mini MP3	1

Fuente: [Autores]

5.1 Resultados obtenidos

El presente proyecto es un muy factible ya que con los sensores seleccionados fueron los correctos para el prototipo para el reconocimiento de las partes del maniquí.

En la programación del maniquí se incluyó librería para facilitarnos y reducir el código para realizar el prototipo.

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h>
```

```
#include <DFPlayerMini_Fast.h>
```

También se añadió las declaraciones de variables de los sensores digitales que son los tipos infrarrojos con los siguientes comandos y sus correspondientes pines que van conectados en la baquelita:

Variables digitales

Las variables de sensores analógicos son los tipos piezoeléctricos con los comandos y sus correspondientes pines que van conectados en la baquelita.

Variables analógicas

Hacemos la lectura de pin de cada sensor con su pista correspondiente al momento de palpar la mano para que mande la señal al reproductor mp3.

5.2 Comportamiento de las variables de entrada y salida

Siendo el objetivo general de esta propuesta tecnológica la implementación de un prototipo didáctico para niños no videntes de 4 a 6 años mediante el uso de sensores, para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano; en la investigación se determinó que el prototipo funciona de acuerdo a los requerimientos establecidos.

Para corroborar lo manifestado en el párrafo anterior; se realizó un análisis de las variables de entrada y salida del prototipo; para lo cual es importante indicar que en el prototipo existen dos tipos de variables; analógicas y digitales. Las entradas analógicas son selector on-off, selector de idioma, pulsador de reset y sensor infrarrojo. Y las entradas digitales son los sensores piezoeléctricos como se pueden observar en las siguientes tablas.

5.2.1 Pulsador de encendido y apagado del prototipo:

Este interruptor tiene dos estados on (encendido) y off (apagado) y los rangos de voltaje para estos dos estados son 0 y 12V DC respectivamente, lo que se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 5.2. Estados del pulsador de encendido y apagado

Estados	V _{mín}	V _{máx}
On	0 V	12 V
Off	0 V	12 V

Fuente: [Autores]

Para realizar el diseño experimental; se aplica el factorial de la variable $2^2 = 4$; lo cual determina cuatro mediciones para establecer el comportamiento de la salida; el experimento total se realizó con 4 corridas o cuatro experimentos que se resumen en la Tabla N° 5.3 para las dos posiciones del interruptor de encendido y apagado del prototipo; con el cálculo de las varianzas.

En la Tabla N° 5.3 se puede apreciar el total de los 4 experimentos;

Tabla 5.3. Réplicas del Interruptor ON/OFF pulsado

ON = Encendido / 12 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
12,00 V	11,98 V	11,87 V	11,55 V
11,95 V	12,00 V	11,99 V	12,00 V
11,90 V	11,91 V	11,88 V	11,87 V
11,87 V	12,00 V	12,00 V	11,96 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.4. Análisis de varianza del Interruptor ON/OFF pulsado
Análisis de varianza de un factor

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Experimento 1	4	47.72	11.93	0.0032667		
Experimento 2	4	47.89	11.9725	0.001825		
Experimento 3	4	47.74	11.935	0.0048333		
Experimento 4	4	47.38	11.845	0.0416333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.03481875	3	0.0116063	0.9004364	0.469395854	3.490294819
Dentro de los grupos	0.154675	12	0.0128896			
Total	0.18949375	15				

Fuente: [Autores]

En la Tabla 5.6, se realiza el análisis de la varianza con las pruebas realizadas con el interruptor no pulsado.

Tabla 5.5. Réplicas del Interruptor ON/OFF no pulsado

OFF = Encendido / 0 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
0,01 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V
0,02 V	0,02 V	0,01 V	0,01 V
0,00 V	0,10 V	0,02 V	0,02 V
0,01 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.6. Análisis de varianza del Interruptor ON/OFF no pulsado
RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Experimento1	4	0,04	0,01	6,667E-05		
Experimento2	4	0,12	0,03	0,0022667		
Experimento3	4	0,03	0,0075	9,167E-05		
Experimento4	4	0,03	0,0075	9,167E-05		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,001425	3	0,000475	0,7549669	0,54045334	3,490294819
Dentro de los grupos	0,00755	12	0,000629167			
Total	0,008975	15				

Fuente: [Autores]

5.2.2 Selector de idioma

Este selector tiene dos estados on (encendido) y off (apagado) y los rangos de voltaje para estos dos estados son 0 y 12V DC respectivamente, lo que se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 5.7. Estados del selector de idioma

Estados	V _{mín}	V _{máx}
On	0,00 V	5 V
Off	0,00 V	5 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.8. Réplicas del selector de idioma

ON = Encendido / 5 voltios				
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Idioma
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4	
4,80 V	4,88 V	4,98 V	4,90 V	ESPAÑOL
4,95 V	5,00 V	4,91 V	4,88 V	INGLÉS
5,00 V	5,00 V	5,00 V	5,00 V	ESPAÑOL
4,85 V	5,00 V	4,99 V	5,00 V	INGLÉS
4,89 V	4,93 V	4,93 V	4,92 V	ESPAÑOL
4,75 V	4,90 V	5,00 V	5,00 V	INGLÉS
4,97 V	4,90 V	4,98 V	4,97 V	ESPAÑOL
4,95 V	5,00 V	5,00 V	4,99 V	INGLÉS

Fuente: [Autores]

Tabla 5.9. Análisis de la varianza del selector de idioma

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
4,8	7	34,36	4,908571429	0,007414286		
4,88	7	34,73	4,961428571	0,002414286		
4,98	7	34,81	4,972857143	0,001390476		
4,9	7	34,76	4,965714286	0,002261905		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,018185714	3	0,006061905	1,798657718	0,174358763	3,00878657
Dentro de los grupos	0,080885714	24	0,003370238			
Total	0,099071429	27				

Fuente: [Autores]

Tabla 5.10. Réplicas del selector de idioma

OFF = Apagado / 0 voltios				
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Idioma
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4	
0,01 V	0,01 V	0,00 V	0,01 V	ESPAÑOL
0,00 V	0,00 V	0,01 V	0,02 V	INGLÉS
0,01 V	0,01 V	0,01 V	0,01 V	ESPAÑOL
0,03 V	0,02 V	0,00 V	0,00 V	INGLÉS
0,01 V	0,00 V	0,00 V	0,01 V	ESPAÑOL
0,02 V	0,03 V	0,00 V	0,00 V	INGLÉS
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V	ESPAÑOL
0,01 V	0,00 V	0,00 V	0,01 V	INGLÉS

Fuente: [Autores]

Tabla 5.11. Análisis de varianza del selector de idioma.*Análisis de varianza de un factor*

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Experimento1	8	0,09	0,01125	9,82143E-05		
Experimento2	8	0,07	0,00875	0,000126786		
Experimento3	8	0,02	0,0025	2,14286E-05		
Experimento4	8	0,06	0,0075	0,00005		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,000325	3	0,000108333	1,46184739	0,24622426	2,946685266
Dentro de los grupos	0,002075	28	7,41071E-05			
Total	0,0024	31				

Fuente: [Autores]

5.2.3 Pulsador Reset

Este pulsador tiene dos estados on (encendido) y off (apagado) y los rangos de voltaje para estos dos estados son 0 y 12V DC respetivamente, lo que se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 5.12. Estados del selector de idioma

Estados	V _{mín}	V _{máx}
On	0,00 V	5 V
Off	0,00 V	5 V

Fuente: [Autores]**Tabla 5.13.** Réplicas del pulsador reset pulsado

ON = Encendido / 5 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
5,00 V	4,98 V	4,97 V	5,00 V
4,95 V	5,00 V	4,95 V	5,00 V
5,00 V	5,00 V	5,00 V	5,00 V
5,00 V	5,00 V	5,00 V	5,00 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.14. Análisis de varianza del pulsador reset pulsado*Análisis de varianza de un factor*

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
<i>Experimento1</i>	4	19,95	4,9875	0,000625		
<i>Experimento2</i>	4	19,98	4,995	1E-04		
<i>Experimento3</i>	4	19,92	4,98	0,0006		
<i>Experimento4</i>	4	20	5	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<i>Entre grupos</i>	0,00091875	3	0,00030625	0,924528302	0,458556599	3,490294819
<i>Dentro de los grupos</i>	0,003975	12	0,00033125			
<i>Total</i>	0,00489375	15				

Fuente: [Autores]

Tabla 5.15. Réplicas del pulsador de reset no pulsado

OFF = Encendido / 0 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
0,00 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V
0,01 V	0,00 V	0,02 V	0,00 V
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.16. Análisis de la varianza del pulsador de reset no pulsado*Análisis de varianza de un factor*

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
<i>Experimento1</i>	4	0,01	0,0025	0,000025		
<i>Experimento2</i>	4	0	0	0		
<i>Experimento3</i>	4	0,03	0,0075	9,16667E-05		
<i>Experimento4</i>	4	0	0	0		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<i>Entre grupos</i>	0,00015	3	0,00005	1,714285714	0,217046323	3,490294819

Dentro de los grupos	0,00035	12	2,9167E-05
Total	0,0005	15	

Fuente: [Autores]

5.2.4 Sensor Infrarrojo

Este sensor infrarrojo tiene dos estados on (encendido) y off (apagado) y los rangos de voltaje para estos dos estados son 0 y 12V DC respetivamente, lo que se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 5.17. Estados del selector de idioma

Estados	V _{mín}	V _{máx}
On	0,00 V	5 V
Off	0,00 V	5 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.18. Réplicas del sensor infrarrojo pulsado

ON = Encendido / 5 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
3,00 V	2,80 V	3,00 V	2,80 V
3,80 V	4,00 V	3,80 V	4,00 V
4,00 V	4,00 V	4,00 V	4,00 V
2,40 V	3,50 V	2,40 V	3,50 V
2,00 V	2,20 V	2,00 V	2,20 V
1,00 V	1,50 V	2,40 V	2,45 V
1,50 V	1,90 V	2,12 V	1,98 V
1,80 V	2,10 V	1,99 V	2,44 V
1,95 V	2,25 V	2,20 V	2,40 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.19. Análisis de varianza del sensor infrarrojo pulsado

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Grupos				
Experimento 1	9	21,45	2,383333333	1,04625
Experimento 2	9	24,25	2,694444444	0,865277778
Experimento 3	9	23,91	2,656666667	0,5917
Experimento 4	9	25,77	2,863333333	0,5973

ANÁLISIS DE VARIANZA |

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,067766667	3	0,355922222	0,459176305	0,71271522	2,901119584
Dentro de los grupos	24,80422222	32	0,775131944			
Total	25,87198889	35				

Fuente: [Autores]

Tabla 5.20. Réplicas del sensor infrarrojo no pulsado

OFF = Encendido / 0 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
0,02 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V
0,01 V	0,00 V	0,02 V	0,01 V
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,01 V
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V
0,02 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V
0,00 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V
0,01 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.21. Análisis de la varianza del sensor infrarrojo

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Experimento 1	9	0,06	0,006666667	0,000075		
Experimento 2	9	0	0	0		
Experimento 3	9	0,06	0,006666667	0,00005		
Experimento 4	9	0,02	0,002222222	1,94444E-05		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0003	3	0,0001	2,769230769	0,057622397	2,901119584
Dentro de los grupos	0,001155556	32	3,61111E-05			
Total	0,001455556	35				

Fuente: [Autores]

5.2.5 Sensor piezoeléctrico

Este sensor piezoeléctrico tiene dos estados on (encendido) y off (apagado) y los rangos de voltaje para estos dos estados son 0 y 12V DC respetivamente, lo que se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 5.22. Estados del sensor piezoeléctrico

Estados	V _{mín}	V _{máx}
On	0,00V	5V
Off	0,00V	5V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.23. Réplicas del sensor piezoeléctrico pulsado

ON = Encendido / 5 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
1,9 V	2,00 V	1,98 V	1,05 V
3,4 V	3,20 V	3,34 V	3,12 V
0,7 V	0,50 V	0,75 V	0,49 V
0,8 V	0,90 V	0,89 V	0,91 V
2,5 V	2,60 V	2,63 V	2,52 V
2,5 V	2,50 V	2,52 V	2,65 V
2,5 V	2,55 V	2,77 V	2,82 V
2,5 V	2,52 V	2,95 V	2,98 V
0,8 V	1,80 V	1,78 V	1,78 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.24. Análisis de la varianza del sensor piezoeléctrico pulsado

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Experimento 1	9	17,6	1,955555556	0,940277778		
Experimento 2	9	18,57	2,063333333	0,76085		
Experimento 3	9	19,61	2,178888889	0,814211111		
Experimento 4	9	18,32	2,035555556	0,998477778		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F

Entre grupos	0,230766667	3	0,076922222	0,087565436	0,966352604	2,901119584
Dentro de los grupos	28,11053333	32	0,878454167			
Total	28,3413	35				

Fuente: [Autores]

Tabla 5.25. Réplicas del sensor piezoeléctrico no pulsado

OFF = Encendido / 0 voltios			
Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4
Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4
0,01 V	0,00 V	0,00 V	0,00 V
0,01 V	0,00 V	0,01 V	0,02 V
0,01 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V
0,00 V	0,03 V	0,01 V	0,00 V
0,02 V	0,00 V	0,00 V	0,01 V
0,02 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V
0,00 V	0,02 V	0,02 V	0,00 V
0,00 V	0,00 V	0,00 V	0,01 V
0,00 V	0,00 V	0,01 V	0,00 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.26. Análisis de la varianza del sensor piezoeléctrico no pulsado
Análisis de varianza de un factor

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Experimento 1	9	0,07	0,007777778	6,94444E-05		
Experimento 2	9	0,05	0,005555556	0,000127778		
Experimento 3	9	0,07	0,007777778	4,44444E-05		
Experimento 4	9	0,04	0,004444444	5,27778E-05		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7,5E-05	3	2,5E-05	0,339622642	0,796796473	2,901119584
Dentro de los grupos	0,002355556	32	7,36111E-05			
Total	0,002430556	35				

Fuente: [Autores]

Tabla 2.27. Presión del sensor piezoeléctrico

Sensor piezoeléctrico/ presión		
PIEZOELÉCTRICO	PRUEBAS	
PRESIÓN (psi)	voltaje (salida IF)	voltaje (salida ARDUINO)
0,5	0,9 V	5,00 V
1	1,4 V	5,00 V
0,5	0,7 V	5,00 V
0,5	0,8 V	5,00 V
1,5	2,5 V	5,00 V
1,5	2,5 V	5,00 V
1	1,5 V	5,00 V
1	1,5 V	5,00 V
0,5	0,8 V	5,00 V

Fuente: [Autores]

Tabla 5.28. Análisis de varianza de la presión del sensor piezoeléctrico
Análisis de varianza de un factor

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
<i>PRESIÓN</i>	9	8	0,888888889	0,173611111		
<i>(in)</i>						
<i>voltaje</i>	9	12,6	1,4	0,4875		
<i>(salida IF)</i>						
<i>voltaje</i>	9	45	5	0		
<i>(salida</i>						
<i>ARDUINO)</i>						
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de</i>	<i>Suma de</i>	<i>Grados</i>	<i>Promedio de</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico</i>
<i>las</i>	<i>cuadrados</i>	<i>de</i>	<i>los</i>			<i>para F</i>
<i>variaciones</i>		<i>libertad</i>	<i>cuadrados</i>			
<i>Entre</i>	90,36740741	2	45,1837037	0,205035	8,16226E-16	3,402826105
<i>grupos</i>						
<i>Dentro de</i>	5,288888889	24	0,22037037			
<i>los grupos</i>						
<i>Total</i>	95,6562963	26				

Fuente: [Autores]

5.3 Análisis Estadístico de pruebas realizadas

De acuerdo al análisis estadístico de las variables de entradas y salidas se obtuvo como resultado que el dispositivo funciona acorde a las condiciones de entrada para activar cada una de las salidas correspondientes; lo cual se lo puedo demostrar mediante el análisis de varianza de cada variable; el detalle de cada uno de los experimentos se muestra en la metodología en la Tabla N° 5.27.

A continuación en las Tabla 5.27, se muestra el resumen del comportamiento de las variables de entrada y salida.

Tabla 5.27. Resumen de variables de entrada y salida

Variable de entrada	Variable de salida	Rango	F	Varianza
Selector on-off	Voltaje	0 V -12 V	0.9004364	3.490294819
Selector de idioma	Voltaje	0V – 5V	1,798657718	3,00878657
Pulsador Reset	Voltaje	0V – 5V	0,924528302	3,490294819
Sensor Infrarrojo	Voltaje	0V -5V	0,459176305	2,901119584
	Distancia	3cm-150cm		
Sensor Piezoeléctrico	Voltaje	0V 5V	0,087565436	2,901119584
	Presión	0.20 – 5 psi	0,205035	3,402826105

Fuente: [Autores]

En la tabla anterior se muestran los valores obtenidos a manera de resumen y el rango, el análisis de varianza de las entradas y salidas por lo que se deduce que no existe una dispersión significativa, es decir, con estos resultados que para todas las variables de entrada, los valores de F son menores a los valores críticos; de acuerdo al análisis de varianza; con lo que se demuestra el funcionamiento del prototipo, mediante el método experimental factorial.

En la Tabla 5.28, se observa la salida en función de las variables de entrada.

Tabla 5.29. Salida de las variables en función de sus entradas

Dispositivo	Variable de entrada	Voltaje promedio	Voltaje salida	Acción
Selector de encendido	On	11,98 V	12 V	Prototipo encendido
	Off	0,02 V	0 V	Prototipo apagado
Selector de idioma	On	4,98 V	5 V	Prototipo idioma español
	Off	0,01 V	0 V	Prototipo idioma inglés
Pulsador Reset	On	4,99 V	5 V	Prototipo reiniciado
	Off	0,00 V	0 V	Prototipo reiniciado

Sensor Infrarrojo	Voltaje de salida IF	4,05 V	5 V	Envía la señal de censado correctamente
	Voltaje de salida Arduino	5,00 V	5 V	Envía la señal de censado correctamente
Sensor Piezoeléctrico	Voltaje de salida IF	4,50 V	5 V	Envía la señal de censado correctamente
	Voltaje de salida Arduino	5,00 V	5 V	Envía la señal de censado correctamente

Fuente: [Autores]

6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 Presupuesto

En el presupuesto se detallan cada uno de los materiales, costos directos, costos indirectos y la mano de obra, que se intervinieron para la construcción del prototipo del cuerpo humano del maniquí.

6.1.1 Costos directos

En los costos directos se encuentran los valores económicos de los materiales electrónicos que se emplearon para la construcción del prototipo. A continuación, se muestra una tabla dónde se detalla cada una de los materiales con sus precios.

Tabla 6.1. Costos directos

COSTOS DIRECTOS			
Detalle	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Arduino Mega 2560 con cable	1	32,00	32,00
Modulo df player mini mp3	1	8,00	8,00
Modulo Regulador Step Down LM2596	1	5,00	5,00
Sensor Piezo Eléctrico	10	2,50	25,00
Modulo Sensor Infrarrojo	10	5,00	50,00
Parlante	2	3,00	6,00
Modulo Amplificador de Audio	1	8,00	8,00
Micro SD	1	10,00	10,00
Fuente Conmutada 12 vdc 10 ^a	1	25,00	25,00
Cables para conexión sensores	1	15,00	15,00
Materiales para construcción de Placa	1	20,00	20,00
Conector Fuente	1	3,00	3,00
Resistencia	25	0,10	2,50
Varios	1	20,00	20,00
Maniquí	1	130,00	130,00
Sub total			\$ 359,50

6.1.2 Costos indirectos

Son los costos que están ligados indirectamente a los gastos en la construcción, como lo son comida, transporte entre otros.

Tabla 6.2. Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS			
Detalle	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Transporte	8	20	160
Comida	16	2,50	40
Equipos de protección personal	16	1	16
sub total			\$ 216

6.1.3. Mano de obra

La mano de obra no es nada más que el esfuerzo físico y mental, al que se le atribuye una cantidad de dinero por horas de trabajo.

Tabla 6.3. Costos por mano de obra

Mano de obra				
Detalle	Número de Horas	Número de Personas	Valor por hora (USD/H)	Cantidad USD
Diseño (Protoboard y Software)	30	2	10	600
Diseño (Prototipo y Programación)	24	2	10	480
sub total				\$ 1,080

6.1.4 Costo total

En el costo total es la suma de los costos directos, indirectos y la mano de obra, dando como resultado el costo total del proyecto.

A continuación, se muestra la tabla 6.4 se dónde se encuentra detallado en costo total.

Tabla 6.4. Costo total

COSTO TOTAL	
Descripción	Cantidad USD
Costos directos	359,50
Costos indirectos	216
Mano de obra	1080
Total	\$ 1,655.50

El costo total de la propuesta tecnológica fue financiado por los estudiantes.

6.2. Análisis de impactos

6.2.1. Impacto práctico

El prototipo está diseñado para cumplir requerimientos y necesidades específicas de los niños no videntes, utilizando la electrónica y automatización para reconocer las partes del cuerpo humano del maniquí y el cual facilita el proceso de reconocimientos y aprendizaje.

El material didáctico utilizado en el Instituto de Educación Especial para el reconocimiento del cuerpo humano, sus partes internas y externas con el que cuentan, es hecho de material escolar, como son hojas de papel, cartulinas, etc., cuentan también con un esqueleto simple humano pequeño hecho de madera el cual no satisface las necesidades para el aprendizaje de los niños con discapacidad visual, es por esto que se establece la implementación de este dispositivo didáctico.

Enfocado: El material didáctico con el que los niños trabajan en el Instituto generalmente lo realizan de forma manual sin tener un diseño previo o un manera experimental donde se involucre la tecnología, es por esto que es importante que los niños en su etapa de educación básica cuenten con dispositivos y material didáctico adecuado para adquirir los conocimientos de una manera lúdica, entretenida que llame su atención y no lo haga pesado.

Tabla 6.5. Beneficios económicos

Gastos material didáctico	SIN PROTOTIPO				CON PROTOTIPO	Beneficio Económico	
	tiempo meses	vida útil años	gasto x año	gasto x 6 años	vida útil años		
\$60	12	12	\$ 720	\$ 4,320	6	\$ 1,655.5	\$ 2,664.5

Fuente: [Autores]

6.2.2. Impacto tecnológico

El prototipo posee un sistema electrónico y automatizado mediante las partes del cuerpo humano de un maniquí mediante sensores, y un reductor mp3, con idiomas de español e inglés mediante el cual se controla el encendido y apagado del prototipo.

En el mercado existen varios dispositivos didácticos que apoyan a los métodos de aprendizaje para niños con discapacidad visual, cada uno de estos cumple un objetivo claro y específico. En los países de gran potencia existen dispositivos para niños con tecnología que funcionan con el tacto para niños con discapacidad visual, o dispositivos que se colocan en los lentes de un niño o persona adulta esto cuando el caso sea de baja visión, pero la desventaja de estos prototipos es su alto costo en el mercado ya que sobrepasan los \$ 6,000, ya que su estructura es un sistema automatizado de lectura, observación y ayuda en el aprendizaje.

Enfocado: Los dispositivos didácticos son muy escasos en el mercado por su costo y las empresas que se especializan en esta área no realizan un trabajo en serie con un número significativo de dispositivos disponibles, la realización de este prototipo discutido en la ciudad de Ambato impulsa que las generaciones que tomen de referencia este trabajo encuentren el interés en la implementación de este tipo de trabajos para así poder solventar un problema existente.

Tabla 6.6. Beneficio económico en el aspecto tecnológico

Precio de dispositivos didácticos	PROTOTIPOS A NIVEL MUNDIAL			PROTOTIPO DIDÁCTICO			Beneficio Económico (USD)
	Compra de prototipo didáctico	Tiempo de uso en años	costo	Compra de prototipo didáctico	Tiempo de uso en años	costo	
\$ 5,000	1	3	\$5,000	1	5	\$1,655.50	\$ 3,344.5

Fuente: [Autores]

6.2.3 Impacto social

La propuesta tecnológica es de gran impacto social; debido a que el prototipo construido está dirigido a personas no videntes; quienes tienen dificultades para acoplarse al proceso de enseñanza -aprendizaje teórico, con este prototipo el aprendizaje se vuelve lúdico y agradable para los niños no videntes de tal forma que aumenta su interés por aprender, lo que contribuye de forma significativa a los maestros quienes al utilizar el prototipo contarán con material didáctico tecnológico. En la siguiente tabla se establece como referencia la remuneración de un maestro en un tiempo aproximado que le permite alcanzar los logros de aprendizaje con un niño no vidente que aprende las partes del cuerpo humano.

Tabla 6.7. Beneficio económico del impacto social

Remuneración mensual del maestro	SIN PROTOTIPO		CON PROTOTIPO		Beneficio Económico (USD)
	tiempo meses	costo	tiempo meses	costo	
\$400	3	\$ 1,200	1	\$ 400	\$ 800

Fuente: [Autores]

6.2.3 Impacto económico

De acuerdo al análisis de los impactos: práctico, tecnológico y social, se determina que el impacto económico del prototipo se ve reflejado con un beneficio de \$3,465.5; lo cual se puede observar en la Tabla 6.7.

Tabla 6.7. Impacto económico

Impactos	Beneficio Económico (USD)
Práctico	2,664.5
Tecnológico	3,344.5
Social	800
Económico	\$ 6,809

Fuente: [Autores]

6.3 Análisis del valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno TIR

Tabla 6.5. Análisis VAN y TIR

	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3
	1655,5			
Ingreso		1600,83	1680,87	1764,91
Egreso		750	750	750
Total	-1655,5	850,83	930,87	1014,91
Valor Actual Neto (VAN)		\$875,86		
Tasa	5,00%			
Tasa interna de retorno (TIR)		30%		

Fuente: [Autores]

Para el análisis del valor actual neto VAN se ha tomado como inversión inicial al costo del proyecto que es de 1655,50 dólares, con una tasa de inflación anual del 5% para un plazo de 3 años, en todos los años existe un egreso de 750 dólares.

Para el análisis de la tasa única de retorno TIR se ha partido del valor actual neto VAN anteriormente calculado, de acuerdo a los datos, se procede al ingreso de la función para el cálculo del TIR en el software Excel, que ha arrojado un valor de la tasa de retorno del 30% de la inversión anualmente. Con esto se puede decir que el proyecto es factible ya que existe una cantidad considerable de retorno anual.

7 CONCLUSIONES

Mediante esta propuesta tecnológica se consiguió implementar un prototipo didáctico para niños no videntes de 4 a 6 años mediante el uso de sensores, para el reconocimiento de las partes del cuerpo humano en el Instituto de Educación Especial Julius Doethner en la ciudad de Ambato.

A través de la revisión de investigaciones de relevancia se determinó la caracterización y el comportamiento de los sensores, la tarjeta electrónica, su programación y las principales categorías del prototipo para resolver el problema.

El diseño del circuito se realizó una vez seleccionados los componentes que forman parte de la estructura del dispositivo mediante una comparación de características técnicas y su funcionalidad respecto a las características de uso en el dispositivo.

El funcionamiento del prototipo se validó con respecto a las necesidades del estudiante no vidente del Instituto de Educación Especial Julius Doethner, donde se analizó el comportamiento del prototipo cuando en funcionamiento, su sistema de encendido y apagado, el cambio de idioma, el reinicio del sistema, y se comprobó también el correcto funcionamiento de los sensores.

Mediante el análisis estadístico se determinó que los sensores digitales como el interruptor de encendido, de reset y el de idioma; activan la salida del Arduino a 5 voltios cuando está en ON, y 0 voltios cuando su posición es OFF.

El comportamiento del infrarrojo se caracteriza por el análisis de 3 factores; distancia, voltaje de salida del IF y voltaje de salida del Arduino, se determinó que para que este detecte la distancia debe ser igual o mayor a 2 cm, con un voltaje de salida del IF promedio de 3,86 voltios lo cual determina un voltaje de salida de la tarjeta electrónica de 5 voltios; permitiendo al dispositivo emitir un sonido con la parte del cuerpo que ha sido topada por la persona no vidente.

El comportamiento del sensor piezoeléctrico se determina por 3 factores; presión, voltaje de salida del PZ y voltaje de salida del Arduino, se analizó la detección por presión, la misma que debe ser igual o mayor a 0.25 psi, con un voltaje de salida IP promedio de 3,62 V, lo cual determina un voltaje de salida con Arduino de 5 V, esto permite que el dispositivo emita el sonido respectivo en correspondencia con el sensor presionado.

8 RECOMENDACIONES

A futuro se sugiere incorporar al prototipo más sensores en las partes del cuerpo humano como en la espalda, hombros, etc. Además del correcto mantenimiento del sistema del prototipo en la parte de la placa electrónica se propone hacerlo una vez por cada mes.

Se sugiere que la persona no vidente al momento de palpar el maniquí tenga las manos limpias y evitar ambientes con polvo u otras sustancias que puedan dañar el prototipo.

Se propone realizar investigaciones o un análisis profundo del nivel de enseñanza y aprendizaje de la persona no vidente, donde puede llegar a tener una buena modalidad didáctica de la tecnología en el lugar del mismo.

Para mejorar el prototipo a futuro se recomienda añadir más idiomas uno de estos sería el idioma Kichwa ya que en el Instituto se imparten clases a niños no videntes donde su lengua es materna, esto ayudará al mejoramiento aprendizaje para los niños.

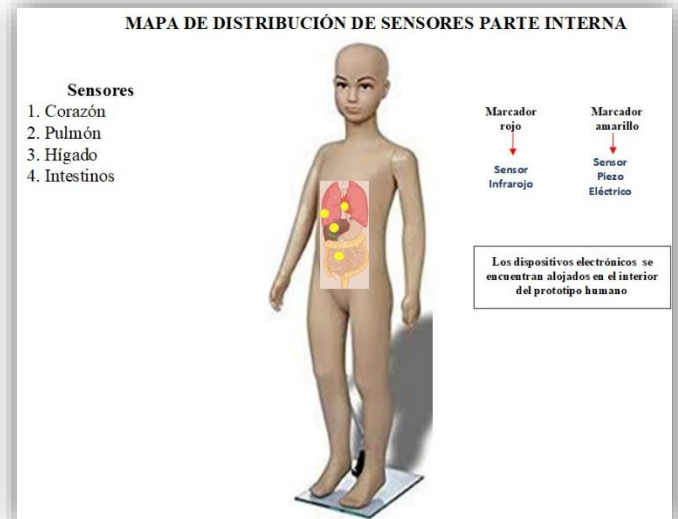
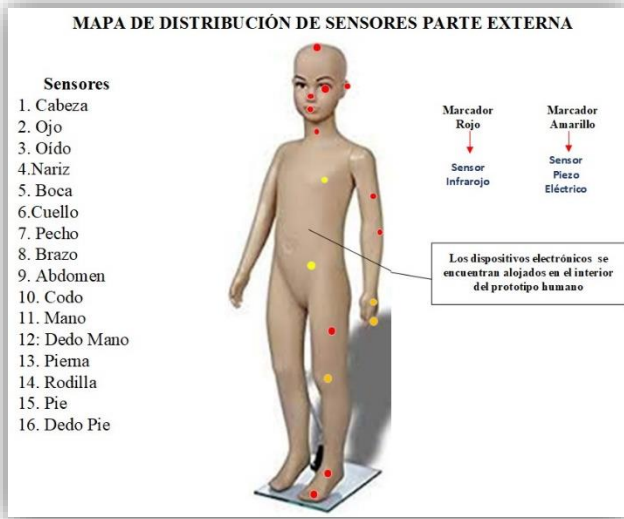
BIBLIOGRAFÍA

- [1] SNIESE, «UNESCO-Manual-SNIESE-SENESCYT,» de *UNESCO, Mauel de usuario* , 2019, pp. 36-36.
- [2] O. M. d. I. Salud, «La ceguera y discapacidad visual,» 2018.
- [3] E. y. Tecnología, «Como la tecnología puede beneficiar a los alumnos con discapacidades especiales,» España, 2019.
- [4] CONADIS, «Consejo de Discapacidades,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.consejodiscapacidades.gov.ec/estadisticas-de-discapacidad/>. [Último acceso: 20 Mayo 2020].
- [5] O. M. d. I. Salud, «Un plan de accion mundial,» de *Salud Ocular Universal*, 2014 - 2019, pp. 19 -20.
- [6] J. Franco, «Información sobre avances médicos y tecnológicos relacionados con la ceguera y la baja visión,» *Infotecnovisión* , pp. 9-11, 2018.
- [7] R. Shilkrot, «FingerReader: un dispositivo portátil para explorar texto impreso sobre la marcha,» *Digital Library* , pp. 2363-2372, 2015.
- [8] P. P. S. Pramodini, «Respuesta óptica no lineal inducida térmicamente y limitación de potencia óptica del tinte azul ácido 40,» *EL SEVIER*, vol. 13, nº 7, pp. 1175-1182, 2015.
- [9] A. A. S. Aldaz, «Sistema Electronico para la enseñanza del lenguaje Braille a persona invidentes,» Ambato , 2016.
- [10] G. L. Nicolas GOILAV, ARDUINO, Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes, EDICIONES ENI , 2016.
- [11] G. L. Nicolas GOILAV, «Conceptos basico de electronica,» de *Arduino: Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes*, EDICIONES ENI , 2016, pp. 58-59.
- [12] G. L. Nicolas GOILAV, «Programacion,» de *Arduino: Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes Recursos Informáticos*, Ediciones ENI, 2016, pp. 11-12.
- [13] G. L. Nicolas GOILAV, «Conceptos basicos de electronica,» de *ARDUINO, Aprender a desarrollar para crear objetos* , EDICIONES ENI , 2016, pp. 52-53.
- [14] G. L. Nicolas GOILAV, «Las entradas/salidas – Las interfaces de comunicación,» de *Arduino: Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes*, EDICIONES ENI , 2016, pp. 99, 145, 178.
- [15] K. A. Y. Peñaherrera, «REPOSITORIO UTA,» Septiembre 2018. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28690/1/Tesis_%20t1473ec.pdf. [Último acceso: 20 Junio 2020].
- [16] O. M. M. Gordillo, «Sensores digitales y analógicos,» México , 2018.

- [17] A. S. V. Fernández-Pacheco, «Sensores segun su frincipio fisico,» de *Robotiva Educativa* , Grupo Editorial RA-MA, 2017, pp. 79 - 80.
- [18] M. A. PEREZ GARCIA, «Intrumentación Electrónica,» de *Intrumentos Optoelectrónicos* , Ediciones Paraninfo, S.A., 2016, pp. 398-399.
- [19] O. Torrete, *Sistema Elctronico de Arduino: Curso practico de formacion*, Mexico : Alfaomega , 2013.
- [20] Ó. Torrente, «Sistema Electrónico,» de *ARDUINO: Curso práctico de formacion* , Mexico , Alfaomega Grupo Editor, 2013, pp. 60-65.
- [21] Web-Robótica.com, «Como usar el modulo sensor de Infrarrojos IR FC-51,» 2 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.web-robotica.com/arduino/conceptos-basicos-arduino/como-usar-el-modulo-sensor-de-infrarrojos-ir-fc-51-para-evitar-obstaculos-con-robot-arduinogenuino>. [Último acceso: 14 Junio 2020].
- [22] L. Llamas, «Ingeniería, informática y diseño,» 2 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/detectar-obstaculos-con-sensor-infrarrojo-y-arduino/>. [Último acceso: 14 Junio 2020].
- [23] «Electronica, circuitos electronicos e información técnica,» 21 Enero 2020. [En línea]. Available: <http://www.electronica2000.com/sensores-de-proximidad-y-sus-aplicaciones/#:~:text=El%20prop%C3%B3sito%20b%C3%A1sico%20de%20un,u%20obst%C3%A1culo%20en%20su%20camino..> [Último acceso: 12 Agosto 2020].
- [24] «INFAIMON,» 21 Abril 2018. [En línea]. [Último acceso: 2020].
- [25] A. S. V. Fernández-Pacheco, «SENSORES,» de *ROBOTICA EDUCATIVA*, Grupo Editorial RA-MA, 2017, pp. 83-85.
- [26] R. P. Areny, «SENSORES,» de *Sensores y Acondicionadores de Señal* , Marcombo, 2015, pp. 305-308.
- [27] D. Aranda, «Hadware Libre de Electrónica: plataformas Arduino y,» de *Electronica, Programacion* , Buenos Aires , Red Users , 2014, pp. 80-100.
- [28] «Entorno de desarrollo para Arduino,» Enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Último acceso: Agosto 2020].
- [29] L. d. V. Hernández, «Programas facil,» 13 Septiembre 2018. [En línea]. Available: [https://programarfacil.com/podcast/28-entorno-de-desarrollo-de-arduino/#:~:text=En%20el%20caso%20de%20Arduino,%2C%20Mac%20OS%20y%20linux\)..](https://programarfacil.com/podcast/28-entorno-de-desarrollo-de-arduino/#:~:text=En%20el%20caso%20de%20Arduino,%2C%20Mac%20OS%20y%20linux)..) [Último acceso: Agosto 2020].
- [30] A. J. B. A. E. Constain Aragón, «Regulador de Voltaje de tipo LM,» de *Metodología básica de instrumentación industrial y electrónica*, Bogota, Universidad de la Salle , 2016, pp. 187 - 188.
- [31] E. Cruz, «Maker Electronico,» Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.makerelectronico.com/producto/dfplayer-mini-reproductor-mp3/>. [Último acceso: Mayo 2020].

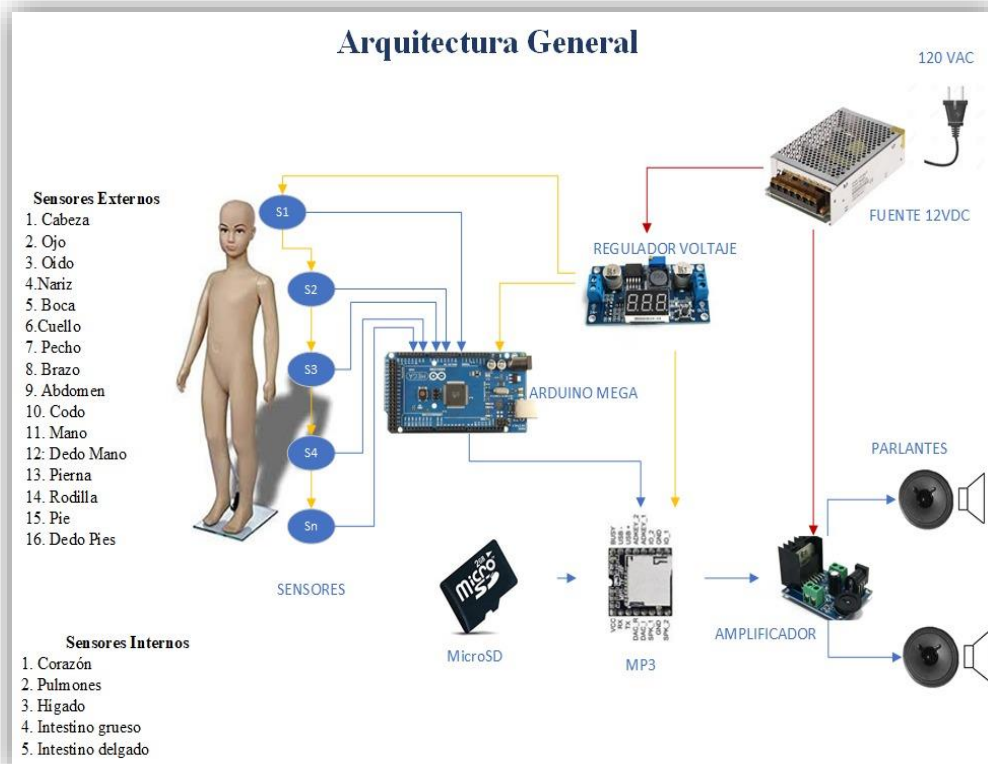
- [32] «ARDUINO GENUINO,» REDACCION , Junio 2017. [En línea]. Available: <https://descubrearduino.com/arduino-nano-pinout/>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [33] M. D. Crespo, «maueldlgadocrespo.blogs.top,» 23 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://manueldelgadocrespo.blogspot.com/p/arduino-mega-2560.html>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [34] L. Luis, «Ingeniería, informática y diseño,» 02 Junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/detectar-obstaculos-con-sensor-infrarrojo-y-arduino/>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [35] A. S. Ruiz, «Diodos Infrarrojos,» de *Guía Práctica de Sensores* , España , COPYRIGHT, pp. 117 - 121.
- [36] I. Mecafenix, «Ingenieria Mecafenix,» 3 Julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-piezoelctrico/>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [37] . S. A. J. Leonel Germán Corona Ramírez, «Los piezoeléctricos,» de *Sensores y Actuadores* , Azcapotzalco, Mexico , GRUPO EDITORIAL PATRIA S.A. , 2015, pp. 115 - 117.
- [38] L. T. Peromingo, «Programacion y Robotica,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.programacionyrobotica.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/01/WTV020-SD-16P-y-ARDUINO.pdf>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [39] «Cloudfront,» 2016. [En línea]. Available: <https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Widgets/WTV020SD.pdf>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- [40] «Electronica y Servicios,» de *Teoria para el servicio a fuentes conmutadas de componentes de audio* , MEXICO D.F. , MEXICO DIGITAL COMUNICACION S.A. , 2012, pp. 37 - 40.
- [41] E. N. Viraldell, de *Fuentes de alimentacion conmutadas en la práctica* , FIDESTEC, 2015, pp. 19 - 20 .
- [42] M. D. Crespo, 23 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://manueldelgadocrespo.blogspot.com/p/arduino-mega-2560.html>. [Último acceso: Mayo 2020].
- [43] «Web Robotica,» 07 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.web-robotica.com/arduino/conceptos-basicos-arduino/como-usar-el-modulo-sensor-de-infrarrojos-ir-fc-51-para-evitar-obstaculos-con-robot-arduinogenuino>. [Último acceso: 14 Marzo 2020].
- [44] https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_piezoel%C3%A9ctrico, «Sensor Piezoeléctrico,» 2015.

ANEXOS

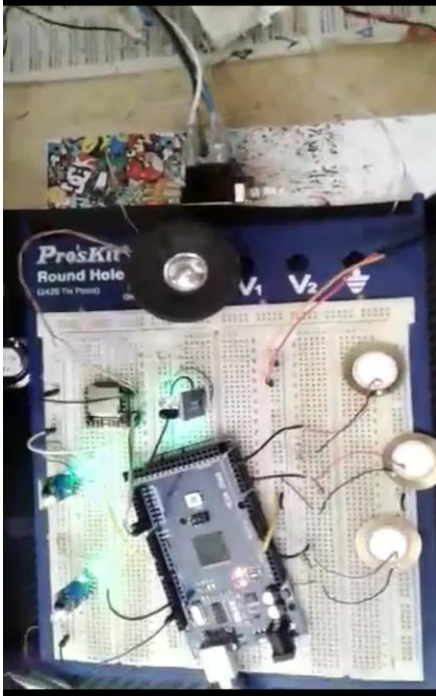


Distribución de sensores de la parte externa del maniquí

Distribución de sensores de la parte interna del maniquí



Arquitectura general del proyecto en Software ()



Conexión de los elementos al protoboard.



Prueba de sensores (Piezoeléctricos)



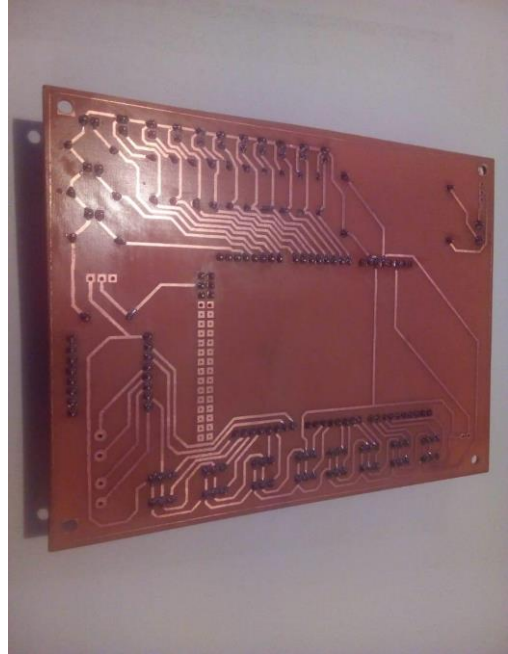
Prueba de sensores (Infrarrojos)

Colocación de sensores en el maniquí con
el protoboard.

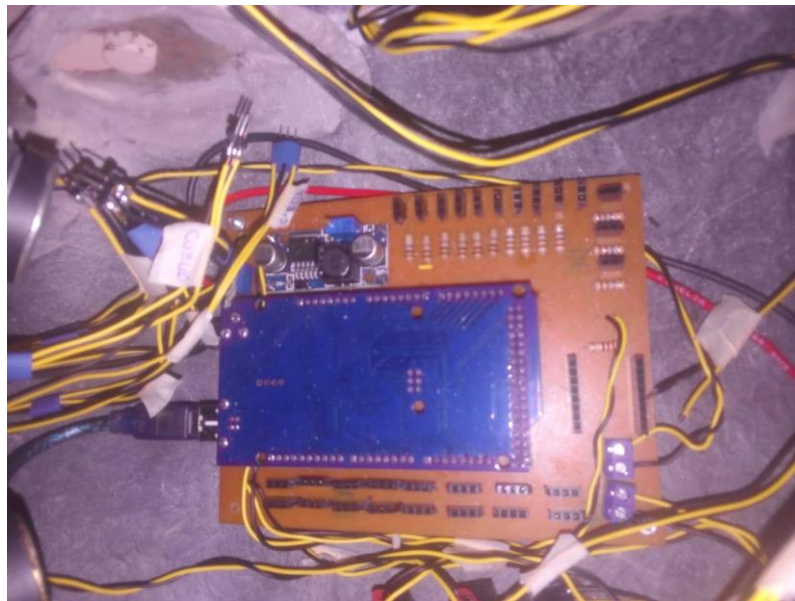
ANEXO III	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO (BAQUELITA)	1 DE 1
-----------	---	--------



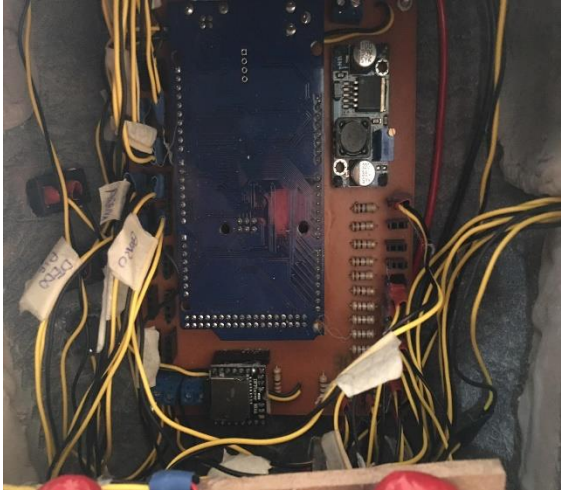

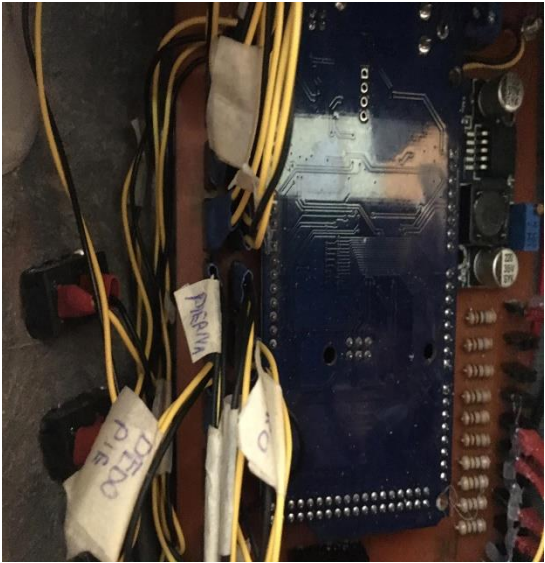
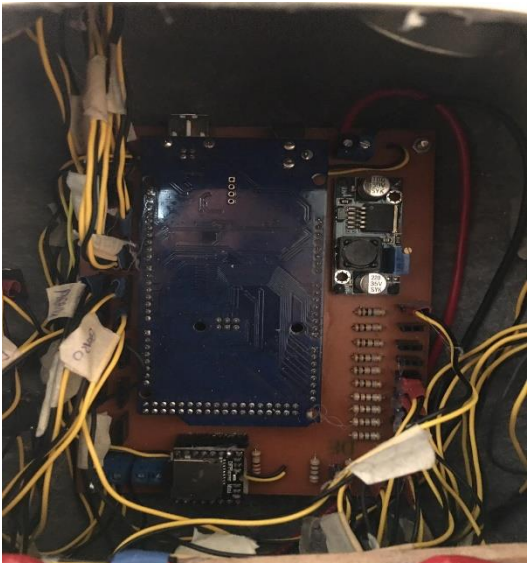
Conexión del arduino con el mp3 en la baquelita.



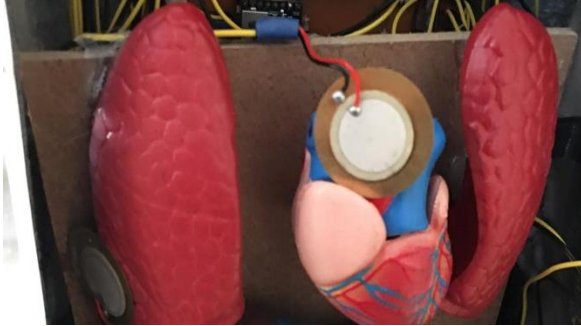
Pista del circuito en la baquelita.



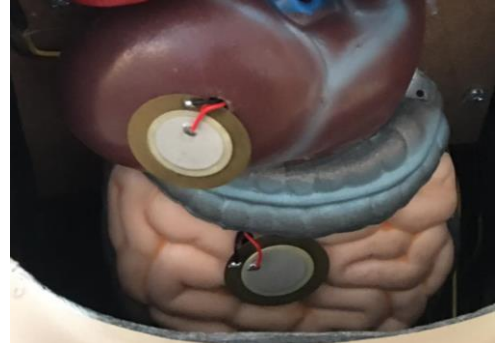
Conexión de cableado de sensores en la baquelita en las partes del maniquí.

ANEXO IV	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO (MANIQUÍ)	1 DE 2
 <p data-bbox="248 904 810 994">Conexión de la baquelita en la parte interna del maniquí.</p>	 <p data-bbox="871 904 1426 994">Colocación de cables de los sensores analógicos.</p>	
 <p data-bbox="258 1648 804 1738">Colocación de cables de los sensores digitales.</p>	 <p data-bbox="884 1648 1414 1693">Terminación de cableado de los sensores.</p>	

ANEXO IV	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO (MANIQUÍ)	2 DE 2
----------	---	--------



Colocación del sensor piezoeléctrico y cableado de los pulmones y corazón en la parte interna del maniquí.



Colocación del sensor piezoeléctrico y cableado del hígado y los intestinos en la parte interna del maniquí.



Conexión del cableado a la baquelita de las partes internas del maniquí.

ANEXO V	TERMINACIÓN DEL PROTOTIPO (MANIQUÍ)	1 DE 3
---------	--	--------




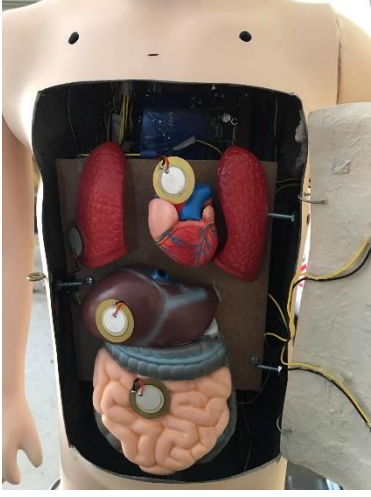


Culminación de la parte externa del maniquí.







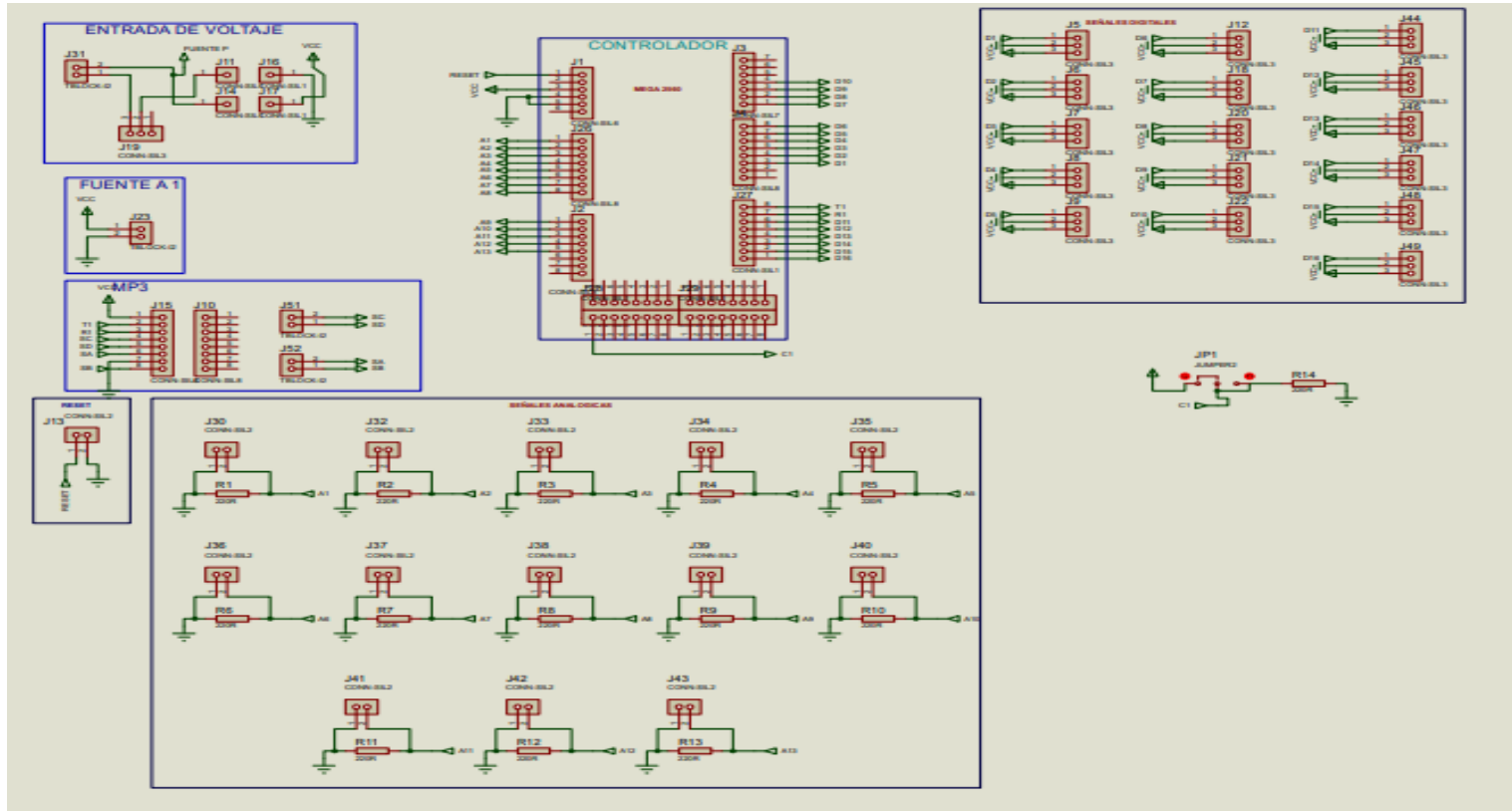
Culminación de la parte interna del maniquí.

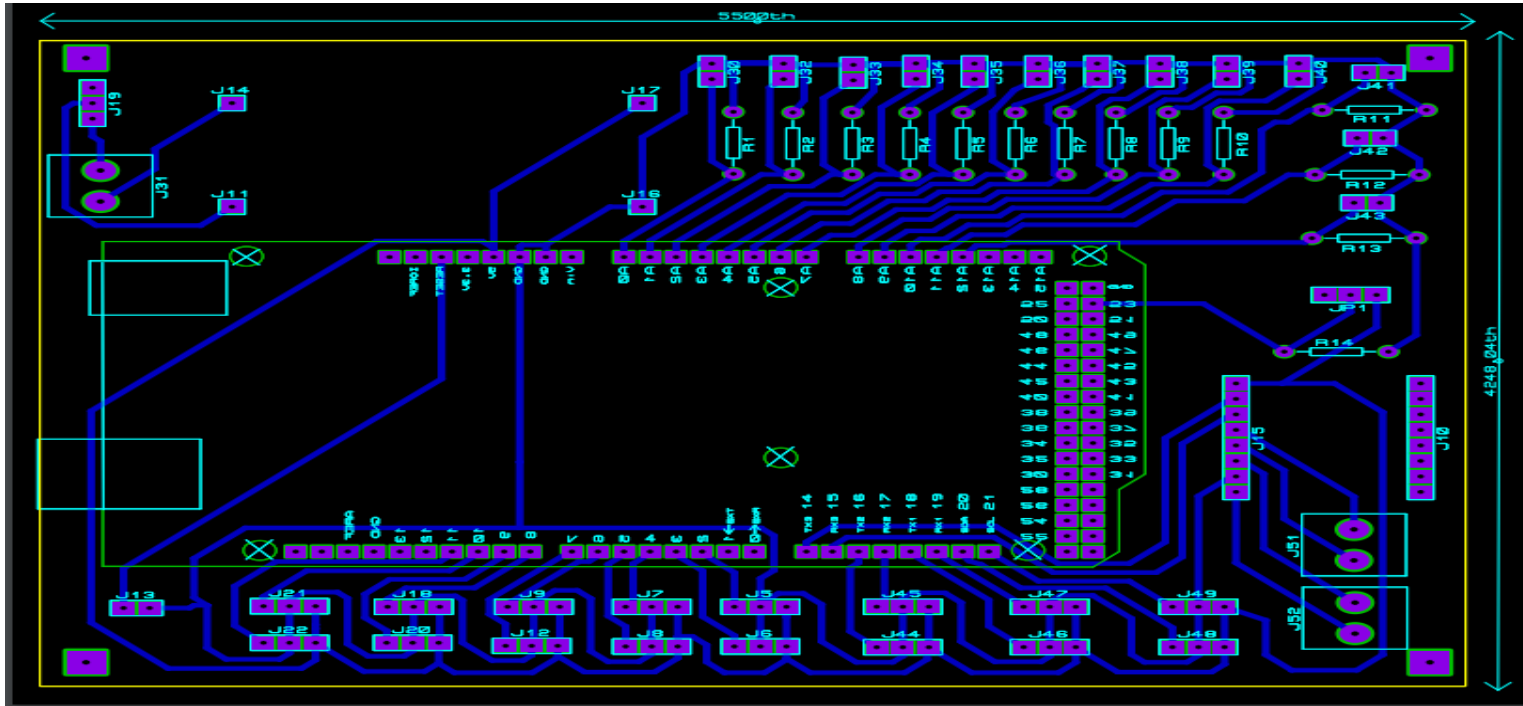


Culminación de la parte trasera del maniquí con su conector de fuente y pulsador de encendido y apagado con el cambio de idioma.

ANEXO I	TERMINACIÓN DEL PROTOTIPO (MANIQUÍ)	2 DE 3
 <p data-bbox="252 987 810 1077">Terminación del encendido y apagado con cambio de idiomas y un reset del prototipo.</p>	 <p data-bbox="903 987 1394 1077">Terminación de las partes internas del prototipo.</p>	
 <p data-bbox="233 1738 831 1827">Terminación de sensores infrarrojos de cabeza, ojos, nariz, boca y cuello del maniquí.</p>	 <p data-bbox="858 1720 1437 1809">Terminación de sensores infrarrojos del oído del maniquí.</p>	

ANEXO I	TERMINACIÓN DEL PROTOTIPO (MANIQUÍ)	2 DE 3
 <p data-bbox="252 898 810 987">Terminación de sensor piezoeléctrico de la mano del maniquí.</p>	 <p data-bbox="890 898 1406 987">Terminación de sensores infrarrojos del brazo y codo del maniquí.</p>	
 <p data-bbox="264 1648 799 1738">Terminación de sensor piezoeléctrico del pecho y abdomen del maniquí.</p>	 <p data-bbox="879 1637 1417 1827">Terminación de sensores infrarrojos de la pierna, pie y dedos del pie también un sensor piezoeléctrico de la rodilla del maniquí.</p>	





ANEXO I	TERMINACIÓN DEL PROTOTIPO (MANIQUÍ)	2 DE 3
<pre> #include <SoftwareSerial.h> //#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h> #include <DFPlayerMini_Fast.h> SoftwareSerial mySerial(15, 14); // RX, TX DFPlayerMini_Fast myMP3; // SENSORES DIGITALES const int sensorA = 2; const int sensorB = 3; const int sensorC = 4; const int sensorD = 5; const int sensorE = 6; const int sensorF = 7; const int sensorG = 8; const int sensorH = 9; const int sensorI = 10; const int sensorJ = 11; const int sensorK = 16; const int sensorL = 17; const int sensorM = 18; const int sensorN = 19; const int sensorO = 20; const int sensorP = 21; //SENSORES ANALOGICOS const int sensorAA = A0; const int sensorBB = A1; const int sensorCC = A2; const int sensorDD = A3; const int sensorEE = A4; const int sensorFF = A5; const int sensorGG = A6; const int sensorHH = A7; const int sensorII = A8; const int sensorJJ = A9; </pre>		

```
const int sensorKK = A10;
const int sensorLL = A11;
const int sensorMM = A12;

const int sensorX = 32;
//VARIABLES DIGITALES
int d1;
int d2;
int d3;
int d4;
int d5;
int d6;
int d7;
int d8;
int d9;
int d10;
int d11;
int d12;
int d13;
int d14;
int d15;
int d16;
int x;
//VARIABLES ANALOGICAS
int a1;
int a2;
int a3;
int a4;
int a5;
int a6;
int a7;
int a8;
int a9;
int a10;
int a11;
int a12;
```

```

int a13;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  myMP3.begin(mySerial);
  myMP3.volume(28);
  delay(20);

//ENTRADAS DIGITALES
pinMode(sensorA,INPUT);
pinMode(sensorB,INPUT);
pinMode(sensorC,INPUT);
pinMode(sensorD,INPUT);
pinMode(sensorE,INPUT);
pinMode(sensorF,INPUT);
pinMode(sensorG,INPUT);
pinMode(sensorH,INPUT);
pinMode(sensorI,INPUT);
pinMode(sensorJ,INPUT);
pinMode(sensorK,INPUT);
pinMode(sensorL,INPUT);
pinMode(sensorM,INPUT);
pinMode(sensorN,INPUT);
pinMode(sensorO,INPUT);
pinMode(sensorP,INPUT);

pinMode(sensorX,INPUT);
}

void loop(){
  x=digitalRead(sensorX);
  //if (x==HIGH){

  d1 = digitalRead(sensorA); //lectura digital de pin

```

```
if (d1 == LOW) {
  myMP3.play(8);
  delay(1500);
}

  d2 = digitalRead(sensorB ); //lectura digital de pin
if (d2==LOW) {
  myMP3.play(16);
  delay(1500);
}

  d3 = digitalRead(sensorC ); //lectura digital de pin
if (d3 == LOW) {
  myMP3.play(15);
  delay(1500);
}

  d4 = digitalRead(sensorD); //lectura digital de pin
if (d4 == LOW) {
  myMP3.play(13);
  delay(1500);
}

  d5 = digitalRead(sensorE); //lectura digital de pin
if (d5==LOW) {
  myMP3.play(1);
  delay(1500);
}

  d6 = digitalRead(sensorF); //lectura digital de pin
if (d6 == LOW) {
  myMP3.play(5);
  delay(1500);
}
```



```
d7 = digitalRead(sensorG); //lectura digital de pin
if (d7 == LOW) {
  myMP3.play(4);
  delay(1500);
}
```

```
d8 = digitalRead(sensorH ); //lectura digital de pin
if (d8==LOW) {
  myMP3.play(3);
  delay(1500);
}
```

```
d9 = digitalRead(sensorI ); //lectura digital de pin
if (d9 == LOW) {
  myMP3.play(2);
  delay(1500);
}
```

```
d10 = digitalRead(sensorJ); //lectura digital de pin
if (d10 == LOW) {
  myMP3.play(6);
  delay(1500);
}
```

```
d11 = digitalRead(sensorK ); //lectura digital de pin
if (d11==LOW) {
  myMP3.play(10);
  delay(1500);
}
```

```
d12 = digitalRead(sensorL ); //lectura digital de pin
if (d12 == LOW) {
  myMP3.play(23);
  delay(1500);
}
```

```

d13 = digitalRead(sensorM); //lectura digital de pin
if (d13 == LOW) {
  myMP3.play(24);
  delay(1500);
}
a11=analogRead(sensorKK); ///A///
if (a11>50){
  myMP3.play(11);
  delay(1500);
}
  a12=analogRead(sensorLL); ///A///
if (a12>50){
  myMP3.play(12);
  delay(1500);
}
  a13=analogRead(sensorMM); ///A///
if (a13>150){
  myMP3.play(14);
  delay(1500);
}
  a10=analogRead(sensorJJ); ///*****///
  if (a10>100){
  myMP3.play(17);
  delay(1500);
}
  a9=analogRead(sensorII); ///A///
if (a9>100){

```