



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE HUAUCHINANGO**

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

**“Prototipo de orientación para
débiles visuales con tecnología
RFID”**

TESIS

Que para obtener el grado de
**MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

Presenta:

Kevin Garcia Márquez

M 2 1 3 1 5 0 1 3

Director de Tesis: Mtro. Manuel Cruz Luna
Codirector de Tesis: Mtro. Aldo Hernández Luna

Huauchinango, Pue. 23 de octubre 2024

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la ciudad de Huauchinango, Puebla, siendo las **11:00** horas del día **31 de octubre de 2024** se reunieron los miembros del Comité Sinodal designado por el H. Consejo de Posgrado de la Maestría en Tecnologías de la Información del Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, para examinar y evaluar la tesis de grado titulada:

“PROTOTIPO DE ORIENTACIÓN PARA DÉBILES VISUALES CON TECNOLOGÍA RFID”

Presentada por el alumno:

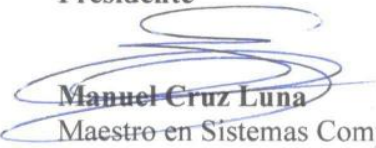
KEVIN GARCIA MARQUEZ, con número de control M21315013

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Después de intercambiar opiniones los miembros de la comisión manifestaron la aprobación e impresión final de la tesis, en virtud que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

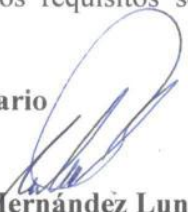
Presidente



Manuel Cruz Luna

Maestro en Sistemas Computacionales
Cédula profesional 8257588

Secretario



Aldo Hernández Luna

Maestro en Ingeniería
Cédula profesional 11606723

Vocal



Carmen Jeannette Sampayo Rodríguez

Maestra en Sistemas Computacionales
Cédula profesional 8591146

Suplente



Gregorio Castillo Quiroz

Doctor en Ciencias Matemáticas
Cédula profesional 09174990



Sello de la institución
INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE HUAUCHINANGO
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango
Dirección General
Dirección Académica
Subdirección de Posgrado e Investigación

Huauchinango, Puebla, **31/octubre/2024**

Oficio: SPel/118-Bis/2025

Asunto: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DEFINITIVA DE TESIS

ING. KEVIN GARCIA MARQUEZ
ESTUDIANTE DE LA MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN
PRESENTE

Por este conducto tengo el agrado de comunicarle que el jurado designado para que Usted obtenga el grado de **MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**, ha informado a esta Subdirección de Posgrado e Investigación, su aceptación para la impresión Definitiva de su trabajo de tesis, en el cual lleva por título:

"PROTOTIPO DE ORIENTACIÓN PARA DÉBILES VISUALES CON TECNOLOGÍA RFID"

Por lo anterior se autoriza la impresión de su trabajo, esperando que el logro del mismo sea acorde con sus aspiraciones profesionales.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
La técnica en armonía con la naturaleza para un mundo mejor.



C. FERNANDO GONZÁLEZ CRUZ
SUBDIRECTOR DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c. c. p. C. Carmen Jeannette Sampayo Rodríguez, Coordinación de la Maestría en Tecnologías de la Información
c. c. p. C. Aldo Hernández Luna, Presidencia del Consejo de Posgrado de la Maestría en Tecnologías de la Información
c.c.p. Archivo.

Resumen

La discapacidad visual es una condición que afecta a un gran número de personas en México y en todo el mundo. En México, hay alrededor de 2.5 millones de personas con discapacidad visual, lo que representa el 2.2% de la población total del país. Esta condición puede tener un impacto significativo en la vida diaria de las personas, afectando su capacidad para realizar tareas cotidianas y participar plenamente en la sociedad. En esta tesis se desarrolló un prototipo de orientación para débiles visuales con tecnología RFID para ayudar a los principales desafíos que enfrentan las personas con discapacidad visual en México y como una posible solución para abordar este problema. El objetivo es desarrollar un prototipo de ubicación para débiles visuales o invidentes, mediante tecnología RFID sin necesidad de acceso a internet, con la finalidad de utilizarlo en áreas específicas. La metodología utilizada para el desarrollo de este prototipo incluye una investigación documental sobre la tecnología y sensores RFID, la determinación de los componentes adecuados para la construcción del dispositivo, la programación del código correspondiente, las pruebas de funcionamiento y el diseño ergonómico para el dispositivo. Con este dispositivo se busca brindar a las personas con discapacidad visual una mayor independencia y autonomía en su desplazamiento por su entorno.

Palabras claves:

Discapacidad visual, México, Estadísticas, Tecnología RFID, Desafíos, Exclusión social, Prototipo de orientación.

Abstract

Visual impairment is a condition that affects a large number of people in Mexico and around the world. In Mexico, there are around 2.5 million people with visual disabilities, which represents 2.2% of the total population of the country. This condition can have a significant impact on people's daily lives, affecting their ability to perform daily tasks and participate fully in society. In this thesis, a prototype location for the visually impaired with RFID technology was developed to help the main challenges faced by visually impaired people in Mexico and as a possible solution to address this problem. The objective is to develop a location prototype for the visually impaired or blind, using RFID technology without the need for internet access, in order to use it in specific areas. The methodology used for the development of this prototype includes documentary research on RFID technology and sensors, the determination of the appropriate components for the construction of the device, the programming of the corresponding code, the functional tests and the ergonomic design for the device. This device seeks to provide visually impaired people with greater independence and autonomy in their movement around their environment.

Keywords:

Visual impairment, Mexico, Statistics, RFID technology, Challenges, Social exclusion, Location prototype.

Dedicatoria

A mi esposa, Lilia Martínez Oliveros.

A mi madre, Ana María Márquez Laborador.

A mi padre, Miguel Ángel Garcia Amador.

A mis hermanas, Aquetzali Anahí Garcia Márquez y a Mitzi Samara Garcia Márquez.

A mi suegra, Lilia Martínez Valdovinos.

A hijas, Skyler Alanna Y Gala Kailany.

A todas aquellas personas que han estado conmigo en este proceso.

Agradecimientos

Agradezco a la maestría en tecnologías de la información, a la Academia de ingeniería Eléctrica y al Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, pues sin su apoyo la culminación de este proyecto no hubiera sido posible.

Le doy gracias a mi familia por el apoyo incondicional que han brindado para lograr alcanzar mis metas y sueños.

Le agradezco las atenciones del Mtro. Manuel Cruz Luna, Mtro. Aldo Hernández Luna y Mtra. Carmen Jeaneette Sampayo Rodríguez, por todo el apoyo que como asesores me brindaron para llevar a cabo este proyecto.

Quiero agradecer a Conahcyt por brindarme el apoyo económico para el desarrollo de este proyecto.

Índice de contenido

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos.....	IV
Capítulo 1.....	1
Introducción	1
1.1 Planteamiento y delimitación del problema.....	1
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Hipótesis.....	7
1.6 Motivación para elaborar la investigación	9
1.7 Publicaciones que sustentan el trabajo	10
Capítulo 2.....	16
Marco Teórico	16
2.1 Placa de desarrollo Arduino.	16
2.2 Tecnología RFID.....	18
2.3 Tarjetas TAG.....	21
2.3.1 TAG activas	23
2.3.2 TAG pasivas	24
2.4 Reproductores de audio para Arduino.....	25
2.5 Programas de diseño para la creación de prototipos	27
2.5.1 TinkerCAD	27
2.5.2 AutoCAD	28
2.5.3 SolidWorks:	29
2.6 Impresión 3D	31
2.6.1 Impresora 3D Ender 5 plus.	32
2.7 Software cura.	33
2.8 Software Livewire, PCB Wizard y CopperCAM	35
2.9 Uso de percentiles en el desarrollo de prototipos para seres humanos	36
Capítulo 3.....	40
Metodología	40

3. Marco metodológico	40
3.1 Investigación	40
3.2 Código de Programación	41
3.3 Diagrama de flujo	41
3.4 Estructura del código de programación en Arduino para prototipo.....	43
3.5 Código.....	49
3.5.1 Compilación de código	51
3.5.2 Ejecución del código.....	52
3.5.3 Proceso de transferencia de código al microcontrolador	53
3.6 Simulación, diseño y construcción y de circuito electrónico.....	58
3.6.1 Regulador de voltaje LM7805	59
3.6.2 Regulador de voltaje LM1117T 3.3V	60
3.6.3 RFID-RC522.....	61
3.6.4 Tarjeta TAG	62
3.6.5 Capacitor 100 microfaradios.....	63
3.6.6 Resistencia 330 ohm	64
3.6.7 Cristal oscilador 16.000 MHz	64
3.6.8 Lector de tarjeta SD MP3-TF-16P	65
3.6.9 Placa fenólica	66
3.6.10 Bocina compacta.....	67
3.6.12 Batería de 9.0 volts 500mah recargable por USB.....	70
3.7 Simulación	71
3.7.1 Plan para simulación.....	71
3.7.2 Construcción del circuito en simulación.....	72
3.7.3 Modelado	75
3.8 Construcción del circuito Electrónico.....	77
3.9 Circuito Electrónico para montaje en tarjeta PCB.....	86
3.10 Frabricacion de pcb en CNC	95
3.11 Relacion de copperCAM y la maquina CNC.....	96
3.12 Calculo del área de pista para PCB.....	97
3.13 Relación entre el software LiveWire, el software PCB Wizard y el software de march3 CNC controller.....	102
3.14 Coordenadas layer.....	107
3.15 Coordenadas drilling.....	108
3.16 Corte de PCB.	109

3.17 PCB final.....	109
3.18 Calculo duración de batería en horas de autonomía.	111
3.19 Diseño e impresión en 3D de estructura ergonómica para prototipo.....	114
3.20 Construcción de piezas para el prototipo en solidworks.	116
3.21 Prototipo funcional, ensamble de componentes electrónicos en estructura ergonómica.....	140
3.22 Prototipo final	142
Capítulo 4.....	144
Análisis de resultados y discusión.....	144
4.1 Análisis de Resultados y discusión.	144
4.2 Alcances.....	147
4.3 Limitaciones.....	148
4.4 Conclusión	149
4.5 Propuestas, recomendaciones y trabajos futuros.....	150
4.5.1 Mejora del Prototipo	150
4.5.2 Validación y Pruebas Adicionales	150
4.5.3 Implementación a Gran Escala	153
4.5.4 Investigación de Tecnologías Emergentes.....	153
4.5.5 Colaboración y Participación Comunitaria.....	154
4.6 Experiencia personal y profesional adquirida	154
4.6.1 Experiencia personal y profesional	154
4.7 Competencias desarrolladas	155
4.7.1 Competencias Tecnológicas	155
4.7.2 Competencias en Investigación y Desarrollo.....	156
4.7.3 Competencias en Educación Inclusiva	156
4.7.4 Competencias en Comunicación y Colaboración:	156
4.7.5 Competencias en Gestión de Proyectos	156
4.7.6 Competencias en Sensibilidad y Empatía:	157
Anexos	157
Referencias	168

Índice de figuras

Figura 1.1 Grafica de discapacidades por tipo.....	6
Figura 1.2 Aumento de discapacidad visual.	7
Figura 1.3 Aceptación de artículo INGECO.....	11
Figura 1.4 ponencia de artículo INGECO.	12
Figura 1.5 Constancia de participación TecNM fase local.	13
Figura 1.6 Acreditación a la etapa nacional InnovaTecNM 2023.	14
Figura 1.7 Participación en la etapa nacional InnovaTecNM 2023.....	15
Figura 2.1 Arduino.....	17
Figura 2.2. Microcontrolador ATmega328P.....	18
Figura 2.3. RFID LD.....	20
Figura 2.4. Tarjetas Tag.	21
Figura 2.5. Tarjeta Tag Activa.....	23
Figura 2.6. Tarjeta Tag pasivas.....	24
Figura 2.7. DFPlayer Mini.	26
Figura 2.8. Comparación de programas de diseño.....	27
Figura 2.9. Autodesk TinkerCAD.....	28
Figura 2.10. logo AutoCAD.	28
Figura 2.11. Logotipo SolidWorks.	29
Figura 2.12. Impresora 3D Ender 5 Plus	33
Figura 2.13. logo software Ultimaker Cura.	35
Figura 2.14. Percentil 95-5.	37
Figura 2.15 Resultado de percentil de circunferencia en cuello	38
Figura 2.16. Resultado de percentil de anchura en cuello	39
Figura 3.1. Fases para el desarrollo del prototipo.....	40
Figura 3.2. Diagrama de flujo del código de programación.	42
Figura 3.3. Agregar Librerías al código de programación.....	44
Figura 3.4. Compilación de código.....	52
Figura 3.5 Proceso de transferencia.....	53
Figura 3.6. Transferencia de código al microcontrolador.....	55
Figura 3.8. Vista de monitor serial.	57
Figura 3.9. Resultado de primer TAG leída.....	57
Figura 3.10. Resultado de segunda TAG leída	58

Figura 3.11. Regulador de voltaje LM7805.....	60
Figura 3.12. Regulador de voltaje LM1117T 3.3V	60
Figura 3.13. Tarjeta RFID-RC522.....	61
Figura 3.14. Tarjeta TAG	62
Figura 3.15. Capacitor 100 microfaradios	63
Figura 3.16. Resistencias de 330 ohm	64
Figura 3.17. Cristal oscilador 16000 MHz	65
Figura 3.18. Lector de tarjeta SD MP3-TF-16P	66
Figura 3.19. Placa fenólica.	67
Figura 3.20. Bocina compacta.	67
Figura 3.21. Atmega328PElectroallweb.....	68
Figura 3.22. Batería recargable Steren.....	70
Figura 3.23. Desarrollo de simulación.....	71
Figura 3.24. Software Tinkercad.	72
Figura 3.25. Arduino Uno.....	72
Figura 3.26. Módulo RFID-RC522.....	72
Figura 3.27. Display LCD 16X2.....	72
Figura 3.28. Serie de pasos para la construccion	73
Figura 3.29. Librerías RC-522 Rfid y para la LCD 16x2	73
Figura 3.30. Incluimos en el código los pines de conexión.....	74
Figura 3.31. Rutinas.....	74
Figura 3.32. Conexiones correspondientes a todos los componentes electrónicos utilizados en esta simulación.....	75
Figura 3.33. Conexión módulo RC-522 Arduino Uno y display LCD 16x2.....	76
Figura 3.34. Primera ubicación asignada.....	76
Figura 3.36. Software Fritzing.....	78
Figura 3.37. protoboard en Fritzing	78
Figura 3.38. Bateria de 9.0 volts.....	79
Figura 3.39. reguladores de tensión	79
Figura 3.40. Atmega328P en Fritzing.....	81
Figura 3.41. Creación de componentes.....	82
Figura 3.42. Numero de pines del componente	82
Figura 3.43. Cambio de icono.....	83
Figura 3.44. Salvar componente	83
Figura 3.45. Módulo MP3-TF-PLAYER.....	84

Figura 3.46. Conexiones de circuito	84
Figura 3.47. Circuito de manera física.....	85
Figura 3.48. Conexión con voltaje.....	85
Figura 3.49. Prueba de circuito con la tarjeta TAG	86
Figura 3.50. Inicio de LiveWire.....	88
Figura 3.51. Componentes Electrónicos	89
Figura. 3.52. Atmega328p en LiveWire	90
Figura 3.53. Conexiones de todos los componentes.....	91
Figura 3.54. Conversión del circuito esquemático a PCB	91
Figura 3.55. Ventana con el nombre de desing to printend circuit board.....	92
Figura 3.56. Acomodo de pistas	92
Figura 3.57. Acomodo del 89%.....	93
Figura 3.58. Componentes para una mejor vista.	93
Figura 3.59. Circuito terminado en PCB Wizard.....	94
Figura 3.60. Export Gerber	94
Figura 3.61. Guardamos los archivos	95
Figura 3.62. Maquina CNC.....	96
Figura 3.63. Nuevo archivo en CopperCAM.....	97
Figura 3.64. Valor de ancho de pista	100
Figura 3.65. Diámetro de Perforaciones	100
Figura 3.66. Generación de contorno.....	101
Figura 3.67. Generación de pistas.....	101
Figura 3.68. Generación de perforaciones	102
Figura 3.69. Generación de corte.....	102
Figura 3.70. Ventana principal March3 CNC.....	104
Figura 3.71. Load G Code en March3 CNC	105
Figura 3.72. Vista preliminar 2D	105
Figura 3.73. PCB impresa.....	110
Figura 3.74. PCB con la tarjeta RFID.....	110
Figura 3.75. Resultado de consumo energético.	112
Figura 3.76. Grafico comportamiento de descarga.....	112
Figura 3.77 Grafico comportamiento de carga.	113
Figura 3.78. Consumo Energético	113
Figura 3.79. Diseño en TinkerCAD.....	115

Figura 3.80. Diseño en AutoCAD.	116
Figura 3.81 Carcasa para componentes electrónicos.	117
Figura 3.82. Soporte de tarjeta RFID.....	118
Figura 3.83. Base para bocina compacta.	119
Figura 3.84. Base para batería de 9v.....	119
Figura 3.85. Estructura con un trayecto curvo.....	120
Figura 3.86. Figura sólida.	120
Figura 3.87. Vacío en figura.	121
Figura 3.88. Corte en el sólido con las medidas del interruptor.	121
Figura 3.89. Estructura inferior.....	122
Figura 3.90. Pestañas para su sujetarse.....	122
Figura 3.91. Esfera para ajuste.....	123
Figura 3.92. Esfera en ambas pestañas	123
Figura 3.93. Vista frontal de soporte.	124
Figura 3.94. Esfera para la sujeción.....	124
Figura 3.95. Cara posterior más amplia.....	125
Figura 3.96. Cara posterior	125
Figura 3.97. Cara inferior	126
Figura 3.98. Profundidad mayor en la pieza inferior.....	126
Figura 3.99. Distribución de la tapa para coincidir con la base.....	127
Figura 3.100. Definido para cada componente	127
Figura 3.101. Medidas totalmente idénticas	128
Figura 3.102. Parte superior del canal	128
Figura 3.103. Sólido a vaciar	129
Figura 3.104. Tapa de carcasa.	129
Figura 3.105. Perforaciones circulares	130
Figura 3.106. Corte en revolución en forma de esfera.....	130
Figura 3.107. Muestras diseñadas para la parte frontal	131
Figura 3.108. Esferas cortadas en revolución	131
Figura 3.109. Grabados en la tapa de la tarjeta RFID.....	132
Figura 3.110. Contenedor para batería.....	132
Figura 3.111 Tapa Concluida.....	133
Figura 3.112. Ensamble correspondiente de ambas piezas vista frontal	133
Figura 3.113. Ensamble correspondiente de ambas piezas vista inferior.	134

Figura 3.114. Nuevo proyecto en Cura.....	134
Figura 3.115. Parámetros de impresión	135
Figura 3.116. Configuración de parámetros de impresión.....	137
Figura 3.117. Pieza trasera impresión en 3D con filamento TPU.	139
Figura 3.118. Pieza delantera impresión en 3D Con filamento TUP	140
Figura 3.119. Placa PCB.....	141
Figura 3.120. Colocación de componentes en prototipo.	141
Figura 3.121. Cara inferior de estructura con componentes	142
Figura 3.122. Prototipo final.....	143
Figura 4.1. Logo del CRIH.	145
Figura 4.2 Grafico de validación de prototipo	151
Figura 4.3 Margarita islas con prototipo en mano	¡Error! Marcador no definido.
Figura A2-1. Conoces a una persona con discapacidad visual.	160
Figura A2-2. Discriminación a personas con discapacidad visual.	160
Figura A2-3. Opinión de los encuestados sobre las dificultades para las personas con discapacidad visual.	161
Figura A2-4. ¿Problemas para desplazarse de manera autónoma?.....	161
Figura A2-5. ¿Consideras que sería de utilidad un dispositivo de ubicación?	162
Figura A3-1. Componentes extras al circuito original Atmega328P y Arduino Nano.....	163
Figura A3-2. PCB Atmega328P acabado industrial.	163
Figura A4-1. Diploma de diplomado en educación inclusiva.	164
Figura A5-1. Entrevista con Fidel Pastrana Reyes	165
Figura A6-1. Plano de estructura 1	166
Figura A6-2. Plano de estructura 2	167
Figura A6-3. Plano de estructura 3	167

Índice de tablas

Tabla 1. Comparativa de Dispositivos para Personas con Discapacidad Visual	4
Tabla 2.1 Variación en Diámetro en Cuello	38
Tabla 2.2 Variación Anchura Cuello.	39
Tabla 3.1 Espacios de almacenamiento de TAG en memoria del microcontrolador	49
Tabla 3.2. Coordenadas layer	107
Tabla 3.3. Coordenadas drilling.....	108
Tabla 3.4. Coordenadas cutting	109
Tabla 4.1 consultada sobre las características del dispositivo	150
Tabla A2-1. ¿Conoces a una persona con discapacidad visual?	160
Tabla A2-2. ¿Crees que las personas con discapacidad visual sufren discriminación?	160
Tabla A2-3. ¿Crees que las personas con discapacidad visual tienen problemas para identificar un lugar?	161
Tabla A2-4. ¿Crees que las personas con discapacidad visual tienen problemas para desplazarse de manera autónoma?	161
Tabla A2-5. ¿Consideras que sería de utilidad un dispositivo de ubicación diseñado para que proporcione la ubicación en puntos específicos a personas con discapacidad visual?	162

Capítulo 1.

Introducción

1.1 Planteamiento y delimitación del problema

La ceguera es una condición en la que una persona no ve nada en absoluto, esta refiere a una discapacidad visual del área sensorial, que afecta al desarrollo y a las capacidades para ejercer actividades esenciales de la vida diaria. La discapacidad visual puede tener un impacto significativo en la vida de las personas. Puede afectar su capacidad para realizar tareas cotidianas, como leer, conducir o cocinar, lo que puede limitar su independencia y autonomía. También puede afectar su capacidad para trabajar y participar plenamente en la sociedad, lo que puede resultar en una mayor exclusión social y económica. Además, las personas con discapacidad visual enfrentan desafíos adicionales en términos de acceso a la atención médica, la educación y el empleo. Una de las principales causas de la discapacidad visual en México es la catarata, una enfermedad ocular que causa la opacidad del cristalino del ojo, lo que resulta en una pérdida de la visión. Otras causas comunes incluyen el glaucoma, la degeneración macular y la retinopatía diabética. Aunque estas condiciones pueden ser tratadas, muchas personas en México no tienen acceso a la atención médica adecuada, lo que puede resultar en una discapacidad visual permanente. Además de los desafíos de salud, las personas con discapacidad visual también enfrentan desafíos en términos de acceso a la educación y el empleo. Muchas escuelas y lugares de trabajo no están diseñados para satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad visual, lo que puede limitar sus oportunidades de aprendizaje y empleo. También pueden enfrentar discriminación y estereotipos negativos en la sociedad. A pesar de estos desafíos, hay algunas iniciativas que están trabajando para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual en México. Por ejemplo, el Instituto Nacional para la Rehabilitación (INR) ofrece servicios de rehabilitación para personas con discapacidad visual, incluyendo terapia ocupacional, terapia de movilidad y capacitación en el uso de tecnología asistida.

(Ibarra., 2023). También hay organizaciones de la sociedad civil que trabajan para mejorar el acceso a la atención médica y la educación para personas con discapacidad visual. En la actualidad las personas con discapacidad visual tienen muchas limitaciones para desplazarse por su entorno, esto debido a que no se cuenta con las herramientas ni dispositivos necesarios para brindarles independencia y/o una forma adecuada para que ellos puedan trasladarse de un lugar a otro de una manera independiente. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la discapacidad visual ocupa el segundo lugar como limitante en la población de México para el desarrollo de las actividades, la Unión Mundial de Ciegos (World Blind Union Head) reporta un total de 285 millones de discapacitados visuales en el mundo. Una de las mayores problemáticas que se presentan en personas que son invidentes o débiles visuales es el desplazamiento autónomo en las ciudades, esto aunado a la desorientación, y añadiendo que no se ha dado la atención correspondiente a la adecuación de las calles para ayudar a las personas que sufren de este padecimiento. En las grandes ciudades existen alarmas auditivas especiales que sirven como guía al cruzar la calle, pero esto no es suficiente, ya que las personas con este tipo de problema carecen en su totalidad de algún tipo de herramienta que les indique el lugar donde se encuentran, por lo cual el problema a resolver es la necesidad de disminuir el índice de desorientación de estas personas cuando tienen que trasladarse por sí solas de una ubicación a otra.

1.2 Objetivo general

El objetivo general del presente proyecto de investigación es desarrollar un prototipo de sistema de orientación basado en tecnología RFID, diseñado para personas con debilidad visual o invidentes. El prototipo empleará identificación por radiofrecuencia utilizando etiquetas o tarjetas TAG, permitiendo el almacenamiento y recuperación de datos de manera remota y sin necesidad de acceso a internet. Así mismo, se espera que el prototipo sea una herramienta útil que permita a estas personas orientarse y desplazarse de manera segura en áreas específicas, mejorando así su independencia y calidad de vida.

El objetivo general se pretende alcanzar mediante la realización de las siguientes etapas:

- Investigar y comprender en profundidad las necesidades y desafíos específicos que enfrentan las personas con discapacidad visual en cuanto a la ubicación y navegación en entornos determinados.
- Analizar exhaustivamente la tecnología RFID y su aplicabilidad para el desarrollo de sistemas de ubicación accesibles a personas con discapacidad visual, sin la necesidad de conexión a internet.
- Diseñar e implementar un prototipo funcional que integre etiquetas RFID, lectores y dispositivos de retroalimentación auditiva, con el fin de proporcionar información espacial y direccional a los usuarios.
- Desarrollar algoritmos y software que permitan la identificación y seguimiento de las etiquetas RFID, así como la generación de instrucciones de navegación adaptadas a las necesidades de las personas con discapacidad visual.
- Realizar pruebas exhaustivas del prototipo con usuarios reales, recopilando retroalimentación y evaluando su eficacia en situaciones reales. A partir de los resultados obtenidos, se realizarán ajustes y mejoras en el sistema.
- Evaluar la viabilidad técnica, y social del prototipo, considerando aspectos como la escalabilidad, la facilidad de uso, la aceptación por parte de los usuarios y profesionales en el ámbito de la discapacidad visual.

Como se puede ver en la Tabla 1, se presenta una comparativa detallada de dispositivos diseñados para asistir a personas con discapacidad visual. La tabla incluye columnas que evalúan las principales características de cada dispositivo, su costo aproximado en dólares (USD), si requieren conexión a internet, si tienen la capacidad de transmitir audio y si permiten cambiar el idioma. Este análisis permitió identificar las herramientas más adecuadas según sus necesidades y preferencias, esto para el cumplimiento del objetivo general y los objetivos específicos del proyecto, que se centran en desarrollo del prototipo.

Tabla 1. Comparativa de Dispositivos para Personas con Discapacidad Visual

Dispositivo	Características	Costo Aproximado (USD)	Requiere Internet	Transmite Audio	Idioma Cambiable
OrCam MyEye	Gafas inteligentes con tecnología avanzada, realidad aumentada, navegación, interacción con el entorno	\$2,000.00 - \$3,000.00	Sí	Sí	No
eSight	Gafas inteligentes que amplifican la visión, proporcionando mayor claridad y definición	\$2,000.00 - \$3,000.00	Sí	Sí	Sí
VoiceOver (iOS)	Lector de pantalla que describe el contenido en voz alta	Gratuito (con iOS)	Sí	Sí	No
TalkBack (Android)	Lector de pantalla que proporciona retroalimentación auditiva para Android	Gratuito (con Android)	Sí	Sí	Sí
Seeing AI (iOS)	App que utiliza la cámara para narrar el entorno y reconocer objetos y personas	Gratuito (con iOS)	Sí	Sí	Sí
Lookout (Android)	App de reconocimiento de objetos que proporciona descripciones auditivas en tiempo real	Gratuito (con Android)	Sí	Sí	Sí
Step-Hear	Utiliza altavoces para proporcionar indicaciones de desplazamiento y guiado por voz	\$400.00-\$700.00	No	Sí	No
Prototipo de Orientación para Débiles Visuales con Tecnología RFID	No requiere internet, utiliza tecnología RFID, puede cambiar de idioma, es recargable	\$183.00	No	Sí	Sí

1.3 Objetivos específicos

- Crear un diseño ergonómico y portátil para el prototipo, considerando dimensiones compactas y un peso ligero. De esta manera, las personas con discapacidad visual podrán llevarlo consigo cómodamente y utilizarlo en cualquier ubicación.

- Asegurar la accesibilidad del prototipo para todas las personas, independientemente de su idioma. Esto implica desarrollar una interfaz y retroalimentación en el dispositivo que pueda adaptarse a diferentes idiomas y permitir una experiencia inclusiva para los usuarios con discapacidad visual.
- Implementar características y funcionalidades que promuevan la confianza de las personas con discapacidad visual. Esto incluye proporcionar indicaciones claras y precisas, retroalimentación táctil o auditiva, y una interfaz intuitiva que facilite la interacción y la comprensión de la información de ubicación.
- Realizar pruebas exhaustivas del prototipo con usuarios reales que tengan discapacidad visual, recopilando sus comentarios y retroalimentación para evaluar su efectividad y realizar mejoras iterativas en el diseño y funcionamiento del dispositivo.

1.4Justificación

La discapacidad visual es una realidad significativa que afecta a un gran número de personas en el mundo, basándonos en nuestra región que es Huauchinango Puebla. las estadísticas del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), cuantifican un total de 1,740 personas registradas con discapacidad visual, ocupando el segundo lugar más alto en la gráfica de discapacidades como se observa en la Figura 1.1 Es evidente que se requieren soluciones para este grupo de la sociedad que les permitan llevar a cabo sus actividades diarias de manera más autónoma.

Uno de los desafíos principales que enfrentan las personas con discapacidad visual es la movilidad ya que la falta de visión dificulta su capacidad para desplazarse por su entorno de manera segura y eficiente. Por lo tanto, es crucial proporcionarles herramientas tecnológicas que les ayuden a superar estas barreras y a tener una mayor independencia en su movilidad.

Considerando esta necesidad, la presente investigación plantea el desarrollo de un prototipo de sistema de orientación que permita una mayor movilidad a las personas con discapacidad visual en Huauchinango. El prototipo sería una solución tecnológica que brinde a las personas con discapacidad visual la capacidad de desplazarse de manera más autónoma y segura en su entorno.

Es importante mencionar que al proporcionar a las personas con discapacidad visual las herramientas necesarias para una mayor independencia en su movilidad, se les permite participar más activamente en la sociedad, acceder a oportunidades educativas y laborales, y disfrutar de una mejor calidad de vida en general. Además, esta solución contribuiría a fomentar la inclusión y la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad visual en Huauchinango.

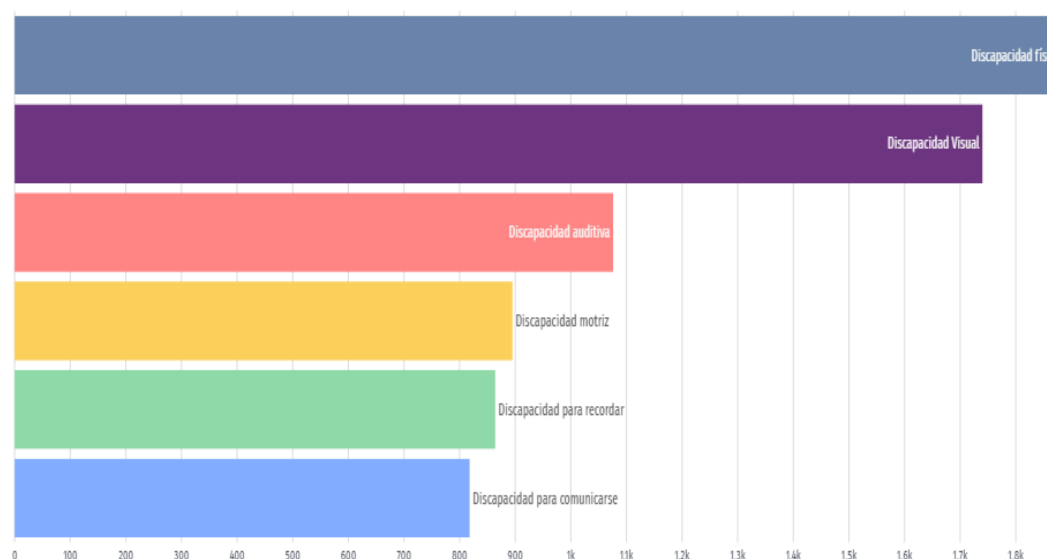


Figura 1.1 Grafica de discapacidades por tipo.

Data México. (s.f.). Perfil económico de Huauchinango

También a nivel mundial la discapacidad está afectando demasiados seres humanos, se estima que hay alrededor de 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales aproximadamente 39 millones son ciegas y 246 millones tienen baja visión. Estas cifras son proporcionadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS). También se

estima un crecimiento de 587,6 millones de personas con discapacidad visual en 2050. Para las personas ciegas las estimaciones son de 114,6 millones en 2050. (Figura 1.2).

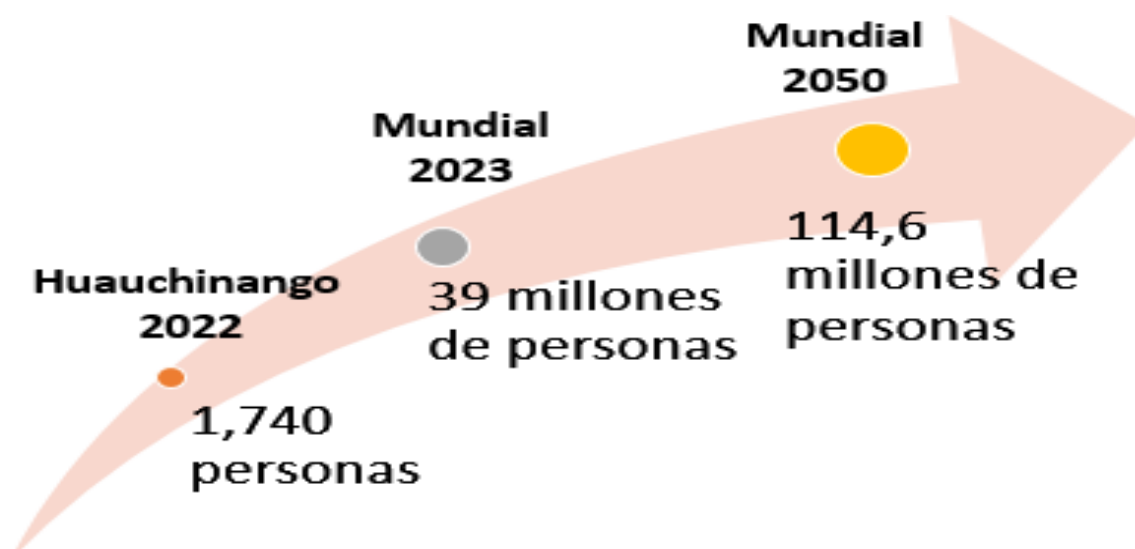


Figura 1.2 Aumento de discapacidad visual.

1.5 Hipótesis

La implementación de un prototipo de orientación basado en tecnología RFID proporcionará a las personas con discapacidad visual, una herramienta efectiva para mejorar su independencia y seguridad en el desplazamiento por áreas específicas. El sistema utilizará dispositivos denominados etiquetas o tarjetas TAG, que no requieren acceso a internet, para proporcionar información espacial y direccional a los usuarios. Se espera que este sistema reduzca significativamente el índice de desorientación de las personas con discapacidad visual, permitiéndoles trasladarse de manera más autónoma y segura.

Dado que la discapacidad visual es una de las principales limitantes para la realización de actividades diarias en México, y considerando que en el municipio Huauchinango, Puebla, hay 1,740 personas registradas con discapacidad visual según el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2020), se plantea que la tecnología RFID puede ser una solución viable para mejorar la calidad de vida de estas personas. Cabe mencionar que la falta de herramientas adecuadas para la orientación y desplazamiento autónomo para las personas

con discapacidad visual constituye un gran desafío, especialmente en entornos urbanos no diseñados para satisfacer sus necesidades,

Para abordar este problema, se propone desarrollar un prototipo que envía audios precisos indicando la ubicación de las personas con discapacidad visual. El prototipo integra etiquetas RFID, y un lector de retroalimentación auditiva para proporcionar indicaciones claras y precisas sobre la ubicación y dirección. El diseño ergonómico y portátil del dispositivo permitirá a las personas con discapacidad visual llevarlo consigo cómodamente y utilizarlo en cualquier lugar. Además, la interfaz del sistema será accesible en varios idiomas, asegurando su usabilidad para una amplia diversidad de usuarios.

El desarrollo de este prototipo de asistencia específicamente adaptado a las necesidades de las personas con discapacidad visual, diseñado para mejorar su movilidad en distintos entornos, resultará en una mejora significativa de su calidad de vida y promoverá la conciencia sobre la inclusión y accesibilidad. Esta afirmación se basa en los resultados de una encuesta en la que el 88% de la población considera que el prototipo propuesto sería útil un para personas con discapacidad visual, lo que sugiere una demanda y necesidad clara de herramientas de asistencia en este contexto específico. La encuesta reveló una variedad de aspectos clave se deben considerar para el diseño e implementación del prototipo como son incluir: 1) dificultades de movilidad, 2) las rutas más utilizadas, 3) las barreras comunes y 4) las preferencias tecnológicas de los participantes.

El objetivo del prototipo es no solo mejorar la movilidad de las personas con discapacidad visual, sino también promover su inclusión social y económica. Las personas con discapacidad visual enfrentan barreras significativas en términos de acceso a la educación, el empleo y la participación social debido a la falta de infraestructura y apoyo adecuado. Al proporcionarles una herramienta que facilite su desplazamiento autónomo, se espera aumentar su independencia, confianza y participación en diversas actividades.

Para validar la efectividad del prototipo, se realizarán pruebas exhaustivas con usuarios con alguna discapacidad visual. Las pruebas incluirán la recopilación de datos antes y

después de la implementación del sistema para medir el nivel de desorientación y la independencia en el desplazamiento. Así mismo, se analizarán comentarios y retroalimentación de los usuarios para identificar áreas de mejora y realizar ajustes en el prototipo.

Se espera que la implementación exitosa de este prototipo impacte de forma positiva en la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Además, se prevé que el prototipo contribuya a la creación de entornos más inclusivos y accesibles, fomentando la igualdad de oportunidades y la integración social.

En este sentido la hipótesis central es que el sistema de orientación basado en tecnología RFID, que incluye un prototipo que envía audios precisos de la ubicación de las personas, reducirá en al menos un 50% la desorientación y aumentará significativamente la independencia en el desplazamiento de personas con discapacidad visual en áreas específicas, en comparación con su movilidad antes de utilizar el sistema. Este resultado será validado a través de pruebas exhaustivas con usuarios con discapacidad visual, análisis de retroalimentación y evaluación de la viabilidad técnica y social del prototipo.

1.6 Motivación para elaborar la investigación

La motivación para elaborar este proyecto surge de la necesidad de crear soluciones tecnológicas que puedan ayudar a las personas con discapacidades visuales a mejorar su calidad de vida y su inclusión social. El proyecto busca desarrollar un prototipo que pueda reconocer el procesamiento de espacios para personas con discapacidad visual mediante RFID, y transmitir esa información al usuario a través de señales auditivas. De esta manera, el usuario podrá tener una mayor percepción de su entorno y realizar sus actividades cotidianas con mayor facilidad y confianza. El proyecto también pretende contribuir al avance de la investigación científica en el campo de la tecnología de asistencia, explorando nuevas posibilidades y desafíos para crear dispositivos innovadores y eficaces para las personas con debilidad visual.

La motivación principal es desarrollar un prototipo que pueda mejorar la calidad de vida y la inclusión de las personas con discapacidades visuales. Entre las razones que impulsaron este proyecto se encuentran:

- Brindar apoyo a las personas con debilidad visual para que puedan realizar sus actividades cotidianas con mayor autonomía y seguridad.
- Fomentar la inclusión y la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidades visuales, facilitando su acceso a la información, la educación, el trabajo y el ocio.
- Avanzar en la tecnología de asistencia, explorando nuevas formas de utilizar la inteligencia artificial, el procesamiento de imágenes y el sonido para crear dispositivos innovadores y eficaces.
- Contribuir al campo de la investigación científica, generando nuevo conocimiento y aportando al progreso científico. Esto puede abrir nuevas oportunidades de investigación, colaboración y mejora continua en el diseño y funcionalidad de los dispositivos.

1.7 Publicaciones que sustentan el trabajo

Aceptación y publicación de artículo en 2do Congreso Internacional de Innovación en Ingeniería Industrial, Gestión y Computación en la Era Digital (INGECO). Como se muestra en la Figura 1.3.

Aceptación del artículo "Simulación de dispositivo electrónico para la ubicación de personas con deficiencia visual"



📎 2 archivos adjuntos ▾

Estimados(as) autores(as) Kevin García Márquez, Manuel Cruz Luna, Aldo Hernández Luna y Carmen Jeanette Sampayo Rodríguez, tenemos el agrado de informarles que su trabajo "SIMULACIÓN DE DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA UBICACIÓN DE PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL" fue revisado y ACEPTADO por el comité editorial y de arbitraje para ser presentado como ponencia en el INGECO 2022 en modalidad virtual y publicado en la Revista Oficial de la Federación Global de Profesiones A.C. (FEGLININ), por lo que es necesario realizar lo siguiente:

Figura 1.3 Aceptación de artículo INGECO.

Participación con la ponencia titulada "SIMULACION DE DISPOSITIVO ELECTRONICO PARA LA UBICACIÓN DE PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL" en el congreso internacional INGECO 2022. (Figura 1.4).



La Red de Cuerpos Académicos
Optimización de Procesos con la Industria 4.0

OTORGA EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO [®]

A:

Kevin García Márquez

Por su participación con la ponencia titulada

“SIMULACIÓN DE DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA UBICACIÓN DE PERSONAS CON DEFICIENCIA VISUAL”

En el Segundo Congreso Internacional de Innovación en Ingeniería Industrial, Gestión y Computación en la Era Digital, INGECO 2022 con sede en el Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. Uriangato, Guanajuato, México, celebrado del 08 al 11 de noviembre de 2022.

Dra. Minerva Cristina García Vargas
Presidenta de la Red de Cuerpos Académicos Optimización de
Procesos con la Industria 4.0

M.I. Carlos Romero Villegas
Director General
del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato



Figura 1.4 ponencia de artículo INGECO.

Participación en Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Investigación e Innovación 2023, Obteniendo el segundo lugar a nivel local logrando pasar a la fase regional, en la Figura 1.5 se muestra constancia de participación en fase local.



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUAUCHINANGO
OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA

A

C. KEVIN GARCÍA MÁRQUEZ

Por su participación con el proyecto denominado: "DISPOSITIVO DE UBICACIÓN PARA DÉBILES VISUALES", en la categoría **Servicios para la Salud**, en la Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico, Investigación e Innovación **InnovaTecNM 2023**, en su Etapa Local, llevado a cabo del 23 de marzo al 01 de junio de 2023.

Huachinango, Puebla, a 01 de junio de 2023



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE HUAUCHINANGO
ORGANISMO PÚBLICO
DESCENTRALIZADO DEL
ESTADO DE PUEBLA
CLAVE:21EIT0012S
DIRECCIÓN GENERAL



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE
HUAUCHINANGO
La titulación en armonía con la institución para un mundo mejor

MTRO. ARMANDO TORRES CRUZ
DIRECTOR GENERAL DEL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUAUCHINANGO



Figura 1.5 Constancia de participación TecNM fase local.

En la Figura 1.6 se presenta la acreditación a la etapa nacional de cumbre nacional de desarrollo tecnológico, investigación e innovación, InnovaTecNM 2023.



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
SECRETARÍA DE EXTENSIÓN Y VINCULACIÓN
Dirección de Vinculación e Intercambio Académico
Cumbre Nacional de Desarrollo Tecnológico,
Investigación e Innovación, InnovaTecNM 2023**

Certamen de Proyectos InnovaTecNM - Nivel Posgrado

Resultados de la evaluación de la Etapa Regional: [PROYECTOS ACREDITADOS A LA ETAPA NACIONAL.](#)

4. Servicios para la Salud

Consecutivo	Región	Instituto Tecnológico	Nombre del proyecto
1	1	IT Ciudad Cuauhtémoc	VISIONHAND
2	2	IT Durango	CUR-CO
3	2	IT Ciudad Madero	TERA(PI)5
4	3	IT Ciudad Guzmán	DIABREATH
5	3	IT Celaya	NEURACQ
6	3	IT Colima	OTOCH. MI CASA INTELIGENTE
7	3	IT Tlajomulco	DERMOCIANIN
8	5	IT Acapulco	OVITRAMPA INTELIGENTE
9	5	CENIDET	QUXBOX
10	6	ITS Teziutlán	SYS-RAM
11	6	ITS Huauchinango	DUDV
12	7	IT Mérida	MONITOR AMBIENTAL DE QUIRÓFANO

Figura 1.6 Acreditación a la etapa nacional InnovaTecNM 2023.

Con la propuesta y desarrollo del prototipo se logró la participación en cumbre nacional de desarrollo tecnológico, investigación e innovación 2023, a nivel Nacional como se muestra en la Figura 1.7.

**EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PUEBLA
OTORGAN EL PRESENTE**

RECONOCIMIENTO

A

KEVIN GARCÍA MÁRQUEZ

POR SU DESTACADA PARTICIPACIÓN PRESENTANDO EL PROYECTO
DUDV, DE LA **CATEGORÍA SERVICIOS PARA LA SALUD**
EN EL CERTAMEN DE PROYECTOS (NIVEL POSGRADO), DE LA
**CUMBRE NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN,
INNOVATECNM 2023**
ETAPA NACIONAL

CELEBRADO DEL 7 AL 10 DE NOVIEMBRE
HERÓICA PUEBLA DE ZARAGOZA, PUEBLA A 10 DE NOVIEMBRE DE 2023



**MARCO ANTONIO
TRUJILLO MARTÍNEZ**

**DIRECTOR DE VINCULACIÓN
E INTERCAMBIO ACADÉMICO**



Figura 1.7 Participación en la etapa nacional InnovaTecNM 2023.

Capítulo 2.

Marco Teórico

2.1 Placa de desarrollo Arduino.

La placa de desarrollo Arduino (Figura 2.1), es una plataforma de hardware diseñada para facilitar la creación de proyectos electrónicos interactivos y la programación de microcontroladores. Se trata de una placa de circuito impreso que incorpora un microcontrolador y una serie de componentes adicionales que brindan capacidades de entrada, salida y comunicación.

La placa Arduino se caracteriza por su enfoque en la accesibilidad y la simplicidad, lo que la hace especialmente adecuada para principiantes y entusiastas de la electrónica, (Cedeño-Rodríguez, 2019). Su diseño modular y su entorno de programación amigable permiten a los usuarios sin experiencia previa en electrónica o programación comenzar a desarrollar proyectos de manera rápida y sencilla.

El corazón de la placa Arduino es el microcontrolador, que es un chip programable que actúa como el cerebro del sistema, (Fernández, 2022). Los modelos de Arduino utilizan una variedad de microcontroladores, siendo el ATmega328P uno de los más comunes en las placas Arduino Uno. Estos microcontroladores cuentan con una CPU, memoria, puertos de entrada/salida y otros periféricos integrados.

La placa Arduino también incluye una serie de pines de conexión, tanto de entrada como de salida, que permiten la conexión de componentes electrónicos externos, como sensores, actuadores, pantallas y otros dispositivos. Estos pines proporcionan interfaces que permiten la interacción con el entorno físico y la transferencia de datos entre la placa y los componentes externos.

Además de los pines de conexión, la placa Arduino ofrece otros componentes integrados, como LEDs, botones y reguladores de voltaje, que facilitan la prototipación rápida y la visualización de resultados sin la necesidad de componentes externos adicionales. Otro aspecto importante de la placa Arduino es su entorno de desarrollo integrado (IDE). Este software proporciona una interfaz gráfica para escribir, compilar y cargar el código de programación en la placa. El IDE de Arduino es de código abierto y compatible con diferentes sistemas operativos, lo que lo hace accesible para una amplia gama de usuarios.

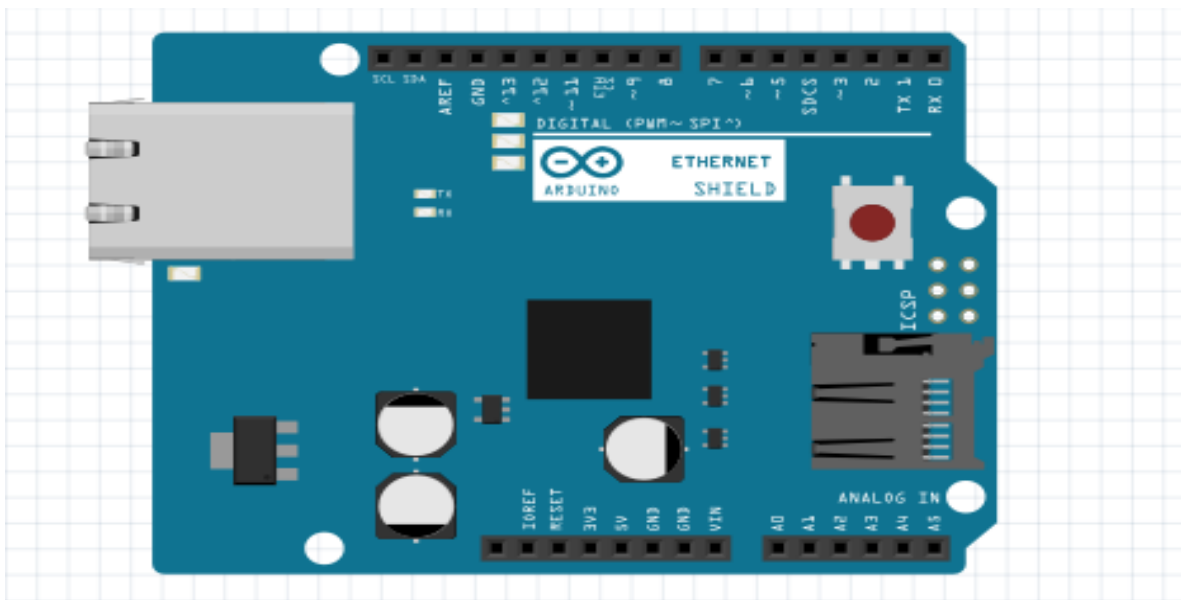


Figura 2.1 Arduino.

Cabe mencionar que el Arduino se utilizó solo para programar el microcontrolador ATmega328P, se suele denominar "Arduino as ISP" (Arduino como ISP, por sus siglas en inglés). ISP significa "In-System Programming" (Programación en Sistema), y se refiere al proceso de programar un microcontrolador utilizando otro microcontrolador o un dispositivo específico para ese propósito.

Para programar el ATmega328P (Figura 2.2), se configura un Arduino como programador ISP y se conecta al ATmega328P mediante cables. Luego, se utiliza el entorno de desarrollo de Arduino para cargar el código en el Arduino programador ISP, que se encargará de transferir ese código al ATmega328P.

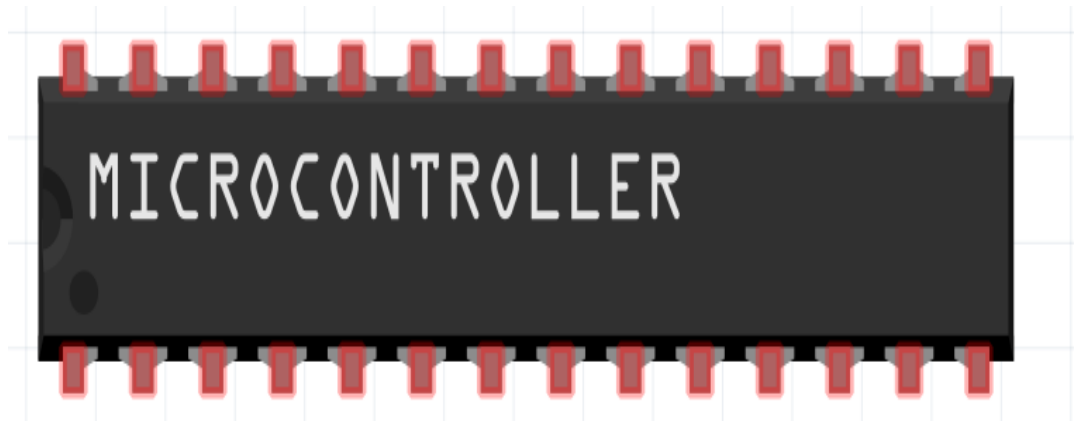


Figura 2.2. Microcontrolador ATmega328P.

Este enfoque es comúnmente utilizado cuando se desea programar microcontroladores sin utilizar la placa Arduino completa, esto para reducir costos y para integrar el microcontrolador en un diseño personalizado. También es útil para proyectos en los que se requiere una mayor flexibilidad en el proceso de programación y configuración del microcontrolador.

2.2 Tecnología RFID

La investigación realizada fue de tipo documental, ya que se recopiló y analizó información de la operación de la tecnología RFID, (Coba Gibbs, 2017), así como la contemplación y análisis de las fichas técnicas de distintos componentes RFID que nos permitieron seleccionar de una manera acertada cuáles componentes son los más adecuados para el desarrollo del prototipo, también fue necesario analizar datos de los componentes electrónicos que se ocuparan en el desarrollo del prototipo.

La tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) es un sistema de identificación automática que utiliza ondas de radio para identificar y rastrear objetos. La tecnología RFID se compone de tres elementos principales: una antena RFID, un lector RFID y una etiqueta o transpondedor RFID.

La etiqueta RFID se compone de una antena y un microchip, que contiene información sobre el objeto al que se adjunta la etiqueta. Cuando la etiqueta se coloca en el campo

electromagnético de la antena RFID, la energía se transfiere a la etiqueta, lo que permite que el chip se active y envíe la información almacenada de vuelta al lector RFID.

Existen dos tipos principales de etiquetas RFID: las etiquetas pasivas y las etiquetas activas. Las etiquetas pasivas no tienen una fuente de alimentación interna y se activan por la energía que se recibe del lector RFID. Las etiquetas activas, por otro lado, tienen una fuente de alimentación interna y pueden transmitir señales de forma más activa y a mayores distancias.

La tecnología RFID se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde el seguimiento de inventario hasta la seguridad y el control de acceso. Algunos ejemplos de aplicaciones de la tecnología RFID incluyen:

Control de acceso: Las etiquetas RFID se pueden utilizar en tarjetas de acceso para permitir el acceso a edificios o habitaciones específicas.

Seguimiento de inventario: Las etiquetas RFID se pueden utilizar para hacer un seguimiento de los productos en una cadena de suministro, lo que permite un mejor control de inventario y una mayor eficiencia en la logística.

Identificación de animales: Las etiquetas RFID se pueden utilizar para identificar y rastrear animales en entornos agrícolas o de investigación.

Identificación de equipaje: Las etiquetas RFID se pueden utilizar para identificar y rastrear el equipaje en los aeropuertos, lo que permite una mejor gestión de equipajes perdidos o retrasados.

La tecnología RFID presenta una serie de ventajas, como una mayor eficiencia y precisión en la identificación y el seguimiento de objetos, así como una mayor velocidad y facilidad de uso en comparación con otras tecnologías de identificación automática. Sin embargo, también presenta algunos desafíos, como la necesidad de una infraestructura de lectores y antenas.

La tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) se utiliza para identificar y rastrear objetos de manera automática y es una de las varias tecnologías de identificación automática disponibles. Algunas de las tecnologías de identificación automática más comunes incluyen códigos de barras, códigos QR, NFC (Comunicación de Campo Cercano) y GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Por otro lado, NFC es una tecnología de identificación automática que utiliza ondas de radio de corto alcance para la comunicación entre dispositivos cercanos. A diferencia de la tecnología RFID, la tecnología NFC requiere que los dispositivos estén en contacto cercano para la comunicación. La tecnología NFC es comúnmente utilizada en pagos móviles y en la transferencia de datos entre dispositivos móviles.

En términos de eficiencia, la tecnología RFID es una de las tecnologías de identificación automática más eficientes que existen. Las etiquetas RFID se pueden leer en grandes cantidades y a distancias más largas que otras tecnologías, lo que permite una mayor eficiencia en la gestión de inventarios y en la logística. Además, la tecnología RFID permite la identificación y el seguimiento de objetos sin necesidad de línea de visión directa entre la etiqueta y el lector, lo que no es posible con las tecnologías de código de barras o QR. (Figura 2.3).

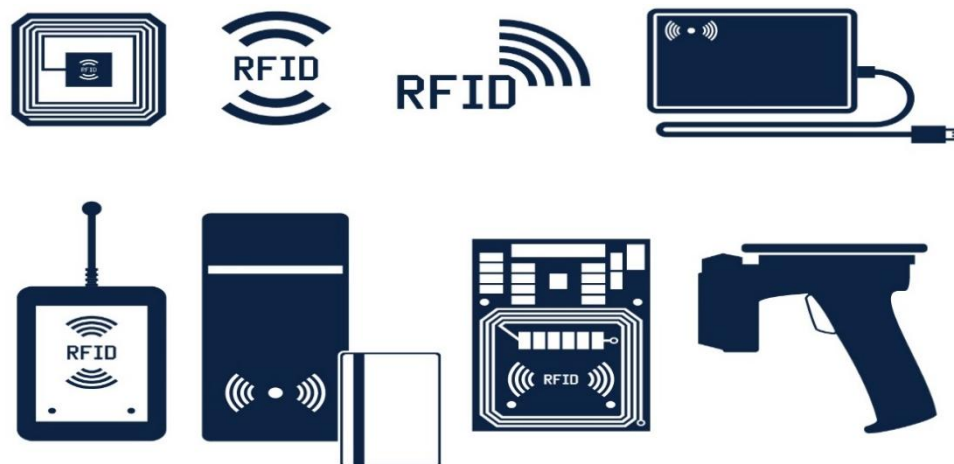


Figura 2.3. RFID LD.

(s.f.). Tienes RFID, debería. Recuperado de <https://ld.com.mx/blog/noticias/tienes-rfid-deberias/>

2.3 Tarjetas TAG

Las TAG (Figura 2.4), también conocidas como etiquetas electrónicas, son dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID) utilizados para almacenar y transmitir información de manera inalámbrica. Estas etiquetas son ampliamente utilizadas en diversos campos y ofrecen una amplia gama de aplicaciones.

Las TAG consisten en un chip de memoria y una antena incorporada. El chip almacena la información necesaria, como datos de identificación, códigos únicos o cualquier otra información relevante. La antena permite la comunicación inalámbrica con los lectores de RFID, lo que facilita la lectura y el intercambio de datos.

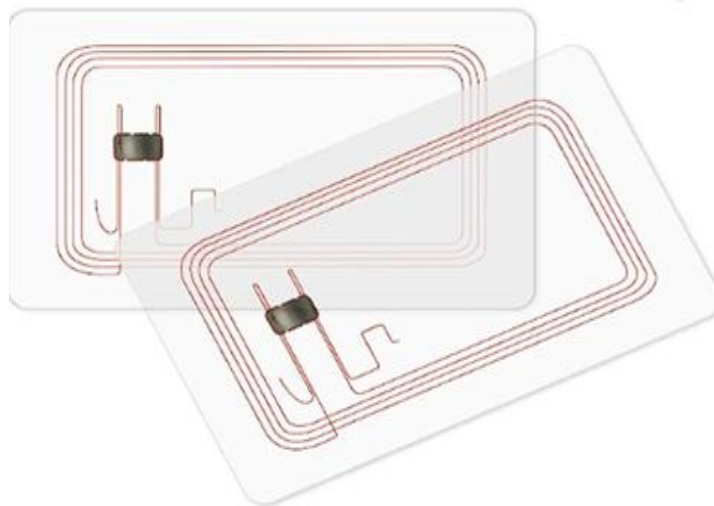


Figura 2.4. Tarjetas Tag.

Yaxa. (s.f.). Summer Sun NFC Tags - 50 Tarjetas NFC en blanco compatibles con Amiibo y TagMo NTAG215 para todos los teléfonos Android y dispositivos habilitados

Aquí hay algunas características y usos comunes de las TAG:

- **Identificación única:** Cada TAG tiene un identificador único que permite su identificación precisa y su seguimiento individualizado. Esta característica es especialmente útil en aplicaciones como la gestión de inventario, el control de acceso y la autenticación de productos.

- **Lectura sin contacto:** Las TAG se comunican con los lectores de RFID mediante ondas de radio, lo que significa que no es necesario un contacto físico directo para la lectura de la información. Esto permite la lectura rápida y sin problemas de múltiples etiquetas a la vez.
- **Versatilidad:** Las TAG se pueden utilizar en una amplia gama de entornos y aplicaciones. Se utilizan en la industria minorista para la gestión de inventario y la prevención de robos, en la logística para el seguimiento de productos y en la agricultura para el monitoreo de cultivos y ganado, entre otros usos.
- **Tamaño y forma variados:** Las TAG están disponibles en diferentes tamaños y formas, lo que las hace adecuadas para su integración en una variedad de productos y superficies. Pueden ser adhesivas, incrustadas en objetos, incorporadas en tarjetas o incluso insertadas en prendas de vestir.
- **Costo eficiente:** Las TAG son relativamente económicas de producir, lo que las hace accesibles para su uso en grandes volúmenes. Esto las convierte en una solución rentable para aplicaciones que requieren una identificación y seguimiento masivo, como el seguimiento de inventario en almacenes.
- **Mejora de la eficiencia y la seguridad:** Las TAG permiten una gestión más eficiente de los procesos al automatizar tareas de seguimiento y control. Además, pueden mejorar la seguridad al proporcionar autenticación y verificación de productos, lo que ayuda a prevenir la falsificación y el fraude.

Las etiquetas electrónicas (TAG) se dividen en dos categorías principales: TAG activas y TAG pasivas. A continuación, se presenta una comparación entre ambos tipos:

2.3.1 TAG activas

Alimentación: Las TAG activas (Figura 2.5), cuentan con una fuente de alimentación interna, generalmente una batería. Esto les permite tener una mayor capacidad de transmisión de señal y un rango de lectura más amplio en comparación con las TAG pasivas.

Rango de lectura: Las TAG activas tienen un rango de lectura más extenso, lo que significa que pueden ser detectadas y leídas desde una mayor distancia por los lectores de RFID. Esto es especialmente útil en aplicaciones que requieren un monitoreo a larga distancia, como el seguimiento de activos en grandes áreas.

Capacidad de almacenamiento: Las TAG activas suelen tener una mayor capacidad de almacenamiento en comparación con las TAG pasivas. Esto les permite almacenar información más detallada y compleja, como datos de sensor o registros de eventos.



Figura 2.5. Tarjeta Tag Activa.

AliExpress. (s.f.).

Costo: Debido a la necesidad de una batería y una mayor capacidad de transmisión, las TAG activas tienden a ser más costosas que las TAG pasivas. El costo adicional de la batería y la electrónica interna se refleja en el precio de estas etiquetas.

2.3.2 TAG pasivas

Alimentación: Las TAG pasivas (Figura 2.6), no tienen una fuente de alimentación interna. En cambio, utilizan la energía proporcionada por el lector de RFID cuando se activan por la señal de radiofrecuencia. Esto significa que no requieren baterías ni mantenimiento de energía.

Rango de lectura: Las TAG pasivas tienen un rango de lectura más limitado en comparación con las TAG activas. Su distancia de detección es menor debido a la limitación de la energía proporcionada por el lector.

Capacidad de almacenamiento: Las TAG pasivas generalmente tienen una capacidad de almacenamiento más limitada en comparación con las TAG activas. Aunque pueden contener información básica, como identificadores únicos, su capacidad para almacenar datos adicionales es menor.



Figura 2.6. Tarjeta Tag pasivas.

MercadoLibre. (s.f.). 10 Tarjetas RFID 125kHz Universal Proximidad Control Acceso

Costo: Las TAG pasivas tienden a ser más económicas que las TAG activas debido a su diseño más simple y la falta de una batería interna. Esto las hace más asequibles para implementaciones a gran escala.

2.4 Reproductores de audio para Arduino

Los reproductores de audio para Arduino son dispositivos diseñados para reproducir archivos de audio, como música o mensajes pregrabados, en proyectos que utilizan la plataforma Arduino. Estos reproductores proporcionan una forma sencilla y conveniente de agregar capacidad de reproducción de audio a proyectos electrónicos, como sistemas de alarma, juguetes interactivos, exhibiciones artísticas y más.

Existen diferentes tipos de reproductores de audio compatibles con Arduino, cada uno con características y capacidades específicas. Algunos de los reproductores de audio más comunes son:

Módulos reproductores MP3: Estos módulos permiten la reproducción de archivos de audio en formato MP3. Utilizan un microcontrolador integrado y proporcionan interfaces de comunicación, como UART o I2C, para la conexión con Arduino. Estos módulos suelen ser compactos y fáciles de utilizar, y muchos de ellos vienen con bibliotecas y ejemplos de código para simplificar la programación.

Módulos reproductores WAV: Estos módulos están diseñados para reproducir archivos de audio en formato WAV. Al igual que los módulos MP3, se comunican con Arduino a través de interfaces como UART o I2C. Los módulos reproductores WAV son más simples en comparación con los módulos MP3, ya que no requieren la decodificación del formato de audio.

Módulos basados en VS1053: El VS1053 es un chip de decodificación de audio que puede reproducir varios formatos de audio, como MP3, WAV, MIDI, Ogg Vorbis, entre otros. Los módulos basados en el chip VS1053 suelen ofrecer una mayor calidad de sonido y más opciones de formato de audio. Estos módulos también proporcionan interfaces de comunicación para la conexión con Arduino.

Módulos basados en VS1000: El VS1000 es otro chip de decodificación de audio utilizado en reproductores para Arduino. Aunque su funcionalidad es similar al VS1053, los módulos basados en VS1000 son más compactos y económicos, lo que los hace adecuados para proyectos con limitaciones de espacio y presupuesto.

Algunos ejemplos populares incluyen el módulo DFPlayer Mini y el módulo MP3-TF-16P. Estos módulos suelen ser compactos y fáciles de usar, y se comunican con Arduino a través de interfaces como UART o I2C. Además de la reproducción de audio, muchos de estos módulos también ofrecen características adicionales, como la capacidad de controlar el volumen y seleccionar pistas.

Además, existen bibliotecas y ejemplos de código disponibles que facilitan la integración de los reproductores de audio con Arduino. Estas bibliotecas proporcionan funciones y métodos para controlar la reproducción, detectar eventos de reproducción y realizar operaciones avanzadas, como la mezcla de audio y la generación de efectos.

Para la realización del prototipo se ocupa el DFPlayer Mini. (Figura 2.7).

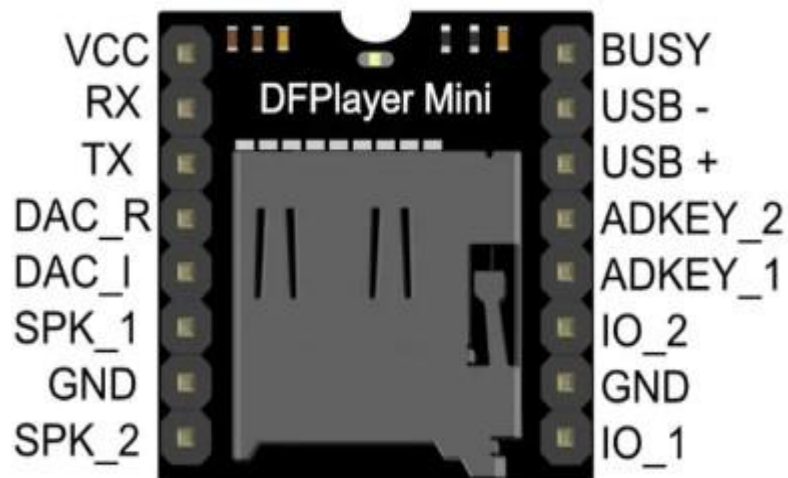


Figura 2.7. DFPlayer Mini.

Arduino Forum. (s.f.). DFPlayer Mini - How to detect when audio clip is finishe.

2.5 Programas de diseño para la creación de prototipos

Se Realizó una comparativa de tres programas de diseño para la realización del prototipo (Figura 2.8). Comparando TinkerCAD, AutoCAD y SolidWorks esto para fines de utilizar el mejor programa para el diseño del prototipo.

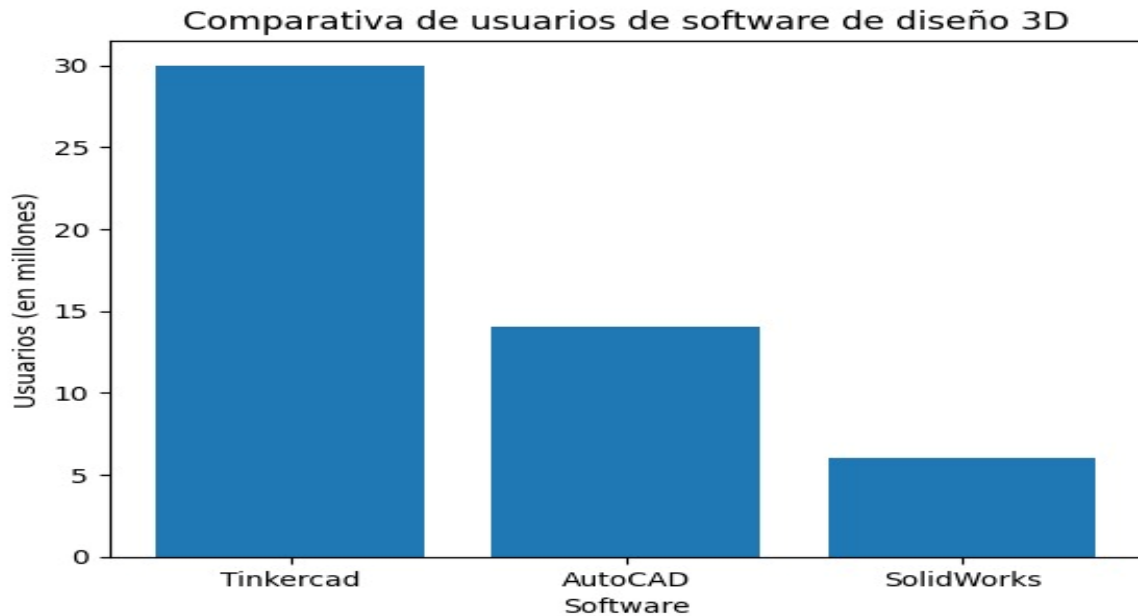


Figura 2.8. Comparación de programas de diseño.

2.5.1 TinkerCAD

TinkerCAD (Figura 2.9), es una herramienta de diseño en 3D desarrollada por Autodesk, orientada principalmente a principiantes y educación. Es conocida por su interfaz intuitiva y fácil de usar, lo que la hace ideal para usuarios sin experiencia en diseño en 3D. TinkerCAD se utiliza comúnmente para prototipos simples y proyectos de diseño básicos. Su enfoque está en la simplicidad y la accesibilidad, lo que la convierte en una opción popular en entornos educativos. Sin embargo, debido a su enfoque en la facilidad de uso, puede tener limitaciones en términos de funcionalidad avanzada y capacidades de modelado complejas. Según su página web, tiene más de 30 millones de usuarios registrados y más de 100 millones de diseños creados.



Figura 2.9. Autodesk TinkerCAD.

Wikipedia. (s.f.). Archivo:Logo-tinkercad-wordmark.svg

2.5.2 AutoCAD

AutoCAD (Figura 2.10), también desarrollado por Autodesk, es uno de los programas de diseño asistido por computadora (CAD) más utilizados en el mundo. Es una herramienta muy versátil y poderosa, utilizada en diversos campos, como arquitectura, ingeniería y diseño industrial. AutoCAD ofrece una amplia gama de herramientas de diseño y modelado en 2D y 3D, lo que permite a los usuarios crear diseños detallados y precisos. Es particularmente conocido por su capacidad de dibujo técnico y documentación. AutoCAD se utiliza comúnmente para prototipos y proyectos complejos que requieren un alto nivel de detalle y precisión.



Figura 2.10. logo AutoCAD.

StickPNG. (s.f.). Logotipo de AutoCAD

2.5.3 SolidWorks:

SolidWorks (Figura 2.11), es otro software de diseño en 3D ampliamente utilizado, desarrollado por Dassault Systèmes. Se especializa en el diseño de piezas y ensamblajes mecánicos. SolidWorks ofrece una amplia gama de herramientas de modelado avanzadas y una interfaz intuitiva, lo que facilita la creación de diseños detallados y complejos. Es utilizado principalmente en la industria manufacturera y la ingeniería mecánica para el diseño de productos y prototipos. SolidWorks cuenta con características específicas, como simulación y análisis de movimiento, que permiten a los ingenieros evaluar el rendimiento de sus diseños antes de la fabricación.



Figura 2.11. Logotipo SolidWorks.

1000marcas.net. (s.f.). Logotipo de SolidWorks

Según su página web, tiene más de 6 millones de usuarios en más de 230.000 organizaciones.

En cuanto a la popularidad y uso a nivel mundial para realizar prototipos, tanto AutoCAD como SolidWorks son ampliamente utilizados en la industria. Sin embargo, SolidWorks suele ser más comúnmente asociado con la creación de prototipos debido a su enfoque en el diseño mecánico y sus herramientas especializadas para esta área. SolidWorks ofrece capacidades avanzadas de modelado y simulación que son altamente valoradas por los ingenieros en la etapa de desarrollo de prototipos. Aunque TinkerCAD también se utiliza

para prototipos, su enfoque está más orientado a principiantes y proyectos más simples, por lo que no es tan ampliamente utilizado en aplicaciones industriales y profesionales para prototipos complejos. Por lo antes mencionado el software SolidWorks fue utilizado para el desarrollo del prototipo y a su vez llevarlo a la impresión 3D.

Para el diseño del prototipo se empleó el software SolidWorks, que es una suite de software de diseño CAD 3D desarrollada por la empresa Dassault Systèmes. Se ha convertido en una de las herramientas de diseño más populares en la industria, utilizada por ingenieros, diseñadores y fabricantes para crear modelos 3D precisos y generar documentación técnica. Una de las principales fortalezas de SolidWorks es su enfoque intuitivo y fácil de usar. Su interfaz gráfica amigable permite a los usuarios crear y modificar modelos de manera rápida y eficiente. El software ofrece una amplia gama de herramientas de diseño y funcionalidades avanzadas que ayudan a agilizar el proceso de diseño y mejorar la productividad. SolidWorks es especialmente conocido por su capacidad de modelado paramétrico, que permite a los usuarios crear modelos 3D basados en relaciones y restricciones geométricas. Esto significa que los cambios realizados en una parte del modelo se propagan automáticamente a otras partes relacionadas, lo que simplifica la iteración del diseño y reduce el tiempo necesario para realizar modificaciones. Además del modelado 3D, SolidWorks proporciona herramientas para realizar simulaciones de diseño, análisis de esfuerzos, creación de planos técnicos, generación de vistas en explosión y creación de animaciones. También se integra con otros programas de ingeniería, como software de análisis por elementos finitos (FEA) y software de fabricación asistida por computadora (CAM).

SolidWorks es utilizado en una amplia gama de industrias, como la automotriz, aeroespacial, electrónica, ingeniería mecánica y de productos de consumo. Su popularidad se debe en gran medida a su enfoque centrado en el usuario, su potencia y su capacidad para facilitar la colaboración entre equipos de diseño. Sin embargo, es importante destacar que SolidWorks es una herramienta profesional y puede tener una curva de aprendizaje para aquellos que no están familiarizados con el software de diseño asistido por computadora, por ende, dicho software es idóneo para el prototipado de la presente tesis.

2.6 Impresión 3D

La impresión en 3D, también conocida como fabricación aditiva, es un proceso de fabricación que crea objetos tridimensionales mediante la superposición de capas sucesivas de material. A diferencia de los métodos de fabricación tradicionales, que generalmente implican la remoción de material (como en el mecanizado) o la conformación de material (como en el moldeo por inyección), la impresión en 3D construye objetos capa por capa a partir de datos digitales.

El proceso de impresión en 3D comienza con la creación de un modelo digital en 3D del objeto que se desea imprimir. Este modelo se puede crear mediante software de diseño asistido por computadora (CAD) o mediante técnicas como la digitalización 3D. A continuación, el archivo del modelo se carga en una impresora 3D que utiliza una o varias tecnologías para crear el objeto físico.

Existen varios métodos de impresión en 3D, pero los más comunes son la deposición de material fundido (FDM, por sus siglas en inglés), la estereolitografía (SLA), la sinterización selectiva por láser (SLS) y la impresión por chorro de tinta (Inkjet). Cada uno de estos métodos utiliza diferentes materiales y tecnologías para construir los objetos.

La impresión en 3D se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, desde prototipado rápido y fabricación de piezas personalizadas hasta la producción en masa de productos.

Además, tiene diversas aplicaciones en campos como la medicina, la arquitectura, la industria aeroespacial y la joyería, entre otros.

2.6.1 Impresora 3D Ender 5 plus.

La Creality Ender 5 Plus (Figura 2.12), es una impresora 3D de escritorio que ofrece una mayor capacidad de impresión y una serie de características mejoradas en comparación con la Ender 5 Plus. Características de la Ender 5 Plus:

Gran volumen de impresión: La Ender 5 Plus tiene un área de construcción significativamente más grande en comparación con la Ender 5 Pro, lo que permite imprimir modelos de mayor tamaño. Esto la hace ideal para imprimir piezas grandes o múltiples piezas a la vez.

Doble eje Z: A diferencia de la Ender 5 Pro, que tiene un solo eje Z, la Ender 5 Plus cuenta con un diseño de doble eje Z. Esto mejora la estabilidad y la precisión durante la impresión, reduciendo la posibilidad de desalineación y mejorando la calidad de las impresiones.

Plataforma de construcción de vidrio: La Ender 5 Plus viene con una plataforma de construcción de vidrio que proporciona una superficie plana y uniforme para imprimir. Además, el vidrio facilita la extracción de las impresiones una vez finalizadas y ayuda a prevenir la deformación de los modelos.

Marco reforzado: El marco de la Ender 5 Plus está reforzado para garantizar una mayor estabilidad y durabilidad durante la impresión. Esto ayuda a reducir las vibraciones y mejora la calidad de las impresiones, especialmente en modelos de mayor tamaño.

Pantalla táctil a color: La Ender 5 Plus está equipada con una pantalla táctil a color que facilita la navegación por el menú y la configuración de la impresión. Esto proporciona una experiencia de usuario más intuitiva y fácil de usar.

El filamento TPU (poliuretano termoplástico) es un material flexible y elástico ampliamente utilizado en la impresión 3D. Es conocido por su versatilidad y propiedades únicas que lo hacen adecuado para una variedad de aplicaciones. Al crear una pieza que irá

alrededor del cuello, fue importante considerar aspectos como la comodidad, seguridad en el diseño y la resistencia al agua. El TPU puede ser resistente al agua en cierta medida, pero la resistencia real depende del tipo específico de TPU y su formulación química. Para asegurar la durabilidad en condiciones húmedas, es recomendable elegir un TPU diseñado para resistir la absorción de agua o aplicar selladores adecuados. Si la exposición al agua es ocasional, la mayoría de los TPU deberían ser adecuados, pero para ambientes húmedos constantes, es esencial realizar pruebas y seleccionar el TPU más apropiado para garantizar la resistencia y comodidad del usuario.



Figura 2.12. Impresora 3D Ender 5 Plus.

MercadoLibre. (s.f.). Impresora Creality 3D Ender 5 Plus, color negro, 220V, con tecnología de impresión FDM

2.7 Software cura.

El software Cura (Figura 2.13), es un programa de código abierto ampliamente utilizado en el ámbito de la impresión 3D. Es desarrollado por Ultimaker, una reconocida empresa en la industria de impresión 3D.

Cura se utiliza como un "slicer", lo que significa que toma un modelo 3D y lo convierte en instrucciones específicas para la impresora 3D. El software proporciona una

interfaz intuitiva que permite a los usuarios configurar varios parámetros relacionados con la impresión, como la velocidad, la resolución, el relleno y el soporte.

Algunas de las características clave de Cura incluyen:

- **Preparación del modelo:** Cura permite cargar archivos de modelos 3D en una variedad de formatos comunes, como STL, OBJ y 3MF. Los usuarios pueden realizar ajustes en la orientación, la escala y la posición del modelo en la plataforma de impresión.
- **Configuración de impresión:** Cura ofrece una amplia gama de opciones de configuración para adaptar la impresión a las necesidades específicas del usuario. Estas opciones incluyen la resolución de capa, la densidad de relleno, la velocidad de impresión, el tipo de soporte y otros parámetros que afectan la calidad y el tiempo de impresión.
- **Vista previa y simulación:** Cura proporciona una vista previa en tiempo real del proceso de impresión, lo que permite a los usuarios visualizar cómo se imprimirá el modelo en capas sucesivas. Además, también se pueden realizar simulaciones para detectar posibles problemas de impresión, como colisiones o áreas inestables.
- **Compatibilidad y personalización:** Cura es compatible con una amplia gama de impresoras 3D y materiales, lo que brinda a los usuarios flexibilidad para adaptarse a diferentes configuraciones. Además, el software es altamente personalizable, lo que permite a los usuarios avanzados ajustar parámetros adicionales o crear perfiles personalizados.

Cura es apreciado por su facilidad de uso, su amplia compatibilidad y su capacidad para generar resultados de impresión de alta calidad. Al ser un software de código abierto, también cuenta con una comunidad activa de usuarios que comparten conocimientos, plugins y mejoras, lo que contribuye a su continua evolución y mejora.



Figura 2.13. logo software Ultimaker Cura.

Wikipedia. (s.f.). Cura (software). En Wikipedia, la enciclopedia libre.

2.8 Software Livewire, PCB Wizard y CopperCAM

Los programas Livewire y PCB Wizard fueron esenciales para la construcción del circuito impreso del prototipo realizado. En primer lugar, se utilizó Livewire para diseñar y simular el circuito electrónico. Gracias a su interfaz intuitiva y a sus avanzadas capacidades de simulación en tiempo real, se pudo probar y ajustar el circuito de manera eficiente, asegurando su correcto funcionamiento antes de proceder a la siguiente etapa.

Una vez validado el diseño del circuito en Livewire, el esquema se exportó a PCB Wizard para crear el diseño de la placa de circuito impreso (PCB). PCB Wizard permitió transformar el esquema en un diseño físico de PCB, facilitando la colocación de componentes y la creación de rutas de conexión optimizadas. Además, sus herramientas de verificación de diseño ayudaron a identificar y corregir posibles errores, garantizando la integridad del diseño final.

El software CopperCAM fue esencial para la construcción del circuito impreso del prototipo realizado. CopperCAM es una herramienta especializada en el procesamiento de archivos de diseño de PCB y en la generación de instrucciones para máquinas CNC (Control Numérico por Computadora) utilizadas en la fabricación de PCB.

Una vez que el diseño del PCB fue finalizado y verificado en PCB Wizard, el archivo se exportó a CopperCAM. CopperCAM permitió convertir los archivos Gerber y Excellon del diseño en códigos de control numérico (G-codes) que las máquinas CNC utilizan para la fabricación precisa de las placas de circuito impreso.

CopperCAM facilitó el proceso de mecanizado al proporcionar herramientas avanzadas para la configuración de parámetros de corte, optimización de rutas y control de profundidad. Gracias a estas capacidades, se logró una fabricación precisa y eficiente del PCB, asegurando que todos los componentes y trazas estuvieran correctamente posicionados y conectados según el diseño original.

En conjunto con Livewire y PCB Wizard, CopperCAM proporcionó el último paso crucial en el flujo de trabajo integral que permitió el desarrollo del circuito electrónico para el prototipo, desde la simulación inicial del circuito hasta la fabricación final del PCB.

2.9 Uso de percentiles en el desarrollo de prototipos para seres humanos

El uso de percentiles en el desarrollo de prototipos para seres humanos implica utilizar datos estadísticos y medidas de referencia para evaluar y diseñar productos o servicios que se adapten a las características y necesidades de diferentes grupos de personas. Los percentiles se utilizan para comprender y abordar la variabilidad en las dimensiones y capacidades humanas, permitiendo crear soluciones inclusivas y accesibles.

Cuando se desarrollan prototipos para seres humanos, especialmente en áreas como el diseño industrial, el diseño de productos o la ergonomía, es esencial tener en cuenta las diferencias individuales y las variaciones en características físicas, cognitivas y sensoriales. Los percentiles proporcionan una forma de cuantificar y representar esta variabilidad, utilizando datos de referencia para diseñar productos que se adapten a diferentes porcentajes de la población el ideal sería ocupar un 95-5 del porcentaje de la población. (Figura 2.14).

Por ejemplo, en el diseño de ropa, los percentiles pueden utilizarse para determinar las medidas y tallas más adecuadas. Los datos de percentiles permiten comprender qué

porcentaje de la población tiene ciertas medidas corporales en términos de circunferencias, longitudes, proporciones, etc. Estos datos se utilizan para crear rangos de tallas que abarquen una amplia gama de personas y aseguren un ajuste adecuado.

Del mismo modo, en el diseño de interfaces de usuario, se pueden utilizar percentiles para adaptar el tamaño de los elementos interactivos, como botones o controles, a diferentes tamaños y capacidades de los usuarios. Al considerar los percentiles de las dimensiones de manos y dedos, por ejemplo, se pueden diseñar interfaces que permitan una interacción cómoda para la mayoría de las personas.

El uso de percentiles en el desarrollo de prototipos ayuda a evitar soluciones diseñadas para un "promedio" ficticio, y en su lugar, se busca diseñar productos que se ajusten a la diversidad de los usuarios reales (Camacho-Camargo 2021). Es importante recopilar datos relevantes sobre la población objetivo y utilizar herramientas estadísticas adecuadas para analizar y aplicar esos datos en el proceso de diseño.

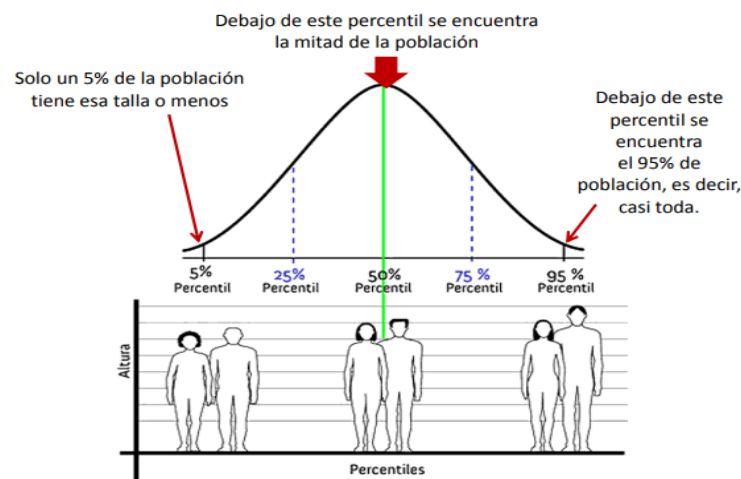


Figura 2.14. Percentil 95-5.

Sandoval Sáenz, M. (s.f.). Evaluación neuropsicológica

Sin embargo, es esencial tener en cuenta que los percentiles son solo una herramienta y no deben ser el único factor en el diseño. También se deben considerar las preferencias y necesidades individuales, así como realizar pruebas y evaluaciones con usuarios reales para garantizar la funcionalidad, usabilidad y satisfacción general del prototipo.

Al desarrollar un prototipo ergonómico, los percentiles son herramientas útiles para comprender la variabilidad en las dimensiones corporales y diseñar soluciones que se adapten a diferentes usuarios, (Hernández Romero, 2023). Los percentiles representan la posición relativa de una persona en una determinada población en función de una medida específica.

Percentil de circunferencia en cuello de en edades de 18 años a 50 años.

Tabla 2.1 Variación en Diámetro en Cuello

VARIACIÓN EN DIAMETRO DEL CUELLO DE ACUERDO A LA EDAD		
18 años	25 años	50 años
Percentil: 95-5	Percentil: 95-5	Percentil: 95-5
32.00 cm	37.00 cm	42.00. cm
MEDIA		
37.5 cm		

Los datos presentados en las Tablas 2.1 y 2.2 son datos estándares y fueron empleados para establecer una medida estándar para el desarrollo del prototipo y fueron obtenidos durante una investigación. Estas tablas proporcionaron información sobre el diámetro y la circunferencia del cuello en individuos de edades comprendidas entre los 18 y los 50 años (Figura 2.15 y Figura 2.16).

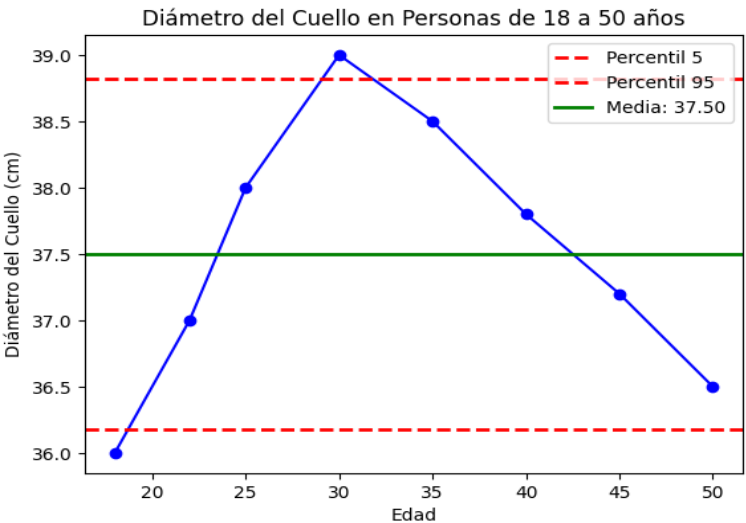


Figura 2.15 Resultado de percentil de circunferencia en cuello

Percentil de anchura en cuello de en edades de 18 años a 50 años.

Tabla 2.2 Variación Anchura Cuello.

VARIACIÓN EN ANCHURA DEL CUELLO DE ACUERDO A LA EDAD		
18 años	30 años	50 años
Percentil: 95-5	Percentil: 95-5	Percentil: 95-5
14.00cm	13.50 cm	14.00 cm
MEDIA		
14.9 cm		

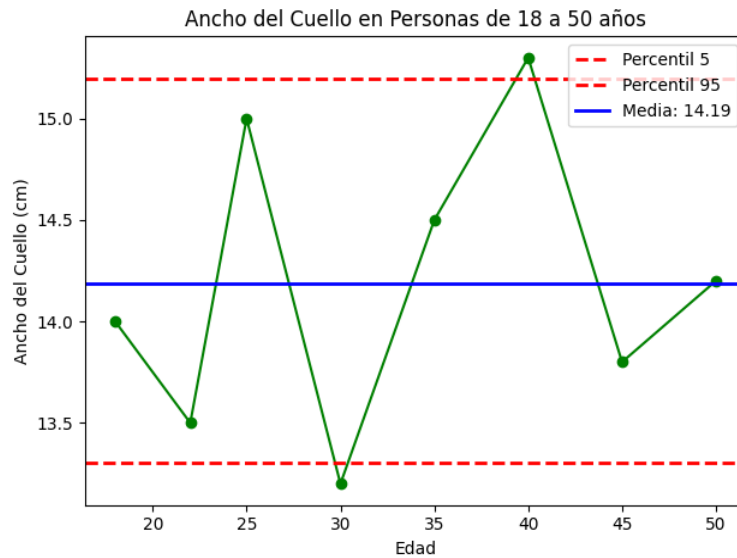


Figura 2.16. Resultado de percentil de anchura en cuello

Esta información fue utilizada para determinar un rango promedio que sirvió como referencia durante el diseño del prototipo para la circunferencia y la anchura del cuello (Figura 2.15 y 2.16). Esta práctica es común en el diseño de productos que requieren un ajuste específico al cuerpo humano, asegurando que el prototipo se adapte cómodamente a la mayoría de las personas dentro del rango de edades estudiado.

Capítulo 3.

Metodología

3. Marco metodológico

Para la construcción del prototipo se divide en seis fases. 1) Investigación 2) Estructurar y desarrollar el código de programación. 3) Simulación del circuito electrónico. 4) Implementación y construcción del circuito electrónico. 5) Diseño e impresión en 3D de dispositivo ergonómico. 6) Integración de todas las fases para llegar al prototipo funcional. (Figura 3.1).

3.1 Investigación

Se realizaron investigaciones sobre las tecnologías a utilizar en la construcción del prototipo. Se dedicaron largas horas a estudiar y analizar detalladamente todas las tecnologías disponibles para su implementación en la construcción del prototipo. Se examinaron minuciosamente los avances más recientes en el campo, así como los estudios científicos y técnicos relevantes. Este riguroso proceso de investigación permitió obtener un conocimiento profundo y actualizado sobre las opciones tecnológicas disponibles, evaluando cuidadosamente sus características, ventajas y limitaciones.

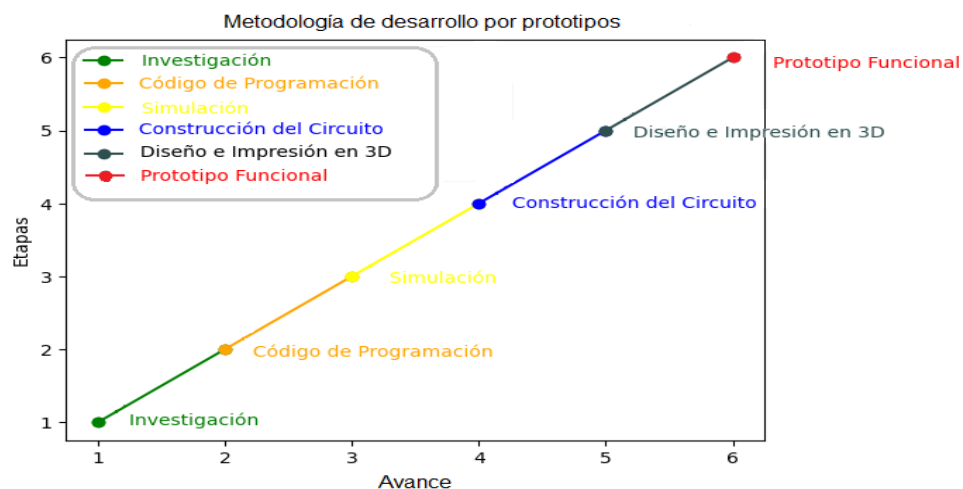


Figura 3.1. Fases para el desarrollo del prototipo.

3.2 Código de Programación

En los últimos años los lenguajes de programación han ido evolucionado en el desarrollo de sistemas o software. UNAM. (2020). El código de programación es un conjunto de instrucciones escritas en un lenguaje específico, diseñado para comunicarse con una computadora o un dispositivo electrónico. Es la base fundamental sobre la cual se construyen los programas informáticos y los sistemas tecnológicos.

El código de programación está compuesto por una serie de comandos y estructuras lógicas que permiten al programador definir el comportamiento y las tareas que deben realizar una máquina o un sistema informático. Estas instrucciones están escritas en un lenguaje de programación, que puede variar en complejidad y sintaxis dependiendo del propósito y el entorno en el que se utilizará.

El lenguaje de programación proporciona un conjunto de reglas y convenciones que permiten al programador expresar de manera precisa y coherente las acciones que el programa debe ejecutar. Estas acciones pueden incluir cálculos matemáticos, manipulación de datos, interacción con el usuario, control de flujo y otras operaciones específicas.

El código de programación se estructura en bloques lógicos, como funciones, bucles y condicionales, que permiten al programador controlar el flujo de ejecución del programa y tomar decisiones basadas en ciertas condiciones. Estas estructuras lógicas brindan flexibilidad y capacidad de automatización a los programas, permitiendo la realización de tareas complejas y repetitivas de manera eficiente.

Una vez que el código de programación ha sido escrito, se debe pasar por un proceso de compilación o interpretación, dependiendo del lenguaje utilizado. Durante este proceso, el código es convertido en instrucciones que la máquina o el sistema puede entender y ejecutar. El resultado de este proceso es un programa ejecutable que puede ser utilizado para lograr un objetivo específico.

3.3 Diagrama de flujo

EL diagrama de flujo es una representación gráfica de los pasos o procesos del algoritmo o procedimiento. Se utiliza para visualizar y comunicar de manera clara y ordenada

la secuencia de acciones que se deben seguir para resolver un problema o realizar una tarea (Herrera 2020). Se emplea ampliamente en programación y otros campos relacionados con la resolución de problemas, aquí se muestra el diagrama de flujo del código de programación para este prototipo. (Figura 3.2).

Este diagrama de flujo cumplió con varias funciones importantes. En primer lugar, facilita la comunicación al permitir transmitir información de manera visual y comprensible tanto entre programadores como a personas no técnicas. En segundo lugar, es una herramienta útil en el diseño y planificación de algoritmos, ya que ayuda a identificar y organizar las acciones necesarias, así como a analizar la lógica y estructura del proceso antes de su implementación.

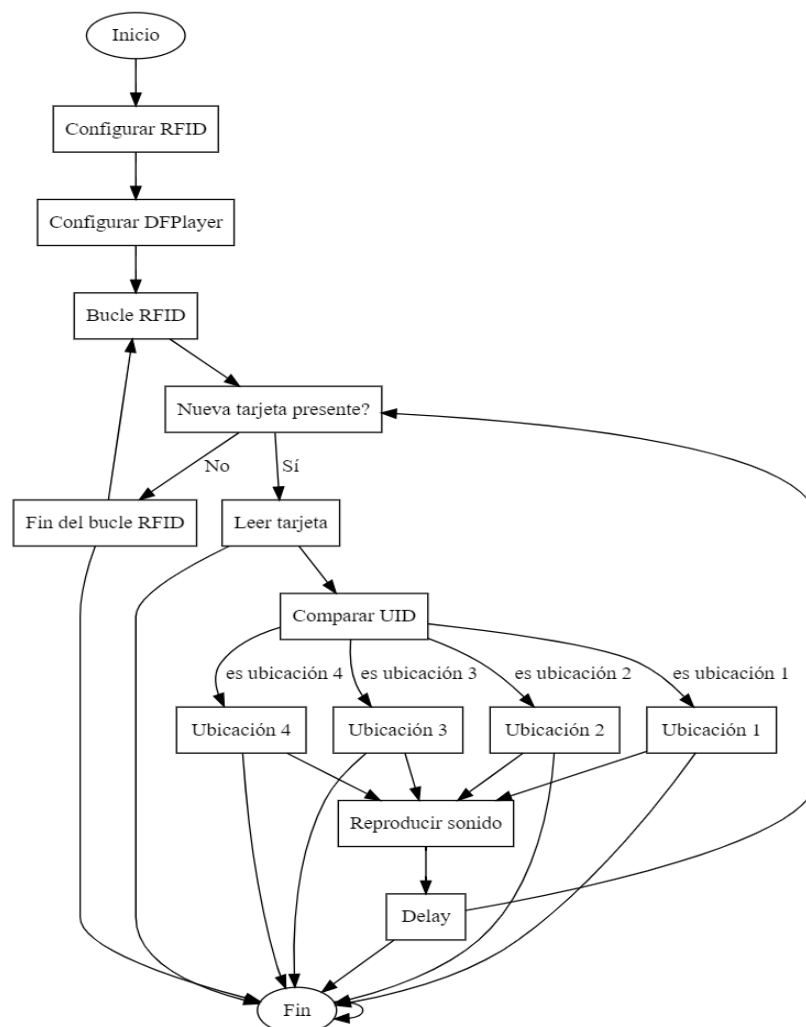


Figura 3.2. Diagrama de flujo del código de programación.

Además, el diagrama fue útil en la depuración y mantenimiento del algoritmo, ya que proporcionan una representación visual clara de la secuencia de pasos, lo que facilita la detección de posibles errores o problemas. Por último, también se utiliza como documentación visual, ya que permiten comprender rápidamente el flujo de trabajo y las decisiones tomadas durante el desarrollo del programa.

3.4 Estructura del código de programación en Arduino para prototipo

El código de programación en Arduino es un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programar microcontroladores como el Atmega328P. Está basado en C y C++ y está diseñado para ser fácil de usar para los principiantes. El código de programación en Arduino permite a los usuarios escribir código para controlar los pines de entrada / salida de un microcontrolador, leer los valores de los sensores y controlar los dispositivos externos. El código de programación en Arduino se puede escribir en un entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino. Esta herramienta proporciona herramientas para compilar, depurar y cargar el código en un microcontrolador. El IDE de Arduino también proporciona una interfaz gráfica de usuario para programar los pines de entrada / salida, leer los valores de los sensores y controlar los dispositivos externos. El código de programación en Arduino también se puede escribir en un editor de texto externo. Esta herramienta permite a los usuarios escribir código sin la ayuda de un IDE. El código escrito en el editor de texto externo se puede compilar y cargar en un microcontrolador a través de una interfaz de línea de comandos. El código de programación en Arduino es un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programar microcontroladores. Está basado en C y C++ y se puede escribir en un entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino o en un editor de texto externo. Esta herramienta permite a los usuarios escribir código para controlar los pines de entrada / salida de un microcontrolador, leer los valores de los sensores y controlar los dispositivos externos.

Abrimos un nuevo proyecto y comenzamos a programar, agregando las librerías al código del módulo Rfid y del reproductor de audio DFPlayer. (Figura 3.3).

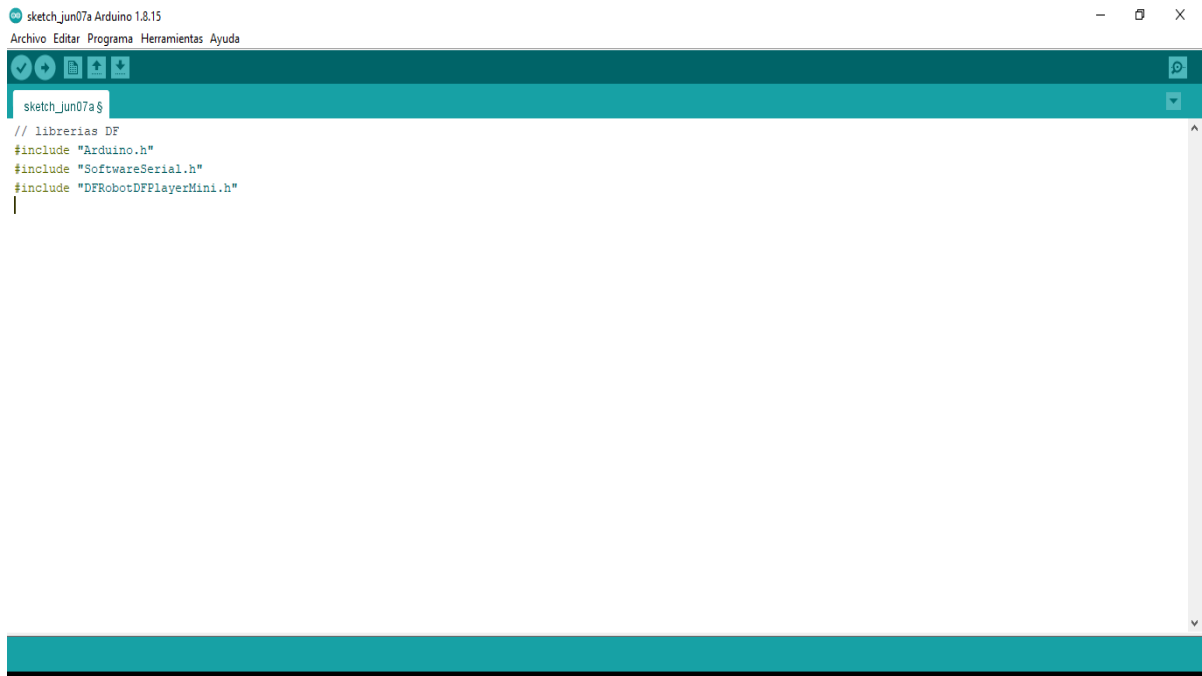


Figura 3.3. Agregar Librerías al código de programación

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

Estas líneas incluyen las librerías necesarias para el proyecto. "Arduino.h" contiene funciones y definiciones básicas para Arduino. "SoftwareSerial.h" permite la comunicación serial a través de pines digitales. "DFRobotDFPlayerMini.h" es la librería para controlar el módulo reproductor de música DFPlayer Mini.

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
```

Estas líneas incluyen las librerías necesarias para el módulo lector RFID RC522. "SPI.h" permite la comunicación a través del bus SPI y "MFRC522.h" es la librería específica para el lector RFID RC522.

```
SoftwareSerial mySoftwareSerial(7, 4); // 4RX, 7TX
DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
```

Se crea un objeto llamado "mySoftwareSerial" de la clase "SoftwareSerial" para establecer la comunicación con el módulo DFPlayer Mini a través de los pines digitales 7

(TX) y 4 (RX). También se crea un objeto llamado "myDFPlayer" de la clase "DFRobotDFPlayerMini" para controlar el módulo reproductor de música DFPlayer Mini.

```
void printDetail(uint8_t type, int value);
```

Esta línea define un prototipo de función llamada "printDetail". Aunque no se utiliza en el código proporcionado, puede ser una función adicional que se utiliza para imprimir detalles específicos en la comunicación serial.

```
#define RST_PIN 9    //Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN 10   //Pin 10 para el SS (SDA) del RC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); ///Creamos el objeto para el RC522
```

Aquí se definen las conexiones para el módulo lector RFID RC522. El pin 9 se utiliza para el reset del módulo y el pin 10 se utiliza para el SS (SDA). Luego se crea un objeto llamado "mfrc522" de la clase "MFRC522" para interactuar con el módulo lector RFID RC522.

```
void setup() {
    // Configuraciones iniciales
}
```

Esta es la función de configuración inicial que se ejecuta una vez al iniciar el Arduino. Aquí se realizan las configuraciones iniciales y la inicialización de los módulos.

```
void loop() {
    // Código que se ejecuta en bucle continuamente
}
```

Esta es la función principal del programa, que se ejecuta en un bucle continuo después de la función de configuración. Aquí se coloca el código que se repetirá constantemente mientras el Arduino esté en funcionamiento.

```
byte ActualUID[4]; // Almacenará el código del Tag leído
byte Ubicacion1[4] = {0x20, 0x2A, 0x76, 0xA7}; // Código de ubicación 1
byte Ubicacion2[4] = {0xD2, 0xE1, 0x25, 0x1C}; // Código de ubicación 2
byte Ubicacion3[4] = {0x43, 0x08, 0x86, 0x09}; // Código de ubicación 3
byte Ubicacion4[4] = {0xA3, 0x61, 0xAC, 0x2F}; // Código de ubicación 4
```

Estas líneas definen arreglos de bytes que almacenan los códigos de ubicación esperados. Por ejemplo, "Ubicacion1" contiene el código de ubicación 1, que consta de cuatro bytes en notación hexadecimal. Estos códigos de ubicación se utilizarán más adelante para comparar con el UID de la tarjeta leída.

```
void loop() {  
  if (mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {  
    if (mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {  
      // Código para manejar la tarjeta leída  
    }  
  }  
}
```

Estas líneas verifican si hay una nueva tarjeta RFID presente utilizando "mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()". Si hay una nueva tarjeta, se ejecuta el bloque de código dentro del condicional "if". Dentro de este bloque, se verifica si se puede leer el número de serie de la tarjeta utilizando "mfrc522.PICC_ReadCardSerial()". Si se puede leer el número de serie, se ejecuta el bloque de código interno.

```
Serial.print(F("Card UID:"));  
for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {  
  Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");  
  Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);  
  ActualUID[i] = mfrc522.uid.uidByte[i];  
}
```

Estas líneas muestran en la comunicación serial el mensaje "Card UID:" seguido del UID de la tarjeta leída. El UID de la tarjeta se obtiene del objeto "mfrc522.uid" y se almacena en el arreglo "ActualUID" para su posterior comparación.

```
if (compareArray(ActualUID, Ubicacion1)) {  
  Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DE EDIFICIO J...");  
  myDFPlayer.play(1);  
  delay(1000);  
}  
else if (compareArray(ActualUID, Ubicacion2)) {  
  Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J12...");  
  myDFPlayer.play(2);  
  delay(1000);  
}  
if (compareArray(ActualUID, Ubicacion3)) {  
  Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J13...");  
  myDFPlayer.play(3);  
  delay (1000);  
}
```

```

}
if (compareArray(ActualUID, Ubicacion4)) {
  Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J14...");
  myDFPlayer.play(1);
  delay(1000);
}
else {
  Serial.println("");
}
}

```

Estas líneas comparan el UID de la tarjeta leída con los códigos de ubicación predefinidos utilizando la función "compareArray()". Si se encuentra una coincidencia, se muestra un mensaje en la comunicación serial indicando la ubicación correspondiente y se reproduce un archivo de audio utilizando "myDFPlayer.play()". Después de reproducir el audio, se realiza una pausa de 1 segundo utilizando "delay(1000)". Si no se encuentra ninguna coincidencia, no se muestra nada en la comunicación serial.

```

boolean compareArray(byte array1[], byte array2[]) {
  if (array1[0] != array2[0]) return false;
  if (array1[1] != array2[1]) return false;
  if (array1[2] != array2[2]) return false;
  if (array1[3] != array2[3]) return false;
  return true;
}

```

Esta es la definición de la función "compareArray()", que compara dos arreglos de bytes y determina si son iguales. La función verifica cada elemento del arreglo uno por uno utilizando operadores lógicos y devuelve "true" si todos los elementos son iguales y "false" si hay alguna diferencia.

Este código que se realizó se trata de un proyecto que combina el uso de un lector RFID (RFID-RC522) y un reproductor de audio (DFRobotDFPlayerMini) con Arduino. A grandes rasgos, el objetivo de este código es reconocer tarjetas RFID específicas y reproducir un archivo de audio correspondiente a la ubicación asociada a esa tarjeta.

Aquí hay una descripción más detallada de cómo se puede utilizar este código:

Identificación de tarjetas RFID: El código utiliza la librería MFRC522 para interactuar con el lector RFID. Cuando una tarjeta RFID compatible se coloca cerca del lector, el código verifica si hay una nueva tarjeta presente utilizando

`mfr522.PICC_IsNewCardPresent()`. Si se detecta una tarjeta, se procede a leer su número de serie utilizando `mfr522.PICC_ReadCardSerial()`.

Comparación de códigos de ubicación: El código compara el número de serie de la tarjeta leída con los códigos de ubicación predefinidos almacenados en los arreglos `Ubicacion1`, `Ubicacion2`, `Ubicacion3` y `Ubicacion4`. Estos códigos de ubicación representan identificadores únicos para diferentes ubicaciones físicas.

Reproducción de audio: Si se encuentra una coincidencia entre el número de serie de la tarjeta leída y alguno de los códigos de ubicación, se muestra un mensaje indicando la ubicación correspondiente utilizando `Serial.println()`. Además, se reproduce un archivo de audio específico utilizando el reproductor de audio `DFRobotDFPlayerMini` y el método `myDFPlayer.play()`. Cada ubicación tiene asociado un número de archivo específico que se reproduce.

Retraso y repetición: Después de reproducir el audio, se realiza un retraso de 1 segundo utilizando `delay(1000)` para evitar repeticiones innecesarias en caso de que la tarjeta RFID permanezca cerca del lector durante un corto período de tiempo. Luego, el código regresa al inicio del bucle `loop()` para esperar la próxima tarjeta.

Este código se utilizó para implementar un sistema de reconocimiento de ubicación utilizando tarjetas RFID. Por ejemplo, podrías asociar cada tarjeta con diferentes áreas de un edificio y reproducir instrucciones de audio específicas según la ubicación de la tarjeta. Esto será útil en aplicaciones como guías para personas con discapacidad visual, sistemas de navegación en interiores o sistemas de identificación y acceso basados en tarjetas RFID.

El Sketch usa 7982 bytes (25%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 30720 bytes.

Las variables Globales usan 620 bytes (30%) de la memoria dinámica, dejando 1428 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

Tabla 3.1 Espacios de almacenamiento de TAG en memoria del microcontrolador

Tarjetas TAG	Espacio de almacenamiento	Espacio en memoria dinámica
1 [Card UID: 20 2A 76 A7]	25%	29%
2 [Card UID: 20 0A 25 B6]	25%	29%
3 [Card UID: 19 5B 56 C5]	25%	30%
4 [Card UID: 1C 5A C4 B8]	25%	30%

3.5 Código

```
// librerias DF
#include "Arduino.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"
/* conexiones RFID RC-522
  SDA PIN 10
  SCK PIN 13
  MOSI PIN 11
  MISO PIN 12
  RST PIN 9
*/
// librerias RFID
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
// conexiones DF
SoftwareSerial mySoftwareSerial(7, 4); // 4RX, 7TX
DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
void printDetail(uint8_t type, int value);
// conexiones RFID
#define RST_PIN 9 //Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN 10 //Pin 10 para el SS (SDA) del RC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); ///Creamos el objeto para el RC522
void setup() {
  // RFID
  Serial.begin(9600); //Iniciamos La comunicacion serial
  SPI.begin(); //Iniciamos el Bus SPI
  mfrc522.PCD_Init(); // Iniciamos el MFRC522
  Serial.println("Control de ubicacion :");
  // DF
  mySoftwareSerial.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println();
  Serial.println(F("DFRobot DFPlayer Mini Demo"));
  Serial.println(F("Inicializando DFPlayer... (Puede tardar de 3 a 5 segundos)"));
  if (!myDFPlayer.begin(mySoftwareSerial)) { //Use softwareSerial to
    communicate with mp3.

```

```

        Serial.println(F("incapaz de empezar:"));
        Serial.println(F("1. Vuelva a comprobar la conexión.!"));
        Serial.println(F("2.¡Inserte la tarjeta SD!"));
        while (true);
    }
    Serial.println(F("DFPlayer Mini online."));
    myDFPlayer.setTimeout(500); //Establezca el tiempo de espera de la
comunicación en serie en 500 ms
    //----Set volume----
    myDFPlayer.volume(22); //Establecer valor de volumen (0~30).
    myDFPlayer.volumeUp(); //Subir volumen
    myDFPlayer.volumeDown(); //Bajar volumen

    //----Establecer diferentes ecualizadores----
    myDFPlayer.EQ(DFPLAYER_EQ_NORMAL);
    //----Establezca el dispositivo que usamos SD como predeterminado---
    myDFPlayer.outputDevice(DFPLAYER_DEVICE_SD);
}
// CODIGOS RFID
byte ActualUID[4]; //almacenará el código del TAG leído
byte Ubicacion1[4]= {0x20, 0x2A, 0x76, 0xA7} ; //código de ubicacion 1
byte Ubicacion2[4]= {0xD2, 0xE1, 0x25, 0x1C} ; //código de ubicacion 2
byte Ubicacion3[4]= {0x43, 0x08, 0x86, 0x09} ; //código de ubicacion 3
byte Ubicacion4[4]= {0xA3, 0x61, 0xAC, 0x2F} ; //código de ubicacion 4
void loop() {
    // Revisamos si hay nuevas tarjetas de ubicacion presentes
    if ( mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
    {
        //Seleccionamos una tarjeta
        if ( mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
        {
            // Enviamos serialamente su UID
            Serial.print(F("Card UID:"));
            for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
                Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
                Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
                ActualUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];
            }
            Serial.print("    ");
            //comparamos los UID para determinar si es una de nuestras
ubicaciones
            if(compareArray(ActualUID,Ubicacion1))
            {
                Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DE EDIFICIO J...");
                // código DF
                myDFPlayer.play(1);
                delay(1000);
            }
            else if(compareArray(ActualUID,Ubicacion2))
            {
                Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J12...");
                myDFPlayer.play(2);
                delay(1000);
            }
            if(compareArray(ActualUID,Ubicacion3))

```

```

        {
            Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J13...");
            // código DF
            myDFPlayer.play(3);
            delay (1000);
        }
        if(compareArray(ActualUID,Ubicacion4))
        {
            Serial.println("ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J14...");
            // código DF
            myDFPlayer.play(1);
            delay (1000);
        }
        else
            Serial.println("");
        // Terminamos la lectura de la tarjeta tarjeta actual
        mfrc522.PICC_HaltA();
    }
}

//Función para comparar dos vectores

boolean compareArray(byte array1[],byte array2[])

{
    if(array1[0] != array2[0])return(false);
    if(array1[1] != array2[1])return(false);
    if(array1[2] != array2[2])return(false);
    if(array1[3] != array2[3])return(false);
    return(true);
}

```

3.5.1 Compilación de código

La compilación de un código de programación en Arduino es un paso crucial en el desarrollo de proyectos electrónicos, la compilación de este código se muestra en la figura 27. Esto consiste en convertir el código escrito en lenguaje de programación en instrucciones comprensibles para el microcontrolador. En términos simples, es como traducir el lenguaje humano a un lenguaje que el microcontrolador puede entender.

La importancia de la compilación radica en la naturaleza del lenguaje de programación utilizado en Arduino. Arduino utiliza una variante simplificada del lenguaje de programación C/C++, diseñada específicamente para la programación de microcontroladores. Este lenguaje se basa en instrucciones de bajo nivel y acceso directo a los recursos del microcontrolador.

La compilación realiza varias tareas vitales. En primer lugar, verifica la sintaxis del código, asegurándose de que no haya errores de escritura o instrucciones mal formadas que puedan afectar el funcionamiento del programa. Esta validación garantiza que el código esté correctamente escrito y evita problemas posteriores durante la ejecución.

Además, la compilación también realiza la asignación de recursos. Esto implica asignar memoria para variables, funciones y otros elementos necesarios para la ejecución del programa. La compilación también puede optimizar el código, eliminando redundancias o instrucciones innecesarias para mejorar el rendimiento y la eficiencia del programa resultante.

Otro aspecto importante de la compilación es la generación del archivo binario o "hex". Este archivo contiene las instrucciones compiladas que serán cargadas en el microcontrolador. Es el código final que se ejecutará en el dispositivo físico. La generación del archivo binario es esencial para transferir el programa desde el entorno de desarrollo en la computadora hacia el microcontrolador. (Figura 3.4).



```
proyecto_terminado_NO_MOVER Arduino 1.8.15
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

proyecto_terminado_NO_MOVER
// librerías DF
#include "Arduino.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"

/* conexiones RFID RC-522
 * SDA PIN 10
 * SCK PIN 13
 * MOSI PIN 11
 * MISO PIN 12
 * RST PIN 9
 */
// librerías RFID
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

// conexiones DF
SoftwareSerial mySoftwareSerial(7, 4); // 4RX, 7TX
DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
void printDetail(uint8_t type, int value);

// conexiones RFID

#define RST_PIN 9 //Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN 10 //Pin 10 para el SS (SDA) del RC522

Compilado
El Sketch usa 7890 bytes (25%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 30720 bytes.
Las variables Globales usan 612 bytes (29%) de la memoria dinámica, dejando 1436 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.
158
Arduino Nano ATmega328P (Old Bootloader) en COM8
```

Figura 3.4. Compilación de código

3.5.2 Ejecución del código.

La ejecución del código Arduino se refiere al proceso en el cual el programa compilado se ejecuta en el microcontrolador de la placa Arduino. Después de haber

compilado el código y generado el archivo binario, este archivo se carga en el microcontrolador a través de un cable USB o mediante otros métodos de programación disponibles.

Una vez que el código se encuentra en el microcontrolador, el dispositivo lo interpreta y ejecuta las instrucciones que se encuentran en el programa. El microcontrolador sigue paso a paso las instrucciones programadas para realizar las tareas específicas que se han diseñado.

Durante la ejecución, el microcontrolador interactúa con los componentes conectados a la placa Arduino, como sensores, actuadores y otros dispositivos electrónicos. A través de las instrucciones programadas, se controlan las entradas y salidas de estos dispositivos, lo que permite la interacción con el entorno físico.

Es importante mencionar que la ejecución del código Arduino es un proceso continuo y repetitivo mientras la placa esté alimentada y en funcionamiento. El microcontrolador ejecuta el programa de forma cíclica, repitiendo las instrucciones una y otra vez hasta que se interrumpa la alimentación o se realice una acción para detener la ejecución del programa.

3.5.3 Proceso de transferencia de código al microcontrolador

Para transferir el código al microcontrolador de la placa Arduino, se deben seguir los siguientes pasos (Figura 3.5).



Figura 3.5 Proceso de transferencia

1. Conectar la placa Arduino a la computadora: Utiliza un cable USB para conectar la placa Arduino a un puerto USB disponible en tu computadora. Asegúrate de que la placa esté correctamente conectada y encendida.
2. Abrir el entorno de desarrollo de Arduino: Abre el software de Arduino en tu computadora. Puedes descargarlo desde el sitio web oficial de Arduino si aún no lo tienes instalado.
3. Seleccionar el tipo de placa Arduino: En el menú "Herramientas", selecciona el tipo de placa Arduino que estás utilizando. Asegúrate de elegir el modelo correcto, ya que cada placa tiene diferentes especificaciones y requerimientos.
4. Seleccionar el puerto de comunicación: En el mismo menú "Herramientas", elige el puerto de comunicación al que está conectada la placa Arduino. Si no estás seguro, puedes verificar en el administrador de dispositivos de tu sistema operativo para identificar el puerto correspondiente a la placa Arduino.
5. Verificar y compilar el código: Abre el código que deseas cargar en la placa Arduino en el entorno de desarrollo. Antes de cargarlo, es recomendable verificar y compilar el código haciendo clic en el botón de verificación (checkmark) en la barra de herramientas. Esto asegurará que no haya errores de sintaxis en el código.
6. Cargar el código en la placa Arduino: Una vez que el código ha sido verificado y compilado sin errores, presiona el botón "Subir" (o "Cargar") en la barra de herramientas. Esto iniciará el proceso de carga del código en el microcontrolador de la placa Arduino.
7. Esperar a que se complete la carga: Durante el proceso de carga, podrás ver una barra de progreso que indica el estado de la carga. Una vez que la carga se complete exitosamente, recibirás una notificación de éxito en el entorno de desarrollo. (Figura 3.6).

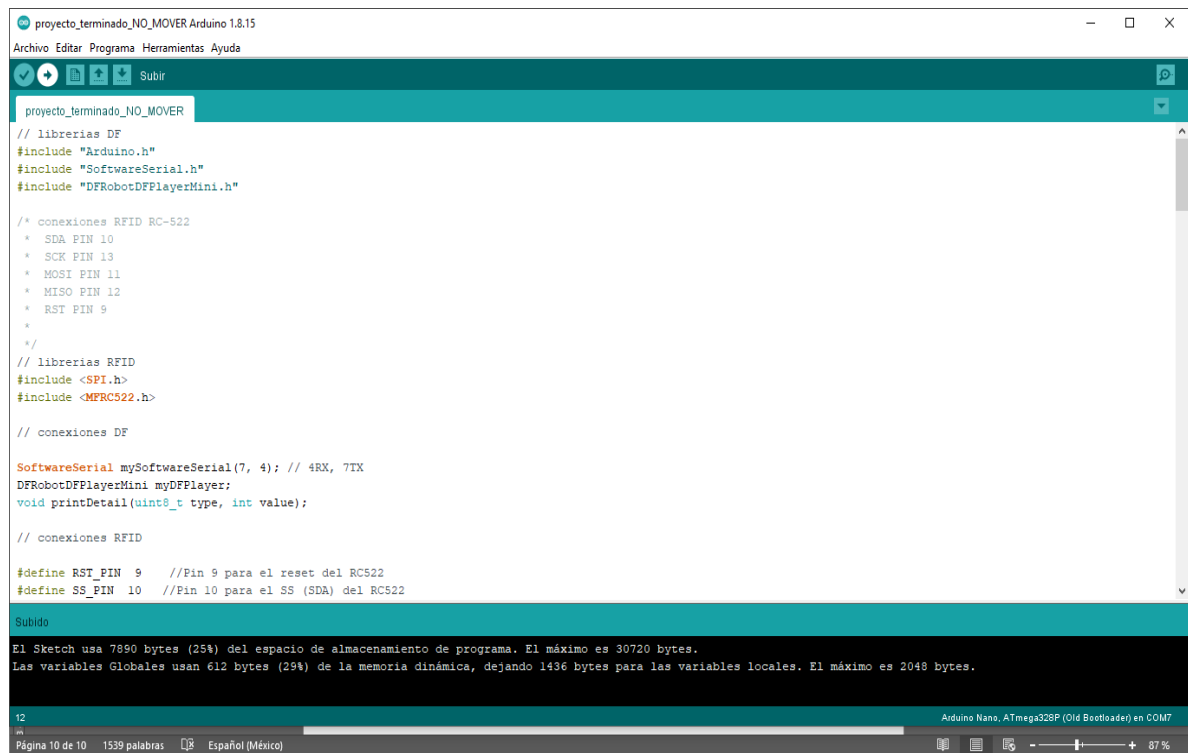


Figura 3.6. Transferencia de código al microcontrolador

Mostramos resultados en monitor serial

1. Para mostrar resultados en el Monitor Serial en el entorno de desarrollo de Arduino, seguimos los siguientes pasos:
2. Se abre el entorno de desarrollo de Arduino en la computadora y se conecta la placa Arduino al puerto USB.
3. En el entorno de desarrollo, se selecciona la placa Arduino y el puerto de comunicación.
4. Se abre el código en el cual deseamos mostrar los resultados en el Monitor Serial. Nos Aseguramos de que el código incluya las líneas necesarias para imprimir los resultados.

5. Para imprimir un resultado en el Monitor Serial, utilizamos la función `Serial.print()` o `Serial.println()`.

```
Serial.print("Estas ubicado.... ");
```

```
Serial.println(valor);
```

Estas líneas imprimirán en el Monitor Serial.

6. Asegúranos de que el Monitor Serial esté configurado correctamente. En el entorno de desarrollo, vamos al menú "Herramientas" y verificamos que la velocidad de baudios del Monitor Serial coincida con la configuración en el código. La velocidad predeterminada es 11500 baudios.
7. Antes de cargar el código en la placa Arduino, aseguramos de haber abierto el Monitor Serial. Vamos al menú "Herramientas" y seleccionamos "Monitor Serial" o presionamos `Ctrl+Shift+M`. Aparecerá una ventana que mostrará la salida del Monitor Serial.
8. Compilamos y cargamos el código en la placa Arduino siguiendo los pasos mencionados anteriormente.
9. Una vez que el código se haya cargado exitosamente, podremos ver los resultados en el Monitor Serial. Los mensajes que hayamos programado para imprimir con las funciones `Serial.print()` o `Serial.println()` aparecerán en la ventana del Monitor Serial. (Figura 3.7).

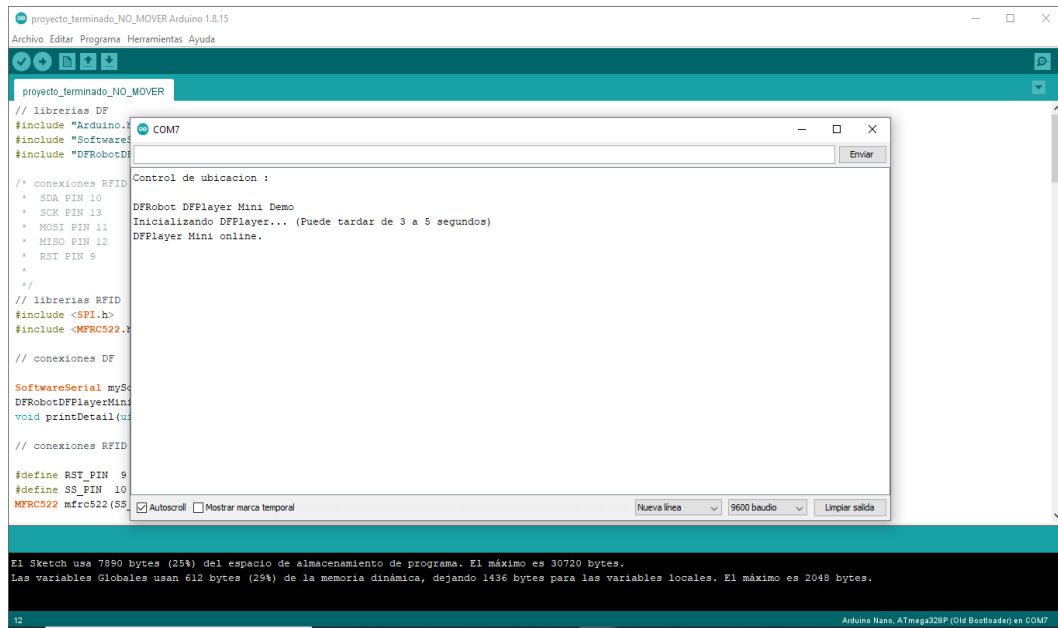


Figura 3.8. Vista de monitor serial.

Mostramos primer resultado de la primer TAG leída y nos muestra la primera ubicación véase figura 3.9.

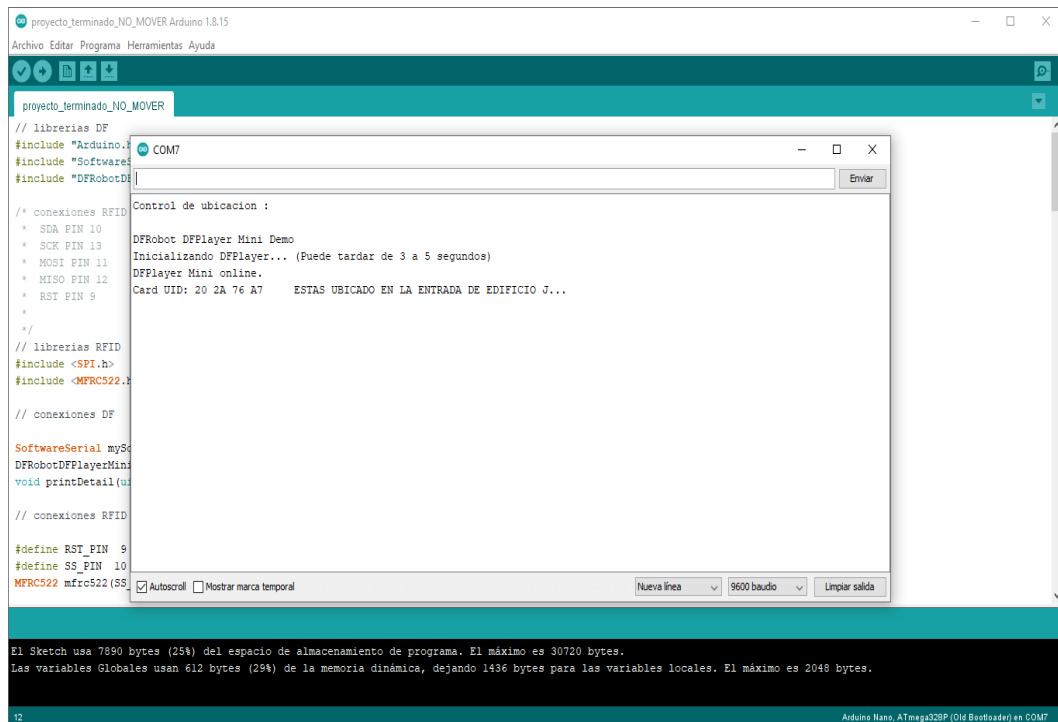
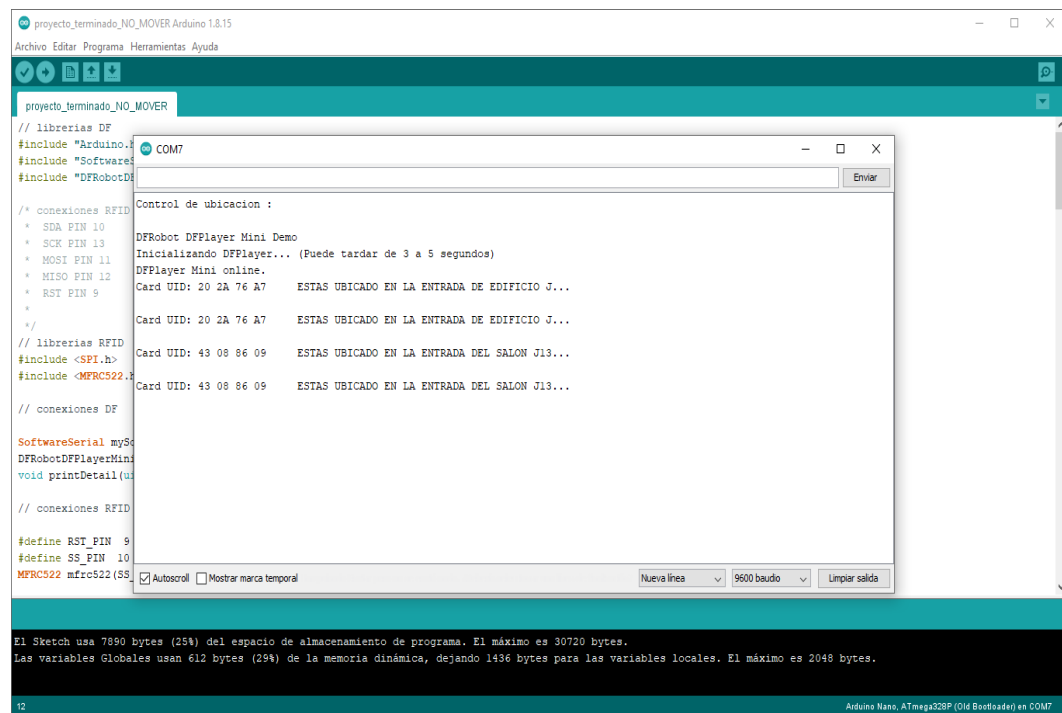


Figura 3.9. Resultado de primer TAG leída.

Mostramos resultado de la segunda TAG leída y nos muestra la segunda ubicación véase figura 3.10.



```
// proyecto_terminado_NO_MOVER
// librerias DF
#include "Arduino.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"

/* conexiones RFID
 * SDA PIN 10
 * SCK PIN 13
 * MOSI PIN 11
 * MISO PIN 12
 * RST PIN 9
 */

// librerias RFID
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

// conexiones DF
SoftwareSerial myS
DFRobotDFPlayerMini
void printDetail(u

// conexiones RFID

#define RST_PIN 9
#define SS_PIN 10
MFRC522 mfrc522(SS
```

Control de ubicacion :

DFRobot DFPlayer Mini Demo
Iniciando DFPlayer... (Puede tardar de 3 a 5 segundos)
DFPlayer Mini online.
Card UID: 20 2A 76 A7 ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DE EDIFICIO J...
Card UID: 20 2A 76 A7 ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DE EDIFICIO J...
Card UID: 43 08 86 09 ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J13...
Card UID: 43 08 86 09 ESTAS UBICADO EN LA ENTRADA DEL SALON J13...

El Sketch usa 7890 bytes (25%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 30720 bytes.
Las variables Globales usan 612 bytes (29%) de la memoria dinámica, dejando 1436 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

12 Arduino Nano, ATmega328P (Old Bootloader) en COM7

Figura 3.10. Resultado de segunda TAG leída

Este código nos ayudará a realizar el posicionamiento de personas con discapacidad visual a través de tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID, ocupando placa de desarrollo Arduino UNO como programador, y un módulo Rfid Rc522. Con esto se ubicará con precisión al usuario en un espacio pequeño, la posición se obtiene a través del módulo Rfid Rc522 con la ayuda de la tarjeta TAG de inducción Rfid. Al realizar este código nos permitió analizar comportamiento de los diferentes dispositivos electrónicos utilizados para realizar el circuito electrónico, que resultó ser idóneo para el desarrollo del prototipo que se pretende construir.

3.6 Simulación, diseño y construcción y de circuito electrónico.

En esta sección, se presenta una lista completa de los componentes cuidadosamente elegidos para la simulación, diseño, construcción y circuito electrónico de este prototipo. Cada uno de estos componentes ha sido seleccionado con meticulosidad para asegurar un

funcionamiento óptimo y eficiente del sistema en su conjunto. Esta lista abarca una amplia variedad de elementos, desde los componentes más básicos como resistencias, capacitores y transistores, hasta el microcontrolador ATmega328P que desempeña un papel central en el control y la gestión del circuito. Cada componente cumple una función fundamental en la configuración global del circuito, contribuyendo de manera significativa a la consecución de los objetivos técnicos y funcionales establecidos para este prototipo en particular.

3.6.1 Regulador de voltaje LM7805

El regulador de voltaje LM7805 (Figura 3.11), es un circuito integrado que se utiliza para regular la tensión de entrada y proporcionar una tensión de salida constante de 5 voltios. Este dispositivo es muy popular en la electrónica debido a su facilidad de uso y su capacidad para proporcionar una fuente de alimentación estable y confiable para una amplia gama de aplicaciones. El LM7805 está formado por una serie de componentes internos., incluyendo un transistor de paso, un amplificador operacional y un divisor de voltaje. Estos componentes trabajan juntos para regular la tensión de entrada y proporcionar una tensión de salida constante de 5 voltios. La tensión de entrada del LM7805 puede variar entre 7 y 35 voltios, lo que significa que puede utilizarse con una amplia gama de fuentes de alimentación. El dispositivo también tiene una corriente máxima de salida de 1 amperio, lo que lo hace adecuado para alimentar una amplia variedad de dispositivos electrónicos. El LM7805 es muy fácil de usar y requiere un número mínimo de componentes externos para funcionar correctamente. Para utilizar el LM7805, simplemente se debe conectar la tensión de entrada al pin de entrada del dispositivo y la carga al pin de salida. El pin central del dispositivo se utiliza para conectar un capacitor de filtro, que ayuda a estabilizar la tensión de salida y reducir el ruido. El regulador de voltaje LM7805 es un dispositivo popular en la electrónica debido a su facilidad de uso y su capacidad para proporcionar una fuente de alimentación estable y confiable para una amplia gama de aplicaciones. Con su capacidad para regular la tensión de entrada y proporcionar una tensión de salida constante de 5 voltios, el LM7805 es una opción popular para proyectos de electrónica y otros dispositivos que requieren una fuente de alimentación confiable y estable.

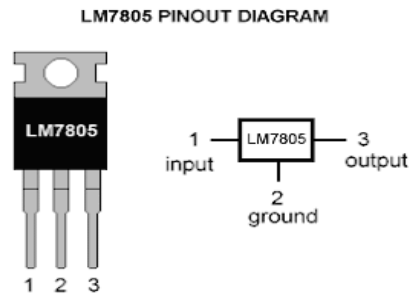


Figura 3.11. Regulador de voltaje LM7805.

Vecteezy. (s.f.). Regulador de voltaje IC con símbolo

3.6.2 Regulador de voltaje LM1117T 3.3V

El LM1117T 3.3V (Figura 3.12.), es un regulador de voltaje lineal de caída baja (LDO) que proporciona un voltaje de salida regulado de 3.3V. Está disponible en un paquete TO-220 y puede generar hasta 800 mA de corriente. El LM1117T 3.3V es una opción popular para una variedad de aplicaciones, que incluyen:

- Alimentación de microcontroladores
- Suministro de energía regulada para periféricos
- Creación de fuentes de alimentación personalizadas

El LM1117T 3.3V es fácil de usar y se puede configurar con solo unos pocos componentes externos.

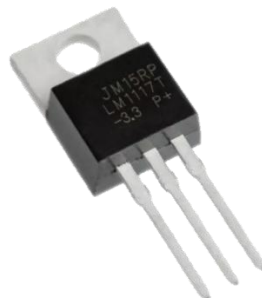


Figura 3.12. Regulador de voltaje LM1117T 3.3V

MercadoLibre. (s.f.). LD1117 Regulador de Voltaje 3.3V 1A TO-220

3.6.3 RFID-RC522

El módulo RFID-RC522 (Figura 3.13), es un dispositivo de comunicación inalámbrica que utiliza la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) para leer y escribir datos en tarjetas RFID. Este módulo es compatible con la plataforma Arduino y se utiliza comúnmente en proyectos de seguridad, control de acceso y automatización. El módulo RFID-RC522 se compone de un lector de tarjetas RFID, una antena y un circuito de control. El lector de tarjetas utiliza una frecuencia de radio de 13,56 MHz para comunicarse con las tarjetas RFID, mientras que la antena se utiliza para transmitir y recibir señales de radio. El módulo RFID-RC522 se comunica con la plataforma Arduino a través de una interfaz SPI (Serial Peripheral Interface), lo que significa que se puede utilizar con una amplia variedad de microcontroladores y dispositivos de control. Para utilizar el módulo RFID-RC522, se debe conectar la antena del módulo a la plataforma Arduino y conectar los pines de control a los pines correspondientes en la placa. Una vez que el módulo está conectado, se puede utilizar el código de programación de Arduino para leer y escribir datos en las tarjetas RFID. El módulo RFID-RC522 es muy versátil y se puede utilizar en una amplia variedad de proyectos de electrónica. Por ejemplo, se puede utilizar para controlar el acceso a una habitación o edificio, para identificar a los trabajadores en un centro de trabajo o para automatizar el proceso de pago en una tienda. El módulo RFID-RC522 es un dispositivo de comunicación inalámbrica que utiliza la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) para leer y escribir datos en tarjetas RFID. Este módulo es compatible con la plataforma Arduino y se utiliza comúnmente en proyectos de seguridad, control de acceso y automatización. Con su capacidad para leer y escribir datos en tarjetas RFID, el módulo RFID-RC522 es una herramienta valiosa en la electrónica y la automatización.



Figura 3.13. Tarjeta RFID-RC522

3.6.4 Tarjeta TAG

La tarjeta TAG RFID (Figura 3.14), para Arduino es una tarjeta que se utiliza en aplicaciones de identificación y rastreo de objetos utilizando la tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia). La tarjeta se compone de una antena y un microchip, que se conecta a un microcontrolador Arduino para leer y escribir datos de la etiqueta.

Las tarjetas TAG RFID para Arduino se pueden utilizar en una amplia variedad de aplicaciones. Se puede programar utilizando el lenguaje de programación de Arduino, lo que permite a los usuarios personalizar la funcionalidad de la tarjeta para satisfacer sus necesidades específicas. Para ocuparla con Arduino se puede conectar a un microcontrolador Arduino utilizando una interfaz serial o I2C, lo que permite una comunicación fácil y rápida entre la tarjeta y el microcontrolador.

Características clave de la tarjeta para incluyen:

- 1) Frecuencia de operación: Las tarjetas para Arduino normalmente operan en la frecuencia de 13.56 MHz, que es una frecuencia comúnmente utilizada en aplicaciones de RFID.
- 2) Alcance: El alcance de la tarjeta para Arduino depende del tipo de antena utilizada y la potencia de la señal del lector RFID.
- 3) Capacidad de almacenamiento: La capacidad de almacenamiento de la tarjeta para Arduino depende del tipo de chip utilizado en la tarjeta.
- 4) Compatibilidad: Las tarjetas para Arduino son compatibles con una amplia variedad de lectores RFID, lo que permite una integración fácil en sistemas existentes.

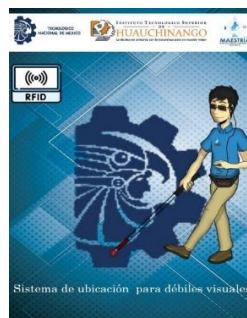


Figura 3.14. Tarjeta TAG

3.6.5 Capacitor 100 microfaradios

Un capacitor electrolítico de 100 μ F se puede ver en la Figura 3.15, es un tipo de capacitor polarizado que se utiliza comúnmente en aplicaciones de electrónica. Este tipo de capacitor se compone de dos placas metálicas separadas por un material dieléctrico, que se enrollan para formar un cilindro. El dieléctrico en un capacitor electrolítico de 100 μ F es un electrolito líquido, lo que permite que el capacitor tenga una alta capacidad de almacenamiento de carga eléctrica. El valor de capacitancia de un capacitor electrolítico de 100 μ F es de 100 microfaradios (μ F), lo que significa que puede almacenar una carga eléctrica de hasta 100 microculombios. Este valor de capacitancia es adecuado para aplicaciones de filtrado de corriente y de acoplamiento de señales en circuitos electrónicos. Es importante tener en cuenta que los capacitores electrolíticos son polarizados, lo que significa que tienen un terminal positivo y un terminal negativo. En el caso de un capacitor electrolítico de 100 μ F, el terminal positivo se marca con un signo más (+), mientras que el terminal negativo se marca con un signo menos (-). Es importante asegurarse de conectar el capacitor correctamente en un circuito, ya que, si se invierte la polaridad, el capacitor puede dañarse o incluso explotar. Un capacitor electrolítico de 100 μ F es un tipo de capacitor polarizado que se utiliza comúnmente en aplicaciones de electrónica. Con su alta capacidad de almacenamiento de carga eléctrica y su valor de capacitancia adecuado para aplicaciones de filtrado de corriente y de acoplamiento de señales, este tipo de capacitor es una herramienta valiosa en la electrónica y la ingeniería de circuitos.

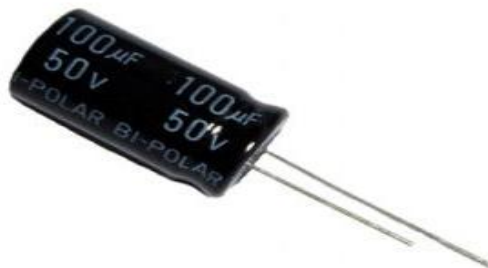


Figura 3.15. Capacitor 100 microfaradios.

La Casa de la Banda. (s.f.). Capacitor Electrolítico 50V 100 μ F

3.6.6 Resistencia 330 ohm

Una resistencia de 330 ohmios (Figura 3.16), es un dispositivo de resistencia eléctrica utilizado comúnmente en circuitos electrónicos para limitar la corriente eléctrica. Esta resistencia está formada por un material conductor, como alambre de cobre, enrollado en una bobina. Una resistencia de 330 ohmios se significa que limita la corriente eléctrica a 330 miliamperios. Las resistencias de 330 ohmios se utilizan comúnmente en circuitos electrónicos para limitar la corriente eléctrica. Esto es importante para evitar que los componentes electrónicos se sobrecalienten y se dañen. Además, las resistencias de 330 ohmios se utilizan comúnmente para crear circuitos de control de potencia, para limitar la corriente de salida de un dispositivo y para regular la tensión de salida de un circuito.

Las resistencias de 330 ohmios están disponibles en una variedad de tamaños, formas y materiales. Estas resistencias se pueden encontrar en forma de resistencias de película, resistencias de carbono, resistencias de alambre de cobre y resistencias de alambre de plata. Estas resistencias también se pueden encontrar en una variedad de tamaños, desde pequeñas resistencias de alambre hasta grandes resistencias de película.

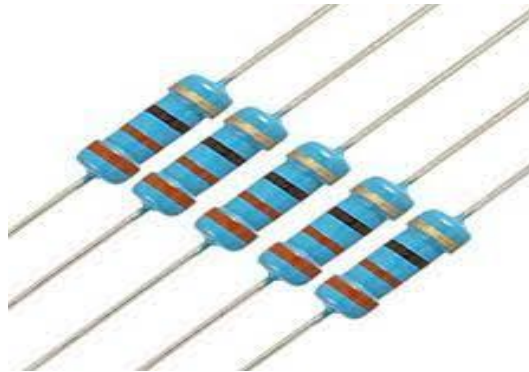


Figura 3.16. Resistencias de 330 ohm

3.6.7 Cristal oscilador 16.000 MHz

El cristal oscilador de 16.000 MHz (Figura 3.17), es un dispositivo utilizado para generar señales de reloj de alta frecuencia con una precisión y estabilidad excepcionales. Está

compuesto por un cristal de cuarzo, un par de electrodos y un circuito de control. El cristal de cuarzo se utiliza para generar una señal de reloj de alta frecuencia, mientras que el circuito de control se utiliza para regular la frecuencia de la señal. El cristal oscilador de 16.000 MHz se utiliza comúnmente en aplicaciones de electrónica, como microcontroladores, circuitos integrados, relojes digitales y dispositivos de comunicación. Esta señal de reloj de alta frecuencia se utiliza para controlar el tiempo de ejecución de los circuitos y para sincronizar los dispositivos.

Los cristales osciladores de 16.000 MHz tienen una frecuencia de reloj de 16.000 MHz, lo que significa que pueden generar una señal de reloj de 16.000 ciclos por segundo. Esta señal de reloj de alta frecuencia es muy precisa y estable, lo que permite a los dispositivos electrónicos funcionar de manera confiable y sin problemas.



Figura 3.17. Cristal oscilador 16000 MHz

3.6.8 Lector de tarjeta SD MP3-TF-16P

El lector de tarjeta SD MP3-TF-16P (Figura 3.18), para Arduino es un dispositivo de lectura de tarjetas de memoria diseñado específicamente para usarse con la plataforma de desarrollo Arduino. Está diseñado para leer y escribir datos en tarjetas SD, tarjetas TF y tarjetas MicroSD. Este lector de tarjetas se conecta a una placa Arduino a través de un puerto SPI o un puerto ICSP. Una vez conectado, el lector de tarjetas puede leer y escribir datos en tarjetas SD, tarjetas TF y tarjetas MicroSD. Esto significa que puede transferir archivos de y hacia tarjetas de memoria, lo que lo hace ideal para la transferencia de archivos entre dispositivos. El lector de tarjeta SD MP3-TF-16P para Arduino también es compatible con una variedad de formatos de archivo, como MP3, WAV, AVI, JPG, PNG y muchos otros. Esto significa que puede leer y escribir archivos de audio, vídeo, imágenes y otros archivos

en tarjetas de memoria. Además, el lector de tarjeta SD MP3-TF-16P para Arduino es compatible con una variedad de bibliotecas de Arduino, como la biblioteca SD, la biblioteca SPI y la biblioteca ICSP. Esto significa que puede utilizar estas bibliotecas para controlar el lector de tarjetas desde una placa Arduino.

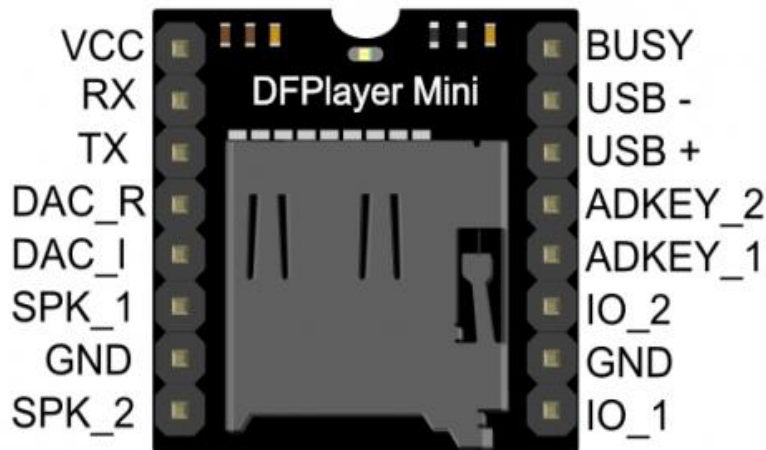


Figura 3.18. Lector de tarjeta SD MP3-TF-16P

3.6.9 Placa fenólica

La placa fenólica (Figura 3.19), es un material compuesto de plástico y fibra de madera que se utiliza comúnmente en la fabricación de circuitos impresos. Está hecho de una mezcla de fenol y formaldehído, lo que le da una alta resistencia a la humedad, la corrosión y los cambios de temperatura. Esta característica hace que la placa fenólica sea ideal para aplicaciones electrónicas. La placa fenólica se puede encontrar en una variedad de tamaños y grosores. Está disponible en placas de 0,063 a 0,125 pulgadas de grosor y puede ser cortada en una variedad de tamaños y formas. Esto significa que la placa fenólica es ideal para la fabricación de circuitos impresos de tamaño y forma personalizados. La placa fenólica también es muy fácil de trabajar. Se puede perforar, cortar, lijar y soldar con facilidad. Esto significa que se pueden crear circuitos impresos personalizados con una precisión y una calidad excepcionales. Para este proyecto ocuparemos una placa fenólica de 1 oz/ft^2 de capa de cobre.



Figura 3.19. Placa fenólica.

3.6.10 Bocina compacta.

La bocina compacta (Figura 3.20), para dispositivos electrónicos es un dispositivo de audio que se conecta a un dispositivo electrónico para proporcionar sonido de alta calidad. Está diseñada para ser compacta y liviana, lo que la hace ideal para su uso en dispositivos portátiles como teléfonos móviles, reproductores de MP3 y cámaras digitales. La bocina compacta para dispositivos electrónicos se conecta a un dispositivo a través de un puerto de audio. Una vez conectado, la bocina puede reproducir música, audio y otros archivos de audio a un nivel de volumen alto y de calidad de sonido. Esto significa que puede disfrutar de la mejor calidad de sonido sin tener que preocuparse por el tamaño o el peso. La bocina compacta para dispositivos electrónicos también es compatible con una variedad de formatos de archivo, como MP3, WAV, AVI, JPG, PNG y muchos otros. Esto significa que puede reproducir archivos de audio, vídeo, imágenes y otros archivos en la bocina.



Figura 3.20. Bocina compacta.

3.6.11 Microcontrolador Atmega328p

El microcontrolador Atmega328P (Figura 3.21), es un microcontrolador de 8 bits de alto rendimiento diseñado para usarse en aplicaciones de automatización, control y robótica. Está diseñado para funcionar a una velocidad de hasta 20 MHz y viene con una memoria Flash de 32 KB, 1 KB de SRAM y 256 bytes de EEPROM. El microcontrolador Atmega328P es compatible con una variedad de protocolos de comunicación, como I2C, SPI, UART y USB. Esto significa que se puede conectar con una variedad de dispositivos externos, como sensores, pantallas, periféricos y tarjetas de memoria. El microcontrolador Atmega328P también es compatible con una variedad de lenguajes de programación, como C, C++, Python y Arduino. Esto significa que se puede programar para realizar una variedad de tareas, desde la lectura de sensores hasta el control de motores.

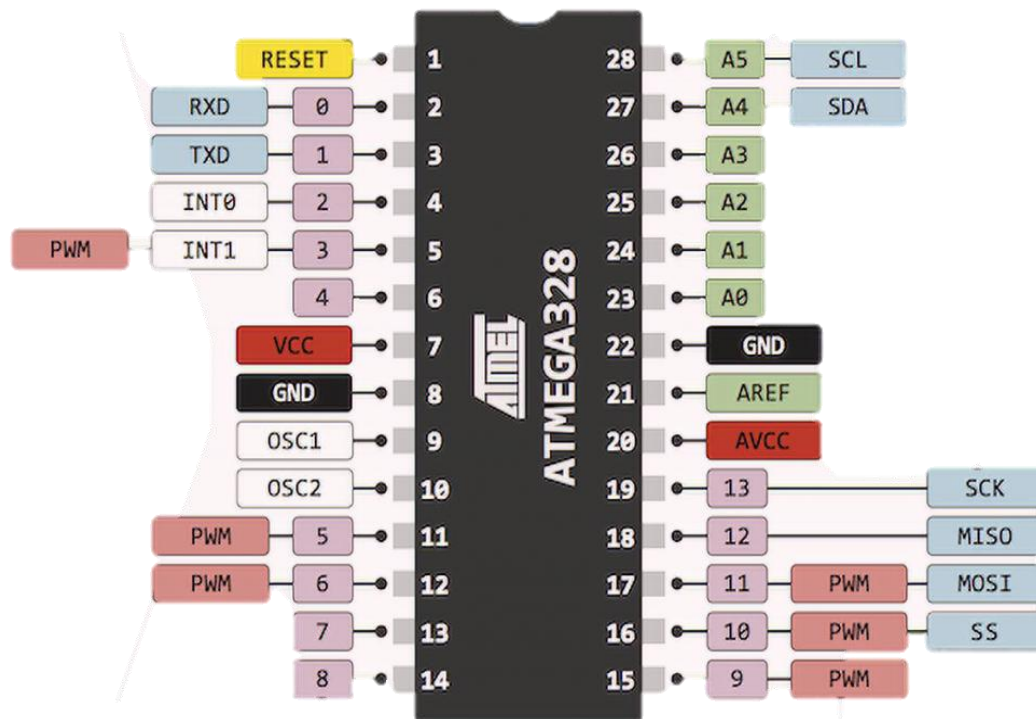


Figura 3.21. Atmega328PElectroallweb.

(2020, febrero 12). Funcionamiento de todos los pines del microcontrolador ATmega328P.

Características del microcontrolador atmega328p

- **Arquitectura AVR RISC de 8 bits:** El ATmega328P utiliza una arquitectura AVR RISC de 8 bits, lo que significa que es altamente eficiente en términos de energía y tiene una alta velocidad de procesamiento.
- **Velocidad de reloj de hasta 20 MHz:** El ATmega328P puede funcionar con una velocidad de reloj de hasta 20 MHz, lo que permite un procesamiento de datos rápido.
- **Memoria flash de 32 KB:** El ATmega328P tiene una memoria flash de 32 KB, lo que permite el almacenamiento de programas y datos.
- **Memoria SRAM de 2 KB:** El ATmega328P tiene una memoria SRAM de 2 KB, lo que permite el almacenamiento temporal de datos.
- **EEPROM interna de 1 KB:** El ATmega328P tiene una EEPROM interna de 1 KB, lo que permite el almacenamiento de datos no volátiles.
- **ADC de 10 bits:** El ATmega328P tiene un conversor analógico a digital (ADC) de 10 bits, lo que permite la conversión de señales analógicas en digitales.
- **Comunicación serial:** El ATmega328P tiene varios puertos de comunicación serial, incluyendo UART, SPI y I2C.
- **PWM de 8 bits:** El ATmega328P tiene ocho canales de modulación de ancho de pulso (PWM) de 8 bits, lo que permite la generación de señales analógicas.
- **Temporizadores:** El ATmega328P tiene tres temporizadores, incluyendo un temporizador de 16 bits y dos temporizadores de 8 bits.
- **Bajo consumo de energía:** El ATmega328P tiene un modo de bajo consumo de energía que permite una reducción significativa en el consumo de energía cuando el dispositivo está en modo de espera o inactivo.

3.6.12 Batería de 9.0 volts 500mah recargable por USB.

La batería recargable de 9V 500mAh de Steren (Figura 3.22), es una batería de iones de litio recargable de alto rendimiento que ofrece una larga duración de hasta 500 ciclos de carga. Esta batería es ideal para dispositivos electrónicos portátiles, como teléfonos móviles, reproductores de MP3 y cámaras digitales. La batería recargable de 9V 500mAh de Steren se recarga a través de un puerto USB. Esto significa que se puede recargar fácilmente con un cable USB estándar y un adaptador de corriente. Esta batería también es compatible con una variedad de cargadores de baterías, lo que significa que se puede recargar con un cargador de coche u otro dispositivo. La batería recargable de 9V 500mAh de Steren también es compatible con una variedad de dispositivos electrónicos.



Figura 3.22. Batería recargable Steren.

(s.f.). Batería Recargable USB Li-ion tipo 9V cuadrada de 500 mAh.

Esto significa que se puede utilizar para alimentar una variedad de dispositivos portátiles, como teléfonos móviles, reproductores de MP3 y cámaras digitales. la batería recargable de 9V 500mAh de Steren es una batería de iones de litio recargable de alto rendimiento que ofrece una larga duración de hasta 500 ciclos de carga. Esta batería se recarga a través de un puerto USB y es compatible con una variedad de cargadores de baterías

y dispositivos electrónicos. Esto la hace ideal para alimentar dispositivos portátiles como teléfonos móviles, reproductores de MP3 y cámaras digitales.

3.7 Simulación

Este modelo de simulación que se propone utilizar para proporcionar una vista previa al funcionamiento del sistema que consiste en los siguientes puntos. 1) Plan rápido, los recursos que se implementan en este modelo incluyen la reducción de tiempo en la simulación. 2) Construcción del circuito, el prototipo debe construirse lo más rápido posible. 3) Modelado, porque no se deben invertir muchos recursos en el desarrollo. A continuación se describen a detalle cada una de las etapas de la simulación. (Figura 3.23).

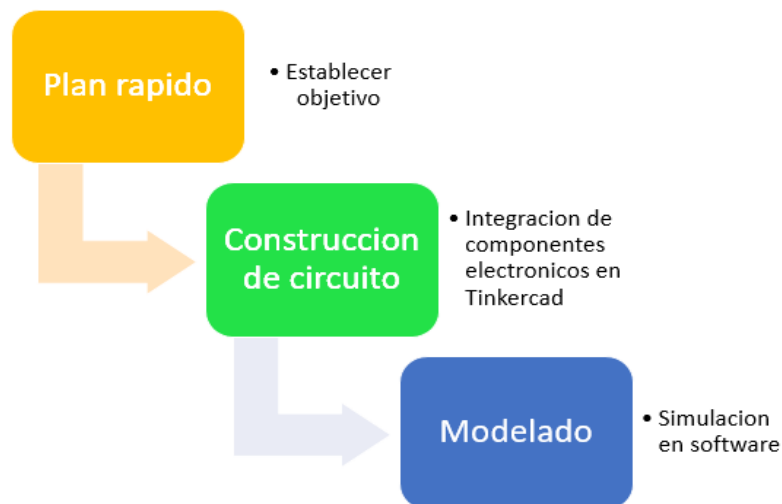


Figura 3.23. Desarrollo de simulación

3.7.1 Plan para simulación

Se recopiló información respecto al software Tinkercad (Figura 3.24), placa de desarrollador Arduino (Figura 3.25). De igual manera de la tecnología Rfid (Radio Frequency Identification) en específico del módulo RC522 para Arduino (figura 3.26), Con esta simulación comprendimos el funcionamiento de dichas tecnologías, con el objetivo de emplearlas de manera adecuada para el desarrollo de la simulación del dispositivo electrónico de una manera práctica y rápida.



Figura 3.24. Software Tinkercad.

Fuente: Logo-tinkercad-wordmark.svg

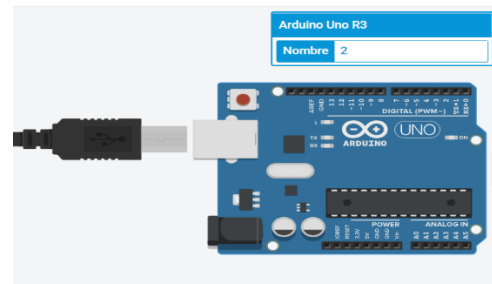


Figura 3.25. Arduino Uno.

Fuente: Tinkercad

Para poder visualizar los posicionamientos detectados se agregó un display LCD 16×2 (Figura 3.27), esto con fines de mostrar el resultado de posición en esta investigación. A cada posicionamiento esta designada una tarjeta TAG de Proximidad, cabe mencionar que cada tarjeta tiene distinta numeración con código hexadecimal por lo tanto ningún posicionamiento que este asignado a cada tarjeta es repetitivo.

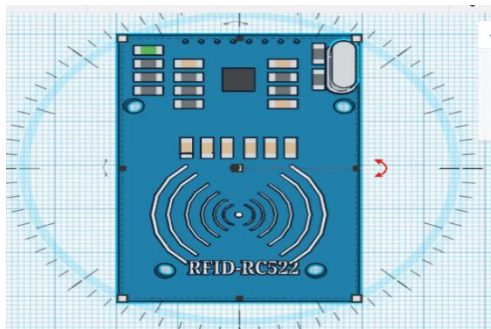


Figura 3.26. Módulo RFID-RC522.

Fuente: -Tinkercad

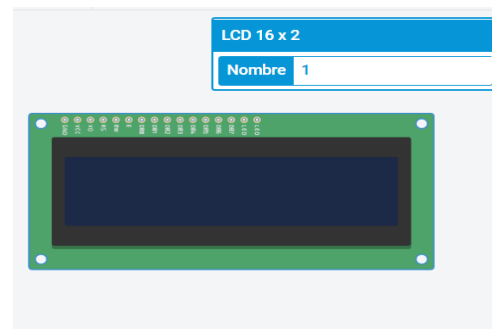


Figura 3.27. Display LCD 16X2.

Fuente: -Tinkercad

3.7.2 Construcción del circuito en simulación

Para la construcción del circuito seguimos una serie de pasos, mostrados a continuación (Figura 3.28), integramos los componentes electrónicos ya mencionados y como primer paso agregamos el código de programación en software Arduino, posteriormente se realizaron las conexiones correspondientes a cada pin asignado de conexión entre el módulo RC-522 y la placa de desarrollo Arduino Uno. Para esto se definieron las terminales de conexión correspondientes al módulo Rfid-522 y Arduino Uno.



Figura 3.28. Serie de pasos para la construccion

Para ingresar el código de programación al software de simulación incluimos las librerías necesarias para el módulo RC-522 Rfid y para la LCD 16x2 Liquid Cristal (Figura 3.29). posteriormente se declaran las variables y funciones de inicialización leemos los datos, se configuran las variables de entrada y salida para así transformar los datos que requerimos en esta simulación.

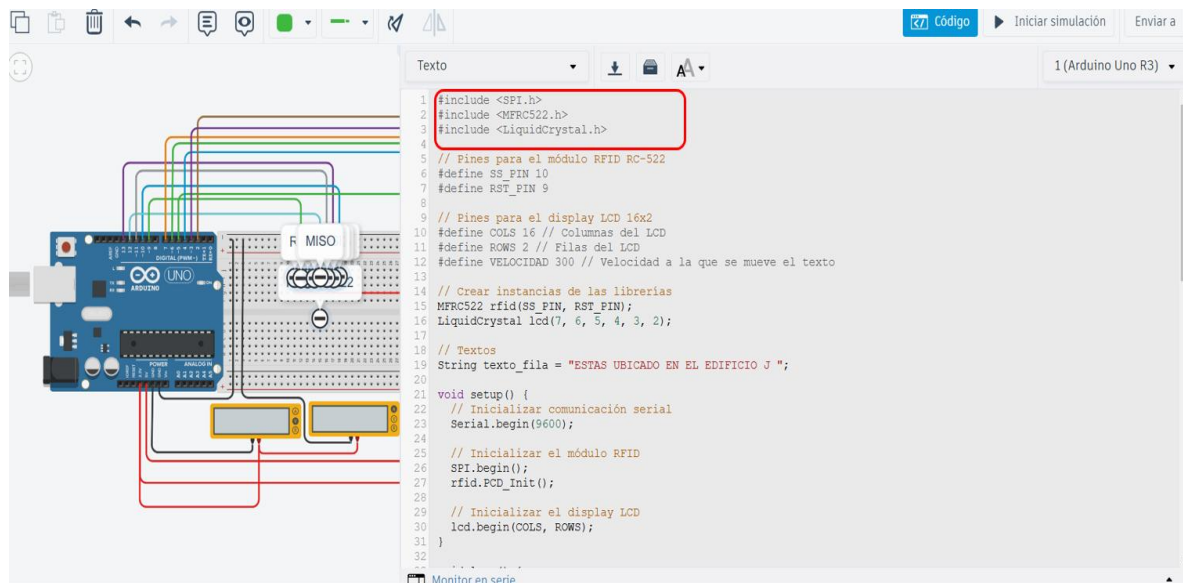


Figura 3.29. Librerías RC-522 Rfid y para la LCD 16x2

Dentro de la estructura del código declaramos los pines digitales de conexión para módulo rfid RC-522 y el display LCD 16x2. *#define*, Esta instrucción se usa para configurar los pines de nuestro Arduino como entrada o como salida. Se declarará dentro de la función *Setup*, por lo tanto, la configuración de pines solo se hará una vez antes de empezar a ejecutar el programa principal. Los pines de Arduino ya están declarados dentro de las librerías que incluimos en el código (Figura 3.30).

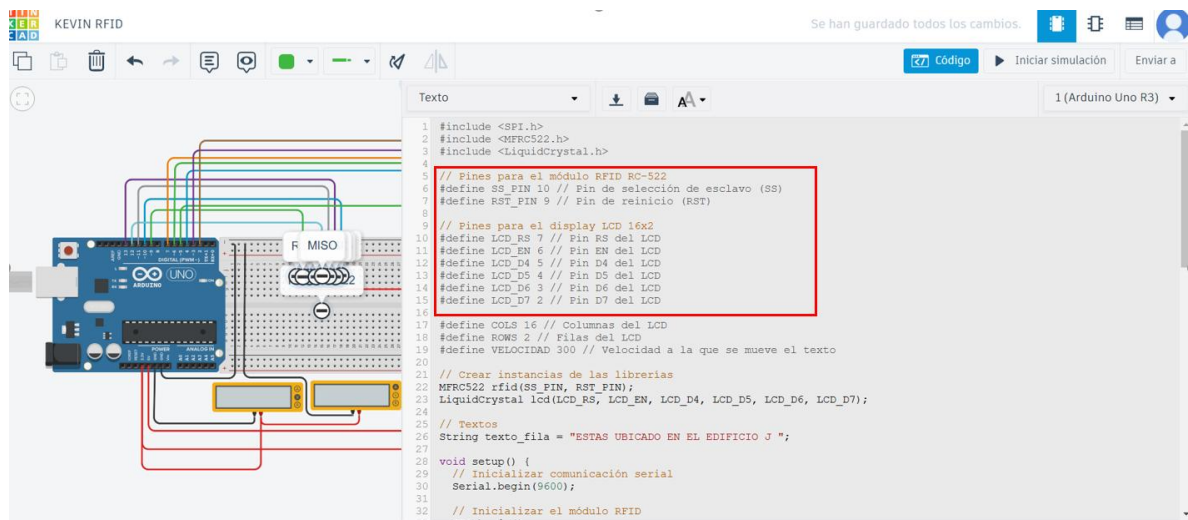


Figura 3.30. Incluimos en el código los pines de conexión

En la (Figura 3.31), se presenta las siguientes rutinas. El código hace lectura del dígito hexadecimal de la tarjeta TAG de proximidad a la cual agregamos una ubicación específica, para esta simulación estamos usando dos TAG las cuales tienen designada ubicación distinta. Para implementar esto compararemos los dígitos de las tarjetas y determinamos que ubicación le vamos a asignar a cada una de ellas, en el código revisamos si hay nuevas tarjetas TAG presentes, comparamos los IUD (U = Único; ID = Identificación para determinar si es una de nuestras ubicaciones ya previamente agregadas. Con ayuda del display LCD mostramos en la pantalla la ubicación asignada.

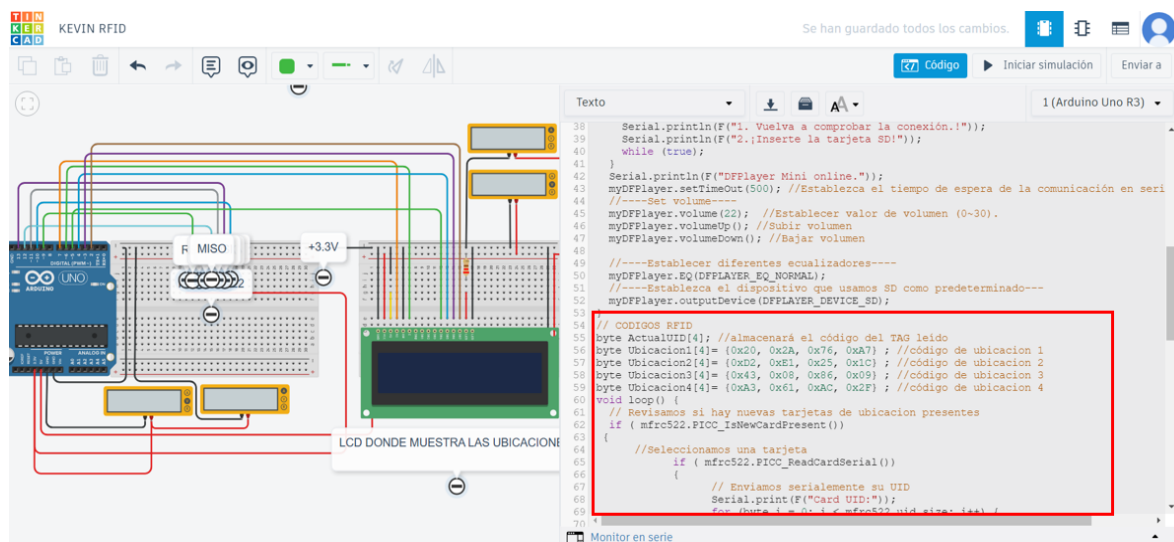


Figura 3.31. Rutinas

Cargamos el código al software Tinkercad, cargamos librerías en software y se realizan las conexiones correspondientes a todos los componentes electrónicos utilizados en esta simulación. (Figura 3.32).

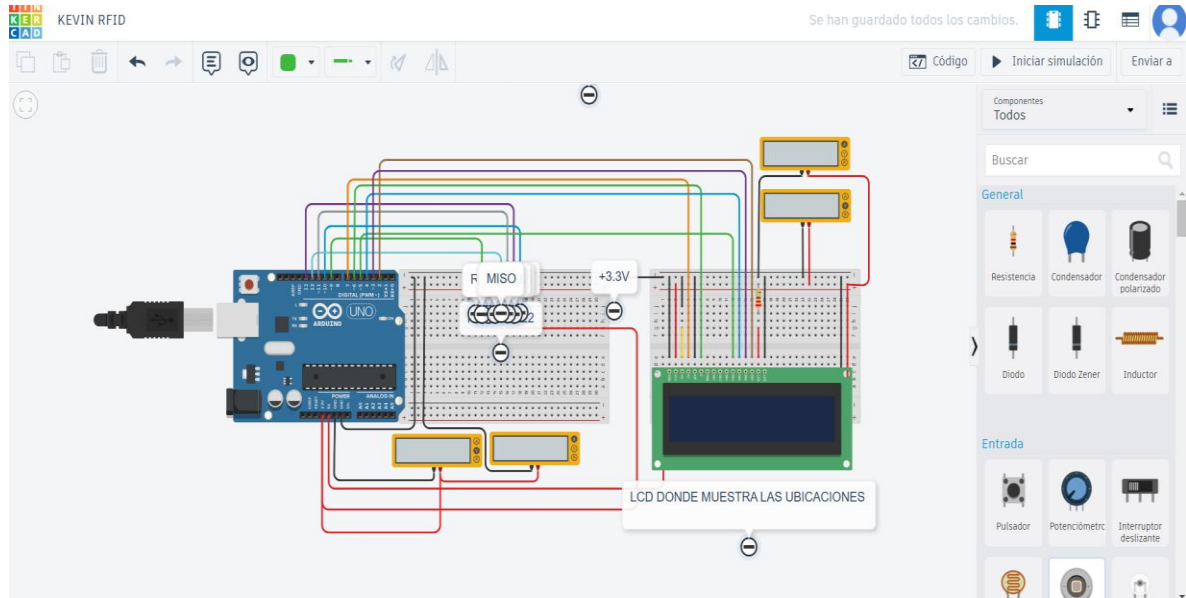


Figura 3.32. Conexiones correspondientes a todos los componentes electrónicos utilizados en esta simulación

3.7.3 Modelado

El modelado del circuito fue un importante paso en el proceso de diseño. Su principal propósito consistió en visualizar su funcionalidad comportamiento y compatibilidad entre el código y todos los componentes electrónicos utilizados, módulo RC-522, Arduino Uno y display LCD 16x2, los cuales nos permitieron llevar a cabo las tareas de análisis y síntesis de este circuito.

En la siguiente figura mostramos la conexión e integración de todos los componentes electrónicos se adjuntó un espacio dentro de la simulación para escribir la UID (U = Único; ID = Identificación) de cada tarjeta TAG de proximidad y así mostrar la ubicación designada a cada tarjeta TAG. (Figura 3.33).

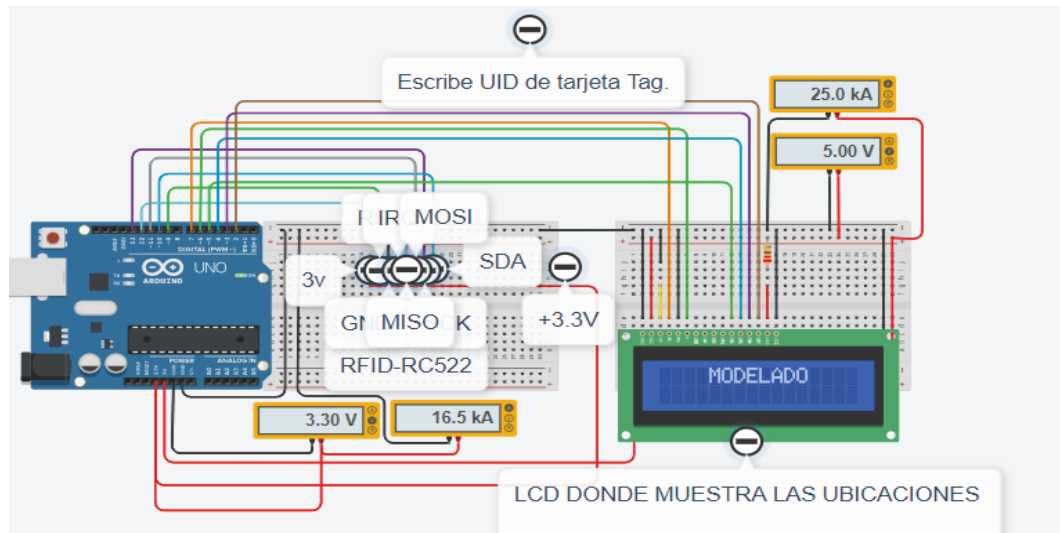


Figura 3.33. Conexión módulo RC-522 Arduino Uno y display LCD 16x2

Con esto obtuve la simulación total del circuito e información requerida de cada tarjeta TAG de proximidad ocupando su UID para asignarle el posicionamiento que deseamos mostrar en el display LCD. Así le asignamos ubicaciones distintas, se utilizaron solo dos ubicaciones para la demostración de la simulación mostrando la primera ubicación (Figura 3.4). Agregamos una segunda ubicación y la mostramos a continuación (Figura 3.35).

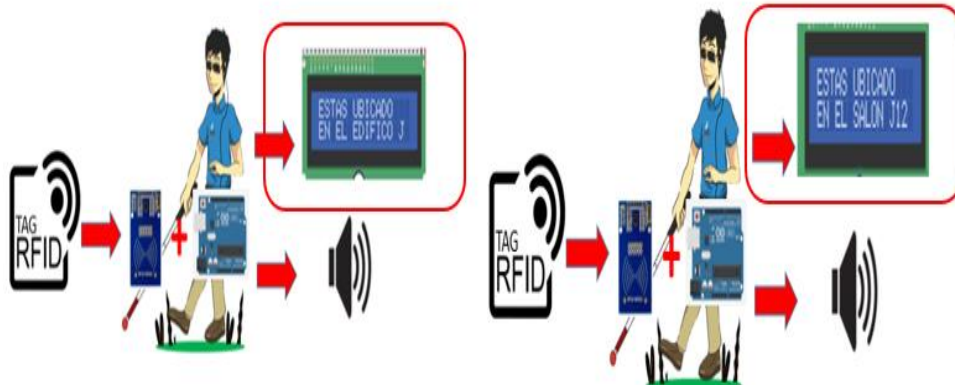


Figura 3.34. Primera ubicación asignada.

Figura 3.35. Segunda ubicación asignada

Simule y realice el posicionamiento a través de tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID, ocupando placa de desarrollo Arduino UNO, módulo Rfid Rc522 y el display LCD 16x2 este último para validar los resultados. Con esto se ubicará con precisión al usuario en un espacio pequeño, la posición se obtiene a través del módulo Rfid Rc522 con la ayuda de la tarjeta TAG de inducción Rfid. Al realizar esta simulación nos permitió

analizar comportamiento de los diferentes dispositivos electrónicos utilizados en simulación de este circuito, que resultó ser idóneo para continuar con el desarrollo del prototipo que se pretende construir.

3.8 Construcción del circuito Electrónico

Para la construcción del circuito fue importante realizar pruebas en la protoboard fue parte fundamental del proceso de diseño de este proyecto, ya que permitió identificar errores y problemas en la conexión de los componentes antes de implementar el circuito de la placa de circuito impreso (PCB).

Además, la prueba en la protoboard nos permitió experimentar con diferentes diseños y configuraciones de circuitos de manera rápida y económica, lo que ayudo a optimizar el diseño antes de implementarlo en una PCB o en el prototipo final. Esto ayudo a ahorrar tiempo y dinero en el largo plazo y ayudar a garantizar que el circuito funcione correctamente.

También las pruebas en la protoboard pueden ser una forma segura de probar un circuito antes de alimentarlo con una fuente de energía externa. Esto ayuda a evitar daños a los componentes y a prevenir riesgos de seguridad para los usuarios finales.

Realizar las conexiones en la placa de pruebas fue una etapa crucial en el desarrollo de este proyecto, lo siguiente se centrará en el desarrollo del circuito electrónico en un protoboard. El circuito se diseñó para cumplir con los requisitos especificados para el desarrollo de este prototipo y se construyó utilizando componentes electrónicos y herramientas de prototipado ya mencionados anteriormente. Para tener una mejor noción de las conexiones primero lo se realizó de manera virtual para así evitar errores a la hora de montar los componentes en la protoboard.

En primer lugar, se diseñó el circuito. Se definieron los requisitos, se seleccionaron los componentes adecuados y se creó el diseño en el software de código abierto Fritzing ver

Figura 3.36. Este software permite diseñar, documentar y compartir circuitos electrónicos, y es útil tanto para principiantes como para avanzados, ya que incluye una biblioteca de componentes electrónicos y herramientas de diseño y documentación de circuitos. Se comenzó con un nuevo proyecto y en este se procede a diseñar el circuito electrónico

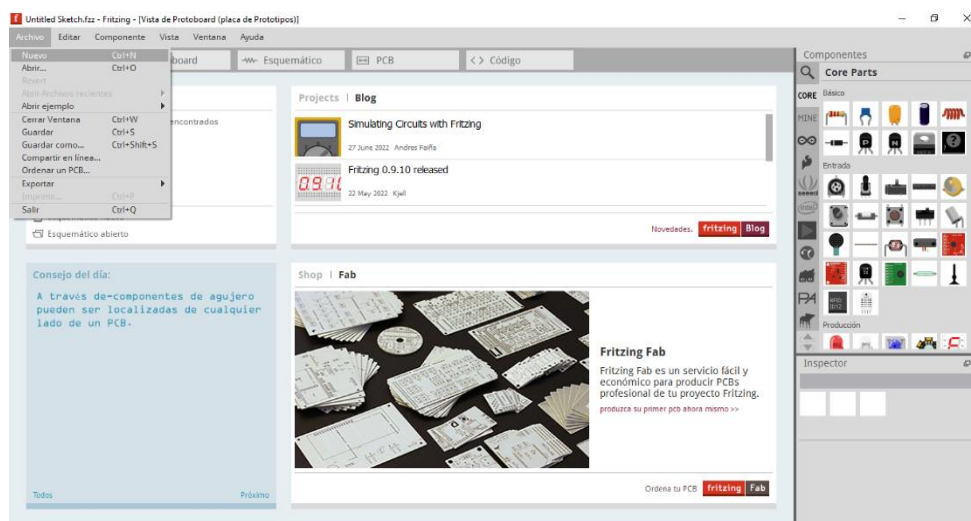


Figura 3.36. Software Fritzing

En esta vista tenemos la protoboard lista para insertar los componentes electrónicos que se requieren para el diseño del circuito electrónico. (Figura 3.37).

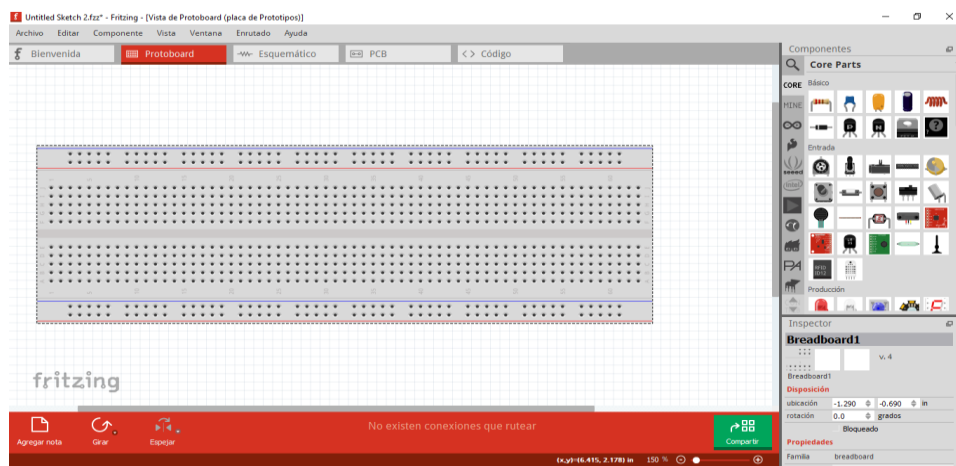


Figura 3.37. protoboard en Fritzing

Colocamos una batería de 9.0 volts, esta batería la utilizaremos para alimentar nuestro circuito en la protoboard y también para el prototipo que se pretende construir.

Continuamos con las conexiones de batería de 9.0 volts (Figura 3.38), a la protoboard esto para proporcionar tension a nuestro circuito.

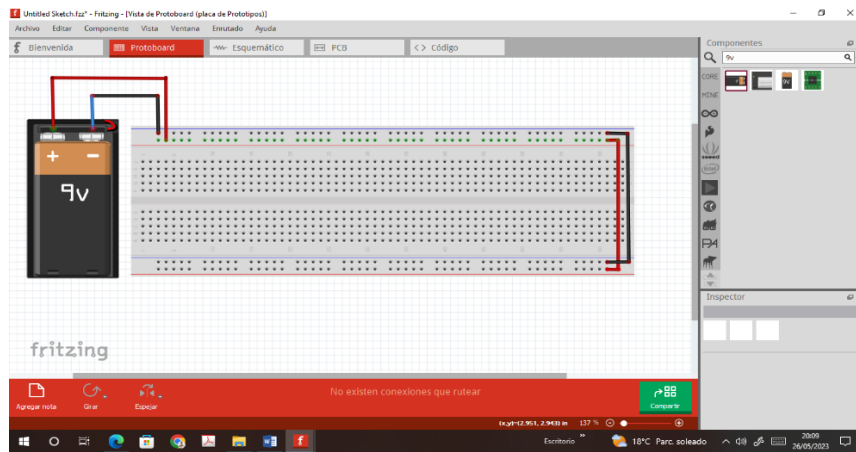


Figura 3.38. Batería de 9.0 volts

Ya conectada eléctricamente nuestra protoboard, continuamos con el montaje y las conexiones eléctricas de los reguladores ver Figura 3.39.

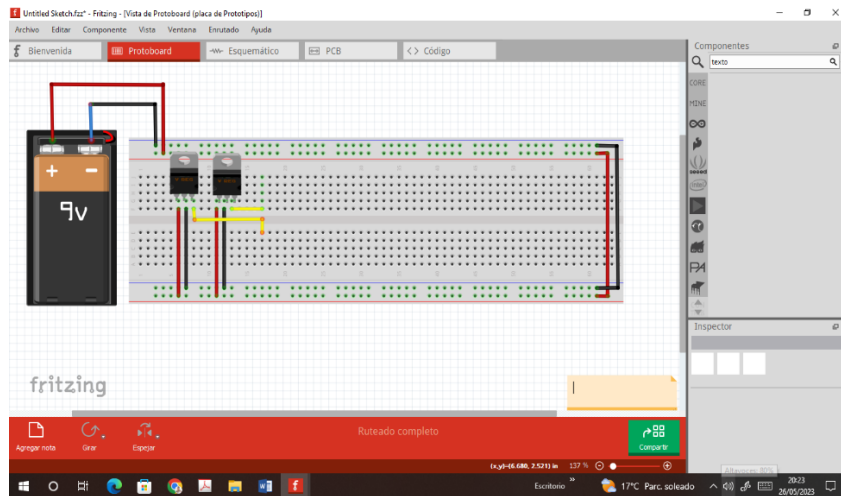


Figura 3.39. reguladores de tensión

para el circuito se ocuparan dos voltajes distintos, un voltaje de 5 volts y un voltaje de 3.3 volts, estos dos siguientes reguladores nos ayudaran a regular el voltaje de entrada de la batería que son 9.0 volts y van a regular a un voltaje de salida de 5.0 volts y un voltaje de salida de 3.3 volts, para eso ocuparemos los dos reguladores un LM7805 para regular una

salida de 5 volts y un regulador de voltaje TLV2217 3.3V/500Ma para regular una salida 3.3 volts.

La razon de ocupar dos regualdores de distinto valor es que el primer regulador el LM7805 se ocupara para la proporcionar tension a la mayoria de los componentes que integran el circuito y el segundo regualdor el TLV2217 3.3V/500mA se ocupara solamente para proporcionar tension al modulo RFID RC-522 ya que este trabaja con un voltaje de 3.3 volts.

Insertamos componentes como el Atmega328p, El voltaje de la fuente de alimentación ira conectada a los pines VCC y GND del microcontrolador y no debe exceder el valor de la hoja de datos. Para el ATmega328P, el límite superior de la tensión de alimentación recomendada es de 5,5 V, el máximo absoluto es de 6 V. para esto no tendremos ningun problema ya que previamente conectamos el regulador LM7805. Se recomienda instalar un condensador cerámico de 0,1 MF entre VCC y GND para suprimir las interferencias de alta frecuencia. Debe colocarse lo más cerca posible de los pines de alimentación del microcontrolador para minimizar la inductancia parásita y la resistencia de los cables de alimentación.

El ATmega328P (Figura 3.40), tiene una fuente de alimentación dual: VCC y GND (pines 7 y 8) se utilizan para alimentar los circuitos digitales del microcontrolador; AVCC y GND (pines 20 y 22) se utilizan para alimentar el convertidor de analógico a digital. Incluso si no va a usar el ADC, debe alimentarlo: conecte VCC a AVCC y tierra digital a analógica. Si planea usar el ADC, se debe agregar un filtro al circuito de suministro de energía para reducir el ruido. Se recomienda la hoja de datos para conectar AVCC a VCC con una inductancia de 10 μ H y GND con una capacitancia de 0,1 μ F. Sin embargo, esta recomendación no se implementa ni siquiera en las placas Arduino, y el pin AVCC simplemente se conecta a VCC. El pin de reinicio se utiliza para generar una señal de reinicio en el microcontrolador. Todos los registros de E/S toman sus valores iniciales durante el reinicio y se ejecuta el comando ubicado en el vector de reinicio (en la dirección cero). Por lo general, esto es un salto a la dirección de inicio del programa. Pero, si el programa de usuario no utiliza interrupciones, puede ubicarse directamente en la dirección cero.

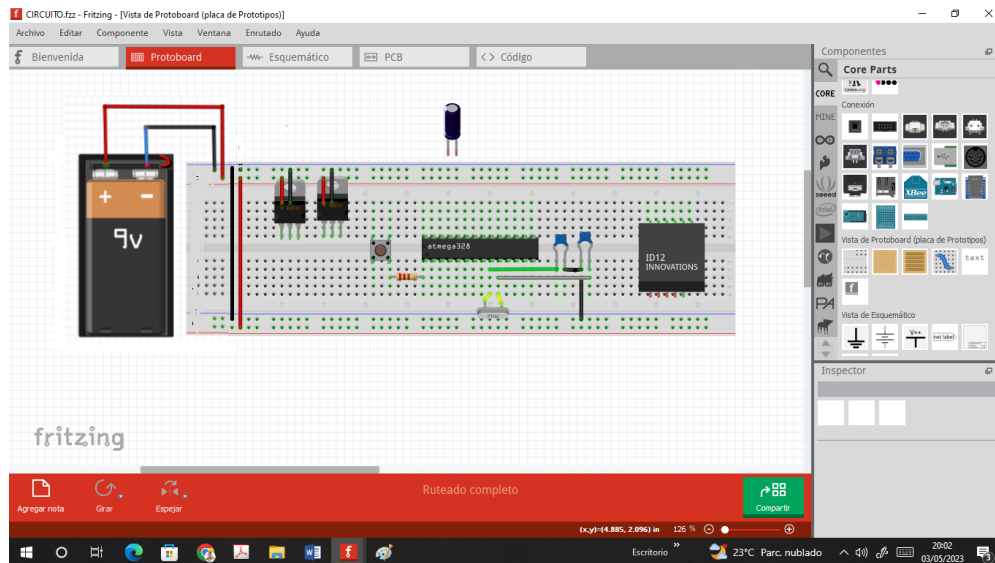


Figura 3.40. Atmega328P en Fritzing.

Continuando con el desarrollo del circuito electronico, nos encontramos con la problemática de que no se tenían todos los componentes necesarios para realizarlo así que procedi a creacion de dos nuevos componentes que no estaban integrados en este software por ejemplo el modulo Rfid rc-522 y el modulo MP3-TF-PLAYER esto con el fin de terminar la realizacion del circuito y el montaje de los componentes en protoboard de manera virtual y tener una mejor nocion de las conexiones de los componentes.

Para facilitar el proceso de creacion de los componentes ocupamos una serie de pasos:

- 1) Buscar un componente ya integrado en el programa, lo seleccionamos y damos click derecho, porocedemos a editar componente, click izquierdo, y con esto entramos a la edidcion del componente, esto nos facita el proceso de creacion. (Figura 3.41).

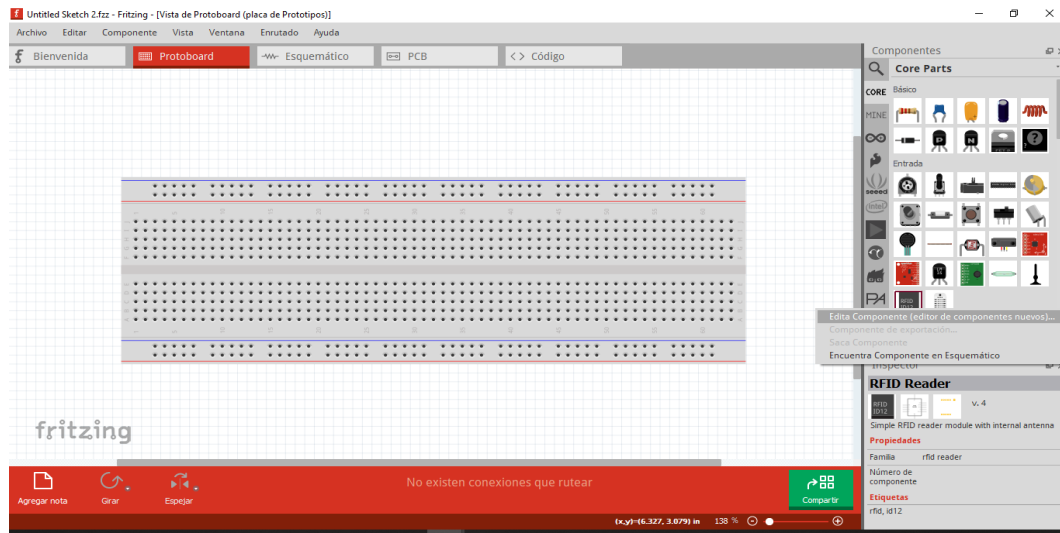


Figura 3.41. Creación de componentes

2.) Continúa colocando el número de pines para nuestro nuevo componente, esto para que se visualice en el esquemático y en el PCB. En este caso colocamos 8 pines los cuales utilizaremos para el componente RFID RC-522. (Figura 3.42).

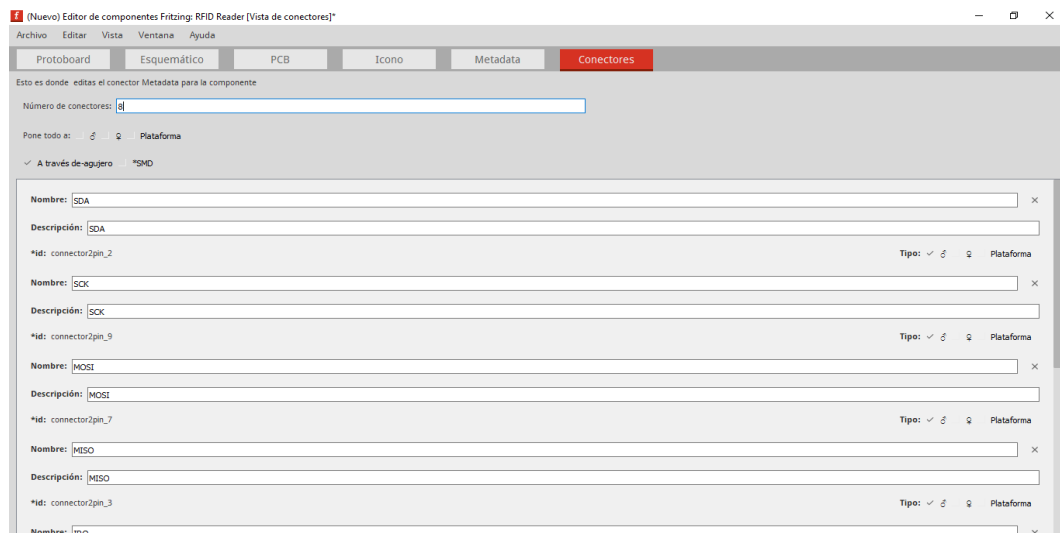


Figura 3.42. Numero de pines del componente

3) para cambiar el icono debemos insertar una imagen del componente, cabe mencionar que esta imagen también se realizó en un programa llamado tinkerCAD, teniendo la imagen se continuará editando las propiedades del componente. (Figura 43).

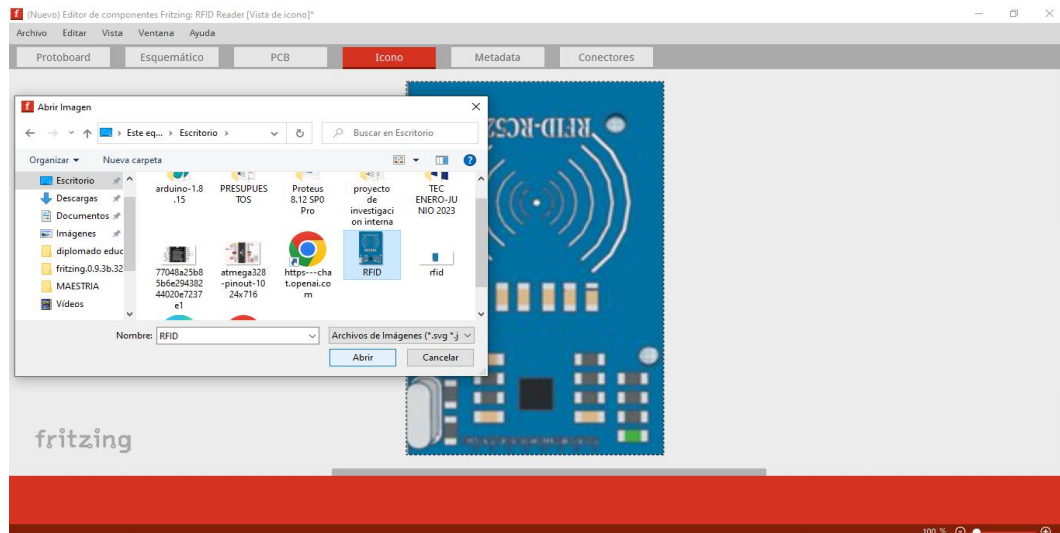


Figura 3.43. Cambio de icono

4) Como ultimo paso debemos salvar el nuevo componente (Figura 3.44). Listo queda un nuevo componente para utilizar en este software llamado Fritzing.



Figura 3.44. Salvar componente

Se repite el proceso anterior para la creacion del componente modulo MP3-TF-PLAYER. (Figura 3.45).

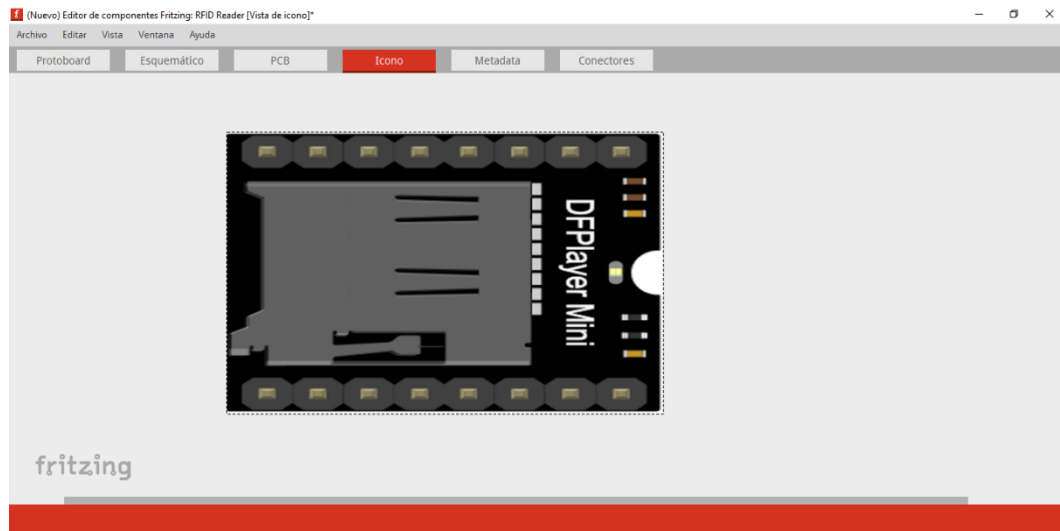


Figura 3.45. Módulo MP3-TF-PLAYER.

Ya teniendo ahora si todos los componentes procedemos a finalizar las conexiones. Siendo esto de gran ayuda para su montaje en la protoboard de manera fisica. (Figura 3.46).

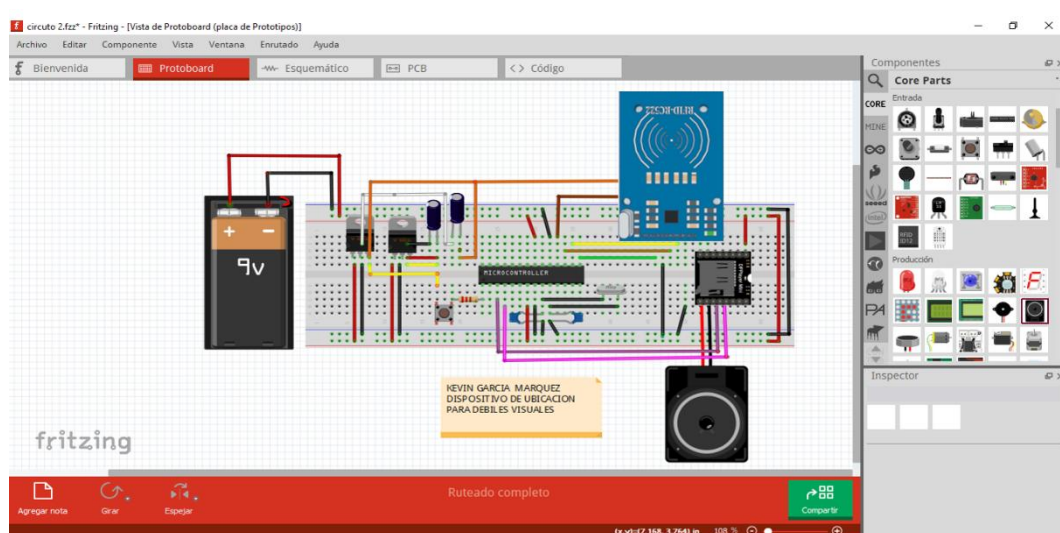


Figura 3.46. Conexiones de circuito

En segundo lugar, se construirá el circuito de manera física en un protoboard. Se montarán los componentes electrónicos en el protoboard y se conectarán entre sí de acuerdo con el diseño del circuito. (Figura 3.47).

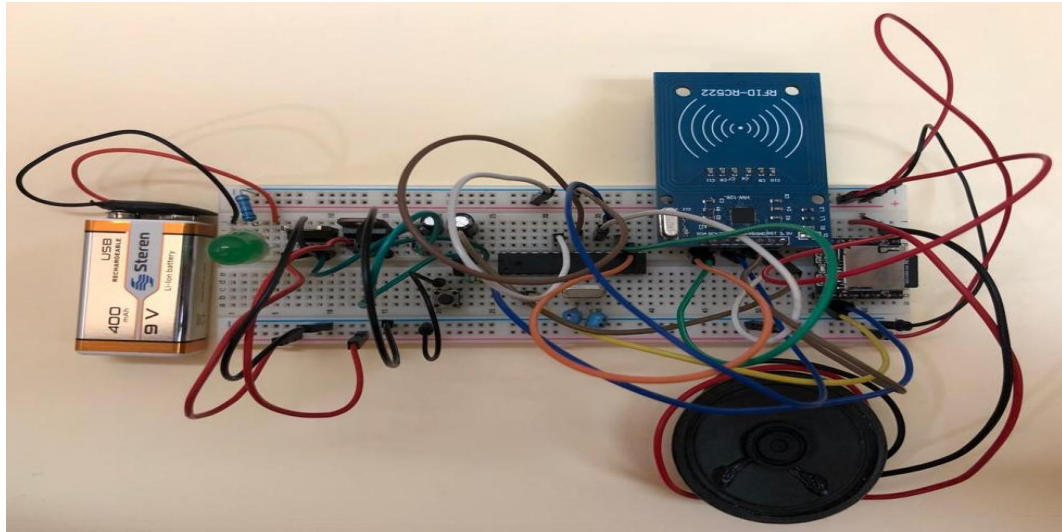


Figura 3.47. Circuito de manera física

Se le proporciona voltaje a la protoboard colocando un diodo led de color verde como indicador. (Figura 3.48).

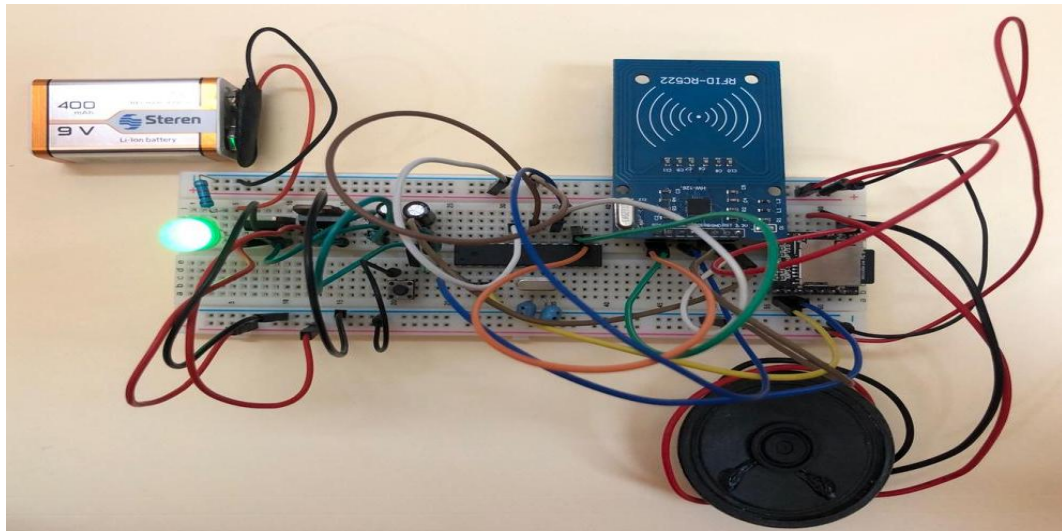


Figura 3.48. Conexión con voltaje

En tercer lugar, se probará el circuito (Figura 3.49). Se realizarán las pruebas necesarias para comprobar que el circuito funciona correctamente y se realizan los ajustes necesarios para asegurar su correcto funcionamiento.

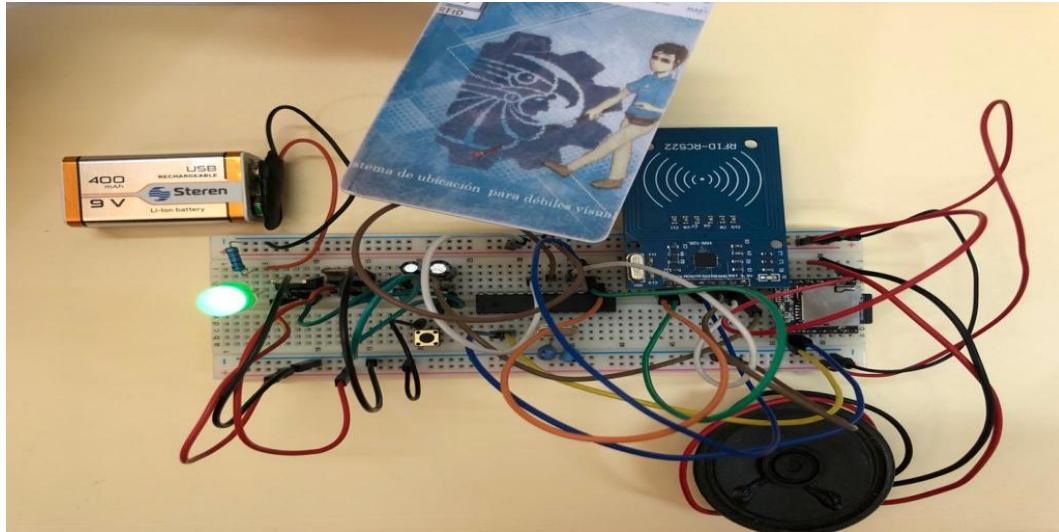


Figura 3.49. Prueba de circuito con la tarjeta TAG

Las pruebas en la protoboard fueron fundamentales para verificar las conexiones, depurar errores, evaluar funcionamiento de los componentes electrónicos optimizar el diseño y ahorrar costos. Esto nos brindó la oportunidad de detectar y corregir problemas antes de implementar el circuito de manera definitiva.

3.9 Circuito Electrónico para montaje en tarjeta PCB

Una tarjeta PCB es una placa de circuito impreso que contiene circuitos electrónicos conectados a una base de material aislante. Estas tarjetas se utilizan para conectar componentes electrónicos, como resistencias, condensadores, transistores y otros dispositivos, para crear circuitos funcionales. Las tarjetas PCB se pueden encontrar en una variedad de dispositivos electrónicos, como computadoras, teléfonos móviles, televisores y otros dispositivos electrónicos.

Con la información anterior se pudo ir desarrollando la tarjeta PCB que se ocupara para llevar a cabo este prototipo, pues la realización de circuitos impresos es una tarea crucial en la industria electrónica, ya que permite la creación de dispositivos electrónicos de alta calidad y precisión. En este sentido, dos herramientas muy populares para la realización de circuitos impresos son LiveWire y PCB Wizard. Ambas herramientas ofrecen una amplia

gama de características y opciones para la creación de circuitos impresos, pero cada una tiene sus propias características y ventajas. LiveWire es una herramienta de diseño de circuitos impresos que se enfoca en la creación de diseños de alta calidad y precisión. Esta herramienta ofrece una amplia gama de características, como la capacidad de crear diseños de múltiples capas, la capacidad de importar y exportar archivos de diseño, y la capacidad de trabajar con diferentes tipos de materiales y placas de circuito impreso. Además, LiveWire ofrece una interfaz intuitiva y fácil de usar, lo que hace que la creación de diseños de circuitos impresos sea una tarea más fácil y rápida. Por otro lado, PCB Wizard es una herramienta de diseño de circuitos impresos que se enfoca en la simplicidad y la facilidad de uso. Esta herramienta ofrece una amplia gama de características, como la capacidad de crear diseños de una sola capa, la capacidad de importar y exportar archivos de diseño, y la capacidad de trabajar con diferentes tipos de materiales y placas de circuito impreso. Además, PCB Wizard ofrece una interfaz fácil de usar y una amplia gama de tutoriales y recursos en línea, lo que hace que la creación de diseños de circuitos impresos sea una tarea más fácil y accesible para los usuarios principiantes. En conclusión, tanto LiveWire como PCB Wizard son herramientas de diseño de circuitos impresos muy útiles y efectivas. Cada una tiene sus propias características y ventajas, por lo que la elección de una herramienta dependerá de las necesidades específicas del usuario. Si se busca una herramienta de diseño de circuitos impresos de alta calidad y precisión, LiveWire es una excelente opción. Si se busca una herramienta de diseño de circuitos impresos fácil de usar y accesible para principiantes, PCB Wizard es una excelente opción. En cualquier caso, ambas herramientas ofrecen una amplia gama de características y opciones para la creación de diseños de circuitos impresos de alta calidad y precisión.

Ya anteriormente tras un análisis y comparativa se determinaron todos los componentes que se emplearan para el diseño del dispositivo, tomando aspectos como costos, eficiencia y volumen ya que con base en nuestros objetivos específicos de proyecto es necesario que el dispositivo sea portátil, por lo cual se descartaron los componentes que poseen dimensiones grandes.

Con la ayuda del código y del desarrollo del circuito en Fritzing obtuve la lista de materiales a utilizar para la construcción del circuito y llevarlo a una PCB que se pretende utilizar en el prototipo.

- Fuente de 9 volts
- Regulador LM7805
- Regulador TLV2217 3.3V/500mA
- Push botón
- Oscilador 16MHz (tipo HC49S)
- Dos condensadores cerámicos de 22pF.
- Dos resistencias (1K y 10K)
- Un Atmega328P
- Módulo Rfid RC-522
- Módulo MP3-TF-PLAYER.
-

Comenzamos con el desarrollo del circuito con la ayuda de los programas ya mencionados.

Iniciamos con un nuevo proyecto en LiveWire véase Figura 3.50, esto con la finalidad de realizar el circuito esquemático para después pasar al software PCB y realizar la tarjeta. Para eso vamos a la parte superior izquierda seleccionamos New y damos clic derecho. O bien se puede realizar tecleando Ctrl+N.

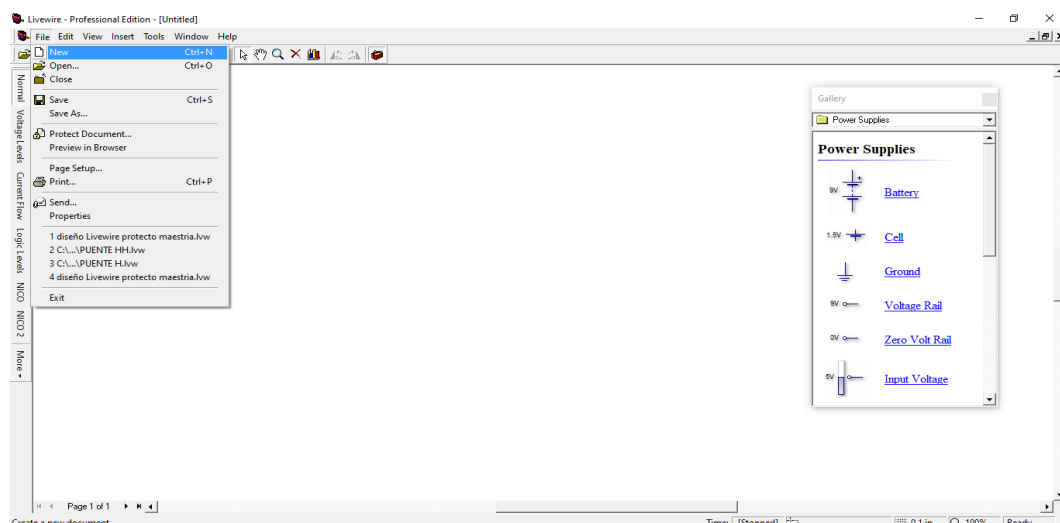


Figura 3.50. Inicio de LiveWire.

Como se muestra en la Figura 3.51, para insertar nuevos componentes electrónicos, en la parte derecha de nuestra pantalla nos aparece una opción que dice galería de componentes ahí podemos encontrar todos componentes a utilizar para el desarrollo de la PCB. Comenzamos insertando y realizando la conexión eléctrica entre la fuente de 9 volts y los reguladores de voltaje a esto agregamos un multímetro digital para comprobar los voltajes.

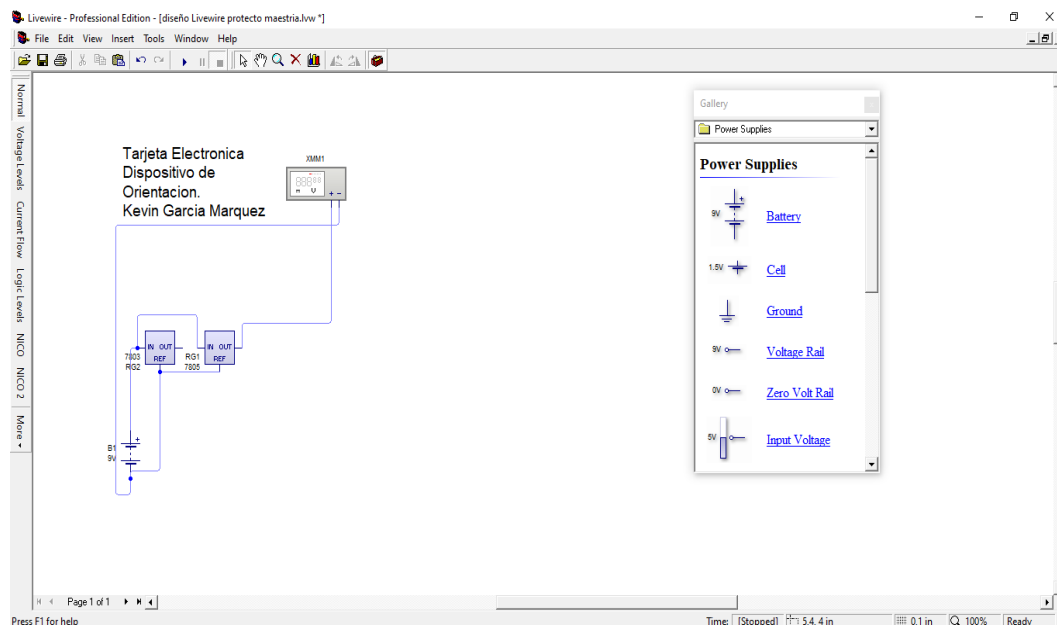


Figura 3.51. Componentes Electrónicos

Continuamos e insertamos nuestro componente principal que es el Atmega328p (Figura 3.52), para realizar sus conexiones correspondientes. Para ocupar el microcontrolador Atmega328p, lo mínimo necesario para que este funcione es conectar los pines 7 y 20 a VCC (5V) y el 8 y 22 a tierra. Aunque el Atmega328P puede funcionar con su reloj interno de 8MHz, sin bootloader no vamos a poder activarlo, así que usaremos uno externo a 16MHz que se conecta a las patillas 9 y 10, con sus correspondientes condensadores (he usado dos cerámicos de 22pF).

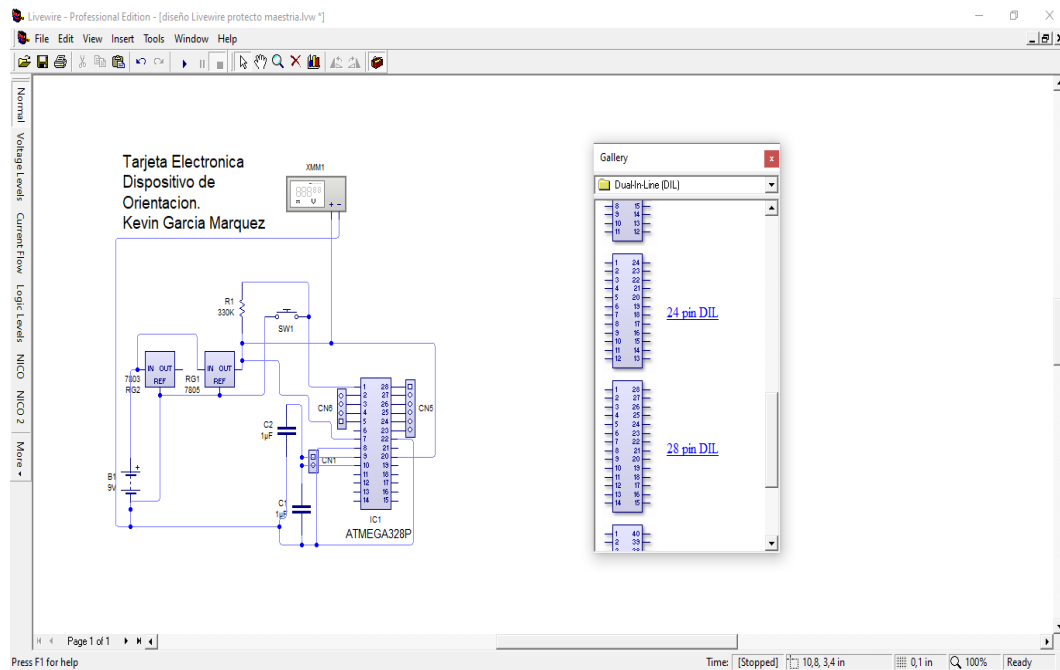


Figura. 3.52. Atmega328p en LiveWire.

Procedemos a la conexión del módulo RFID-RC-522 las conexiones serán las siguientes (Figura 3.53).

Descripción de pines del módulo Rfid RC-522:

- VCC: Este pin se conecta a la fuente de alimentación de 3.3V.
- GND: Este pin se conecta a la tierra.
- RST: Este pin se utiliza para reiniciar el módulo.
- SDA: Este pin se utiliza para la comunicación serial de datos.
- SCK: Este pin se utiliza para la comunicación serial de reloj.
- MOSI: Este pin se utiliza para la comunicación serial de datos del maestro al esclavo.
- MISO: Este pin se utiliza para la comunicación serial de datos del esclavo al maestro.
- IRQ: Este pin se utiliza para interrupciones.

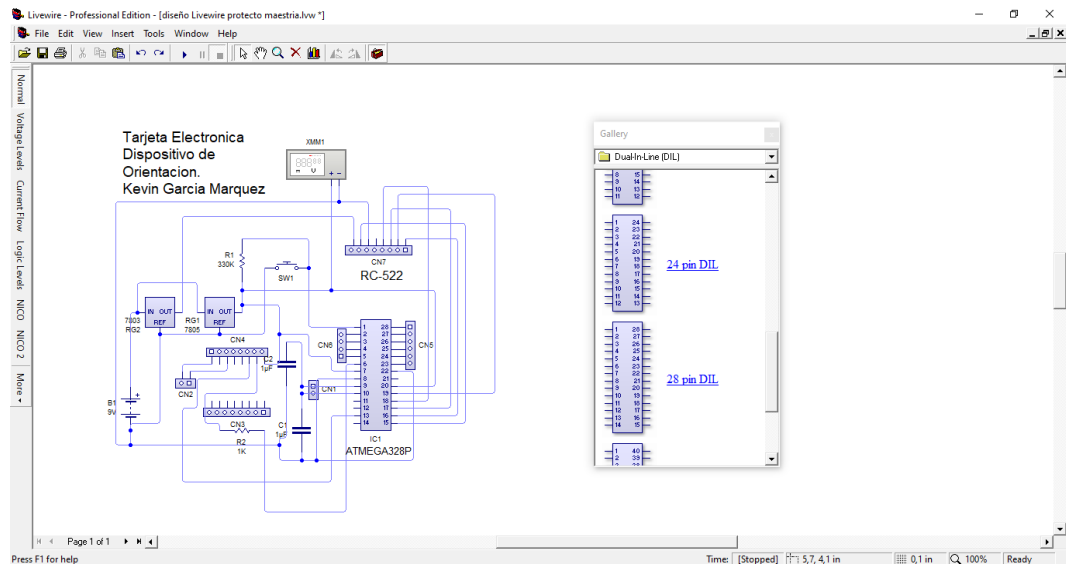


Figura 3.53. Conexiones de todos los componentes.

Y por último conectamos el módulo MP3-TF-PLAYER al microcontrolador Atmega328p. y la bocina al módulo MP3-TF-PLAYER Quedando así nuestro circuito esquemático.

Para la conversión del circuito esquemático debemos cambiar de programa a PCB Wizard (Figura 3.54), se hace de la siguiente manera, nos dirigimos a la parte superior de la pantalla y seleccionamos tools-covert, desing to printend circuit board que es diseño para imprimir placa de circuito.

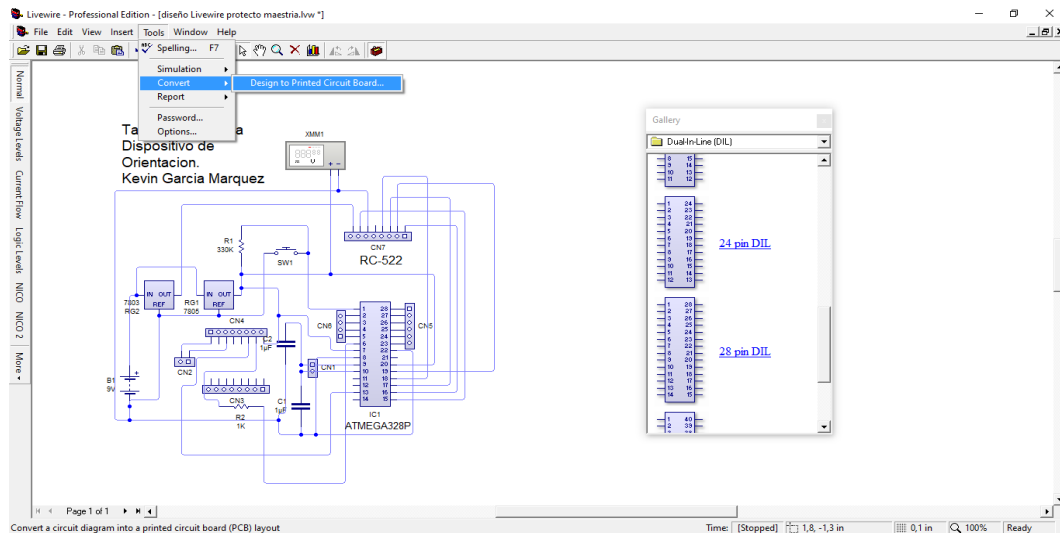


Figura 3.54. Conversión del circuito esquemático a PCB

Muestra una ventana con el nombre de desing to printeng circuit board.
(Figura 3.55).

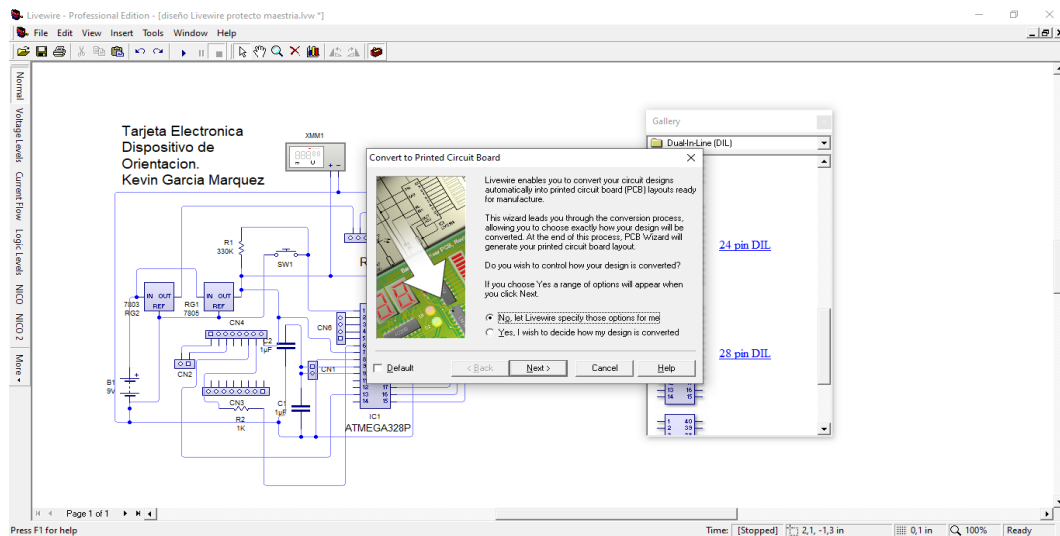


Figura 3.55. Ventana con el nombre de desing to printeng circuit board

El proceso puede demorar algunos minutos en que se acomodan todas las pistas. Ve mos que poco a poco se van a comodando los componentes en su lugar al igual que las pistas.(Figura 3.56).

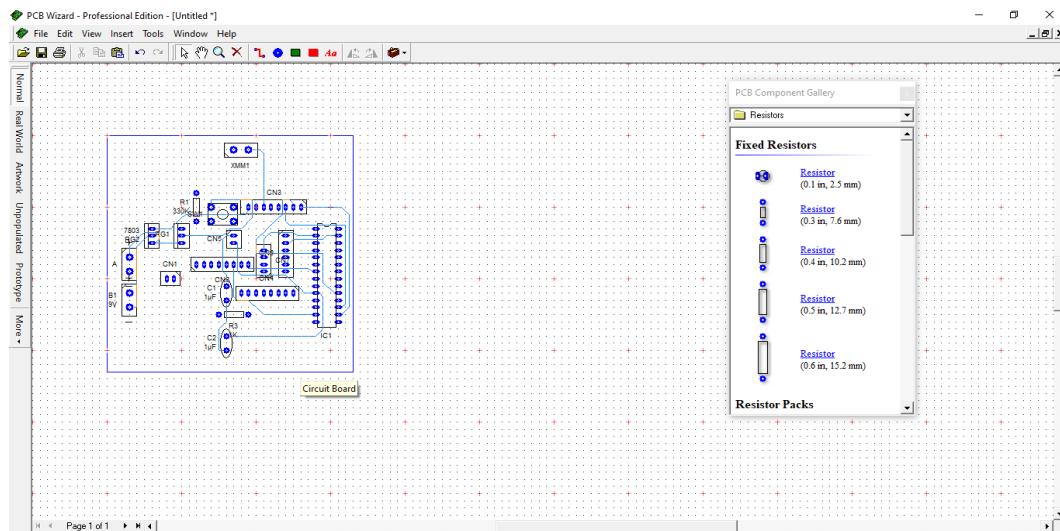


Figura 3.56. Acomodo de pistas.

El circuito lo finalizo en un lapso de 10 minutos, pero el programa no logro acomodar todos los componentes y las pistas como resultado nos dio un acomodo del 89% para esto se tendrán que acomodar de manera manual. (Figura 3.57).

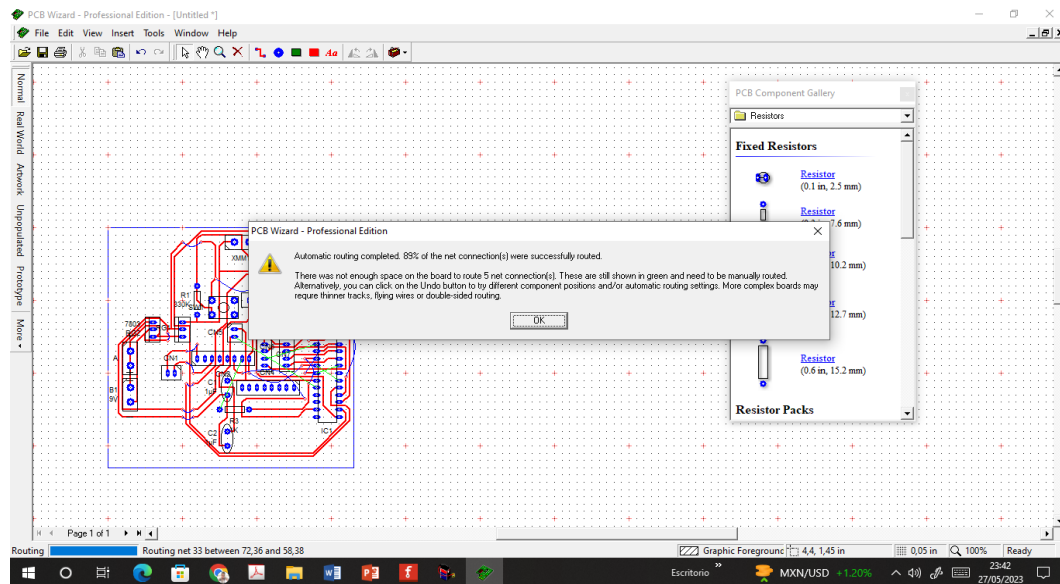


Figura 3.57. Acomodo del 89%

Comenzamos a mover los componentes para una mejor vista y diseño de la PCB a nuestra manera. (Figura 3.58).

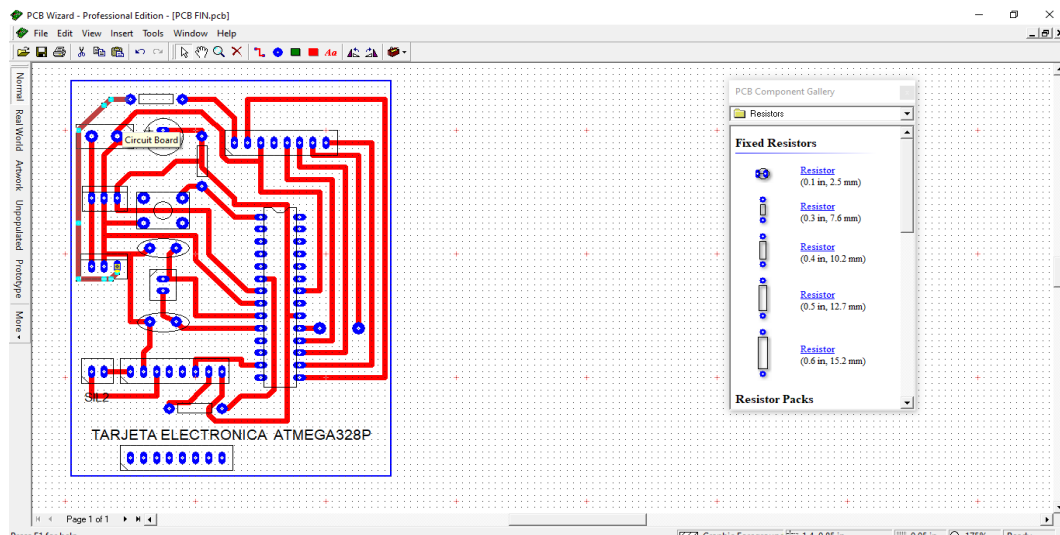


Figura 3.58. Componentes para una mejor vista.

De esta manera puede apreciar el circuito terminado en PCB Wizard, (figura 3.59). Y listo para pasar al siguiente programa que es CopperCAM.

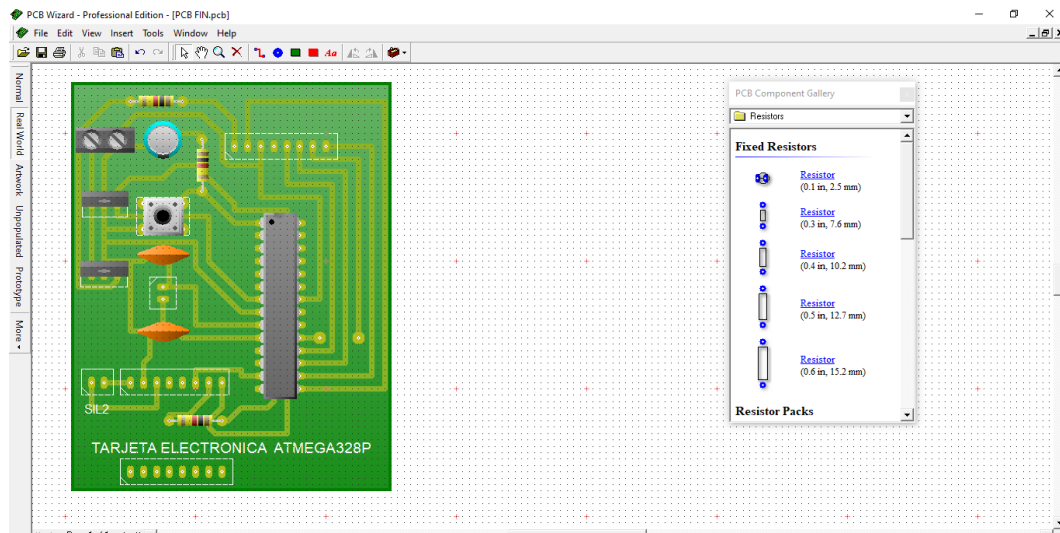


Figura 3.59. Circuito terminado en PCB Wizard.

Para pasar el circuito a CopperCAM debemos seleccionar Tools y la opción de CAD/CAM y export Gerber. (Figura 3.60).

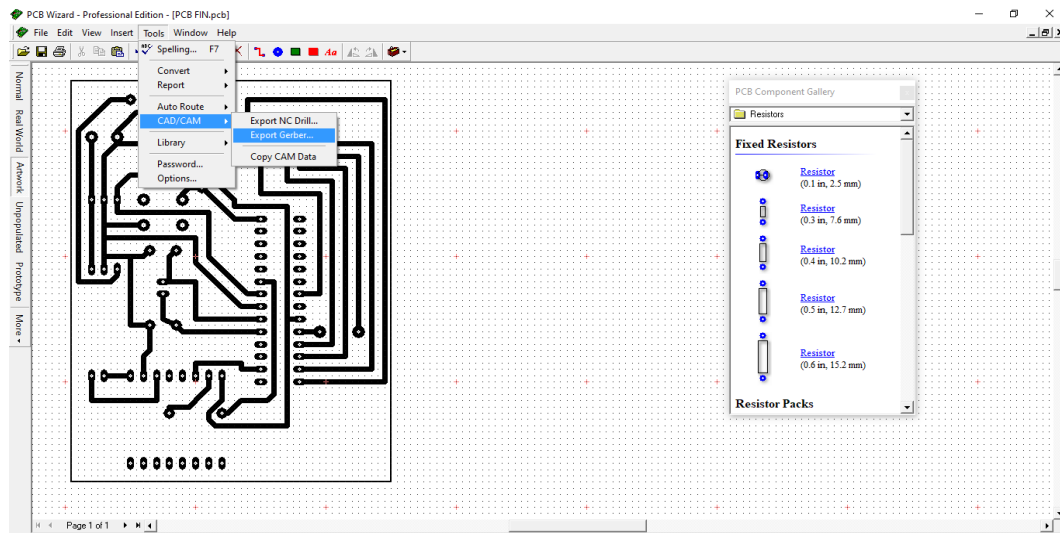


Figura 3.60. Export Gerber

Guardamos los archivos en un carpeta para que sea mas facil su ubicación. (Figura 3.61).

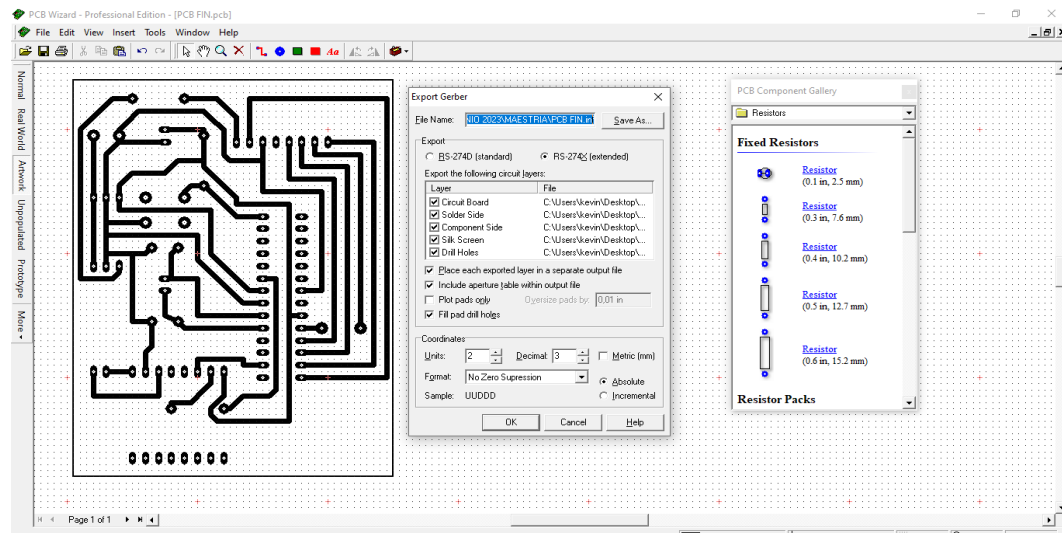


Figura 3.61. Guardamos los archivos

Entonces se genera un archivo con formato Gerber este formato de archivo Gerber es un estándar de archivo de diseño de circuitos impresos utilizado para transmitir información de diseño entre los fabricantes de PCB. El formato de archivo Gerber contiene información sobre los patrones de circuitos impresos, incluyendo la ubicación de los componentes, los tamaños de los componentes, los patrones de los circuitos, los materiales de la PCB y otros detalles relacionados con el diseño. El formato de archivo Gerber es compatible con la mayoría de los programas de diseño de circuitos impresos, por lo que es una forma útil de compartir información de diseño entre los fabricantes de PCB.

3.10 Frabricacion de pcb en CNC

Una CNC (Figura 3.62), para circuito impreso es una máquina CNC especializada que se utiliza para fabricar circuitos impresos (PCB, por sus siglas en inglés) de alta calidad y precisión. Estas máquinas son utilizadas en la industria electrónica para producir tarjetas de circuito impreso que se utilizan en una amplia variedad de dispositivos electrónicos, desde teléfonos móviles hasta sistemas de control industrial.

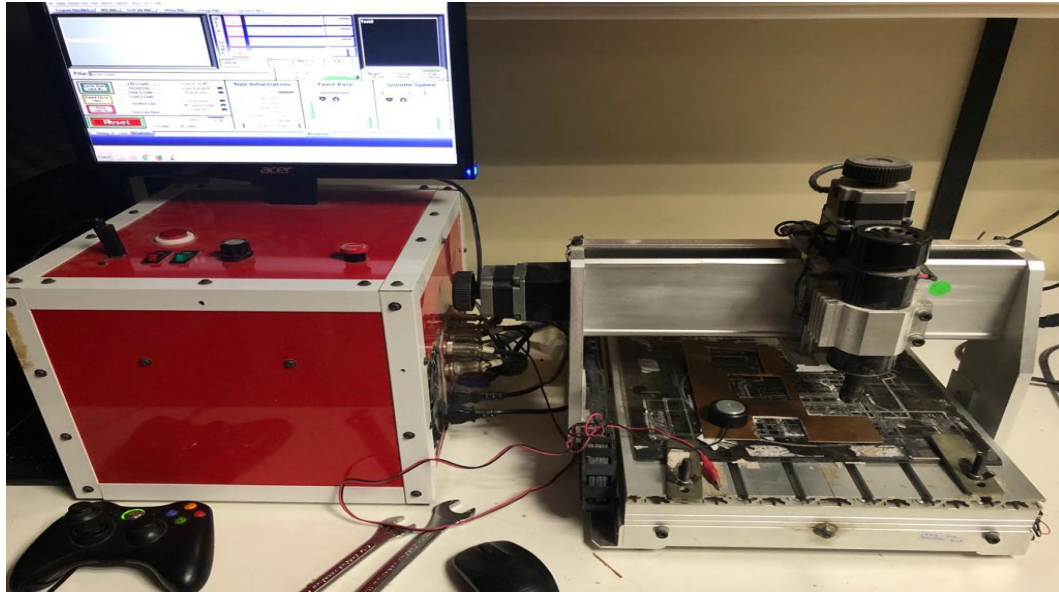


Figura 3.62. Máquina CNC

3.11 Relacion de copperCAM y la maquina CNC.

CopperCAM es un software de programación CAM (Manufactura Asistida por Computadora) que se utiliza para generar códigos de control numérico (G-code) para máquinas CNC. Las máquinas CNC utilizan estos códigos para controlar su movimiento y operación, y así producir piezas de alta precisión y calidad.

CopperCAM es un software muy versátil que se utiliza en diversas aplicaciones de mecanizado, permitiendo a los usuarios crear programas de mecanizado para producir piezas en una amplia variedad de materiales y formas. El software Coppercam es capaz de importar archivos de diseño en diferentes formatos y convertirlos en programas de mecanizado que pueden ser utilizados por una máquina CNC.

El software CopperCAM también es una herramienta de diseño de circuitos impresos que se utiliza para diseñar y fabricar circuitos impresos. El software CopperCAM ofrece una amplia gama de herramientas para diseñar circuitos impresos, como herramientas de diseño, herramientas de fabricación, herramientas de análisis y herramientas de optimización. Estas herramientas permiten a los usuarios diseñar circuitos impresos con mayor precisión y

rapidez, lo que ayuda a ahorrar tiempo y dinero. El software CopperCAM también ofrece características de colaboración para trabajar en equipo en proyectos de circuitos impresos. Estas características permiten a varios usuarios compartir y trabajar en un mismo proyecto de forma simultánea.

Abrimos nuevo proyecto en CopperCAM (Figura 3.63) y buscamos el archivo Gerber que generamos con el programa PCB Wizard. Nos genera dos archivos uno contiene las pistas y las perforaciones y el otro contiene el corte de la palca. El archivo PCB .gb1 es el número uno y el archivo PCB .gb0 es el número dos.

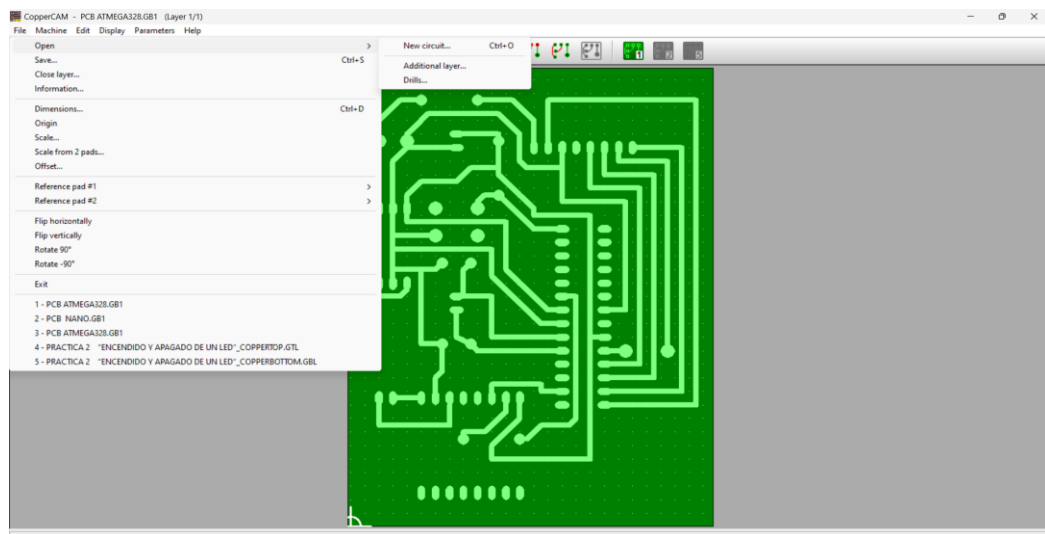


Figura 3.63. Nuevo archivo en CopperCAM

Una vez cargados los archivos que contienen las pistas, perforaciones y el corte se procede a generar las coordenadas de cada uno.

3.12 Calculo del área de pista para PCB

Es muy importante calcular el ancho de las pistas de una PCB correctamente, ya que influyen varios factores en su diseño y rendimiento. Algunos de los factores a considerar incluyen:

Corriente eléctrica: El ancho de la pista debe ser lo suficientemente grande para soportar la corriente eléctrica que fluirá a través de ella. Si la pista es demasiado delgada, puede sobrecalentarse y dañar la PCB, lo que puede provocar fallas en el circuito.

Voltaje: El voltaje al que estará expuesta la pista también debe ser considerado. Si el voltaje es demasiado alto, una pista mal dimensionada puede provocar una fuga de corriente y dañar el circuito.

Impedancia: La impedancia de la pista también es importante, especialmente en circuitos de alta frecuencia. Si la pista no tiene la impedancia adecuada, puede provocar reflexiones de señal y problemas de ruido en el circuito.

Tamaño de la placa: El tamaño de la placa y el espacio disponible para las pistas también deben ser considerados al determinar el ancho de las pistas. Si la placa es pequeña o hay poco espacio disponible, las pistas pueden tener que ser más delgadas para acomodar todas las conexiones necesarias.

Costo: El costo de fabricación de la PCB también puede ser un factor a considerar al determinar el ancho de las pistas. Un ancho más grande puede aumentar el costo de producción de la placa, por lo que es importante encontrar un equilibrio entre el rendimiento y el costo.

Temiendo en cuenta que la corriente de nuestro circuito es menor a 1 amperio procedemos a realizar el cálculo de ancho de pista según corriente.

Las pistas realizarán la función de conductores en el circuito. Cuando una corriente eléctrica pasa por un conductor siempre encontrará una resistencia al paso de electrones provocando que el conductor se caliente si la corriente y en el conductor tiene área transversal pequeña se calentará en mayor proporción. En la fabricación de PCB el área transversal dependerá del ancho y del grosor de la pista.

Ecuaciones para el cálculo de grosor de pista.

$$Ancho = \frac{Area}{Grosor * 1.378}$$

$$Área = \left(\frac{I}{k1 * \Delta T^{k2}} \right)^{\frac{1}{k3}}$$

Donde:

I= corriente máxima

ΔT = Diferencia de temperatura (por lo regular la temperatura es de 25°C).

K1= constante para el cálculo

K2= constante para el calculo

K3= constante para el cálculo.

ΔT = temperatura máxima - temperatura ambiente.

$\Delta T = (50^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 25^{\circ}\text{C}$

Como las pistas están en la parte superior de la placa fenólica entonces los valores para k1, k2, k3 serán los siguientes.

K1=0.0647

K2= 0.4281

K3= 0.6732

Valores obtenidos:

I= 0.07A

$\Delta T = 25^{\circ}\text{C}$

Grosor= 1 oz/ft²

K1= 0.0647

K2= 0.4281

K3= 0.6732

Cálculo de área

$$\text{Área} = \left(\frac{0.07}{0.0647 * 25^{0.4281}} \right)^{\frac{1}{0.6732}}$$

Área= 0.1451

Sustituimos el área en la fórmula de Ancho.

$$\text{Ancho} = \frac{0.1451}{1 * 1.378}$$

Ancho = 0.1052 th

En el programa de CopperCAM se ocupan mm así que realizamos la conversión.

$$\text{Fórmula para conversión: } \text{mm}^2 = \frac{\text{in}^2}{0.00155}$$

$$\text{mm}^2 = 67.87$$

Este valor se ingresa directamente en el programa CopperCAM a la hora de definir el ancho de pista. (Figura 3.64).

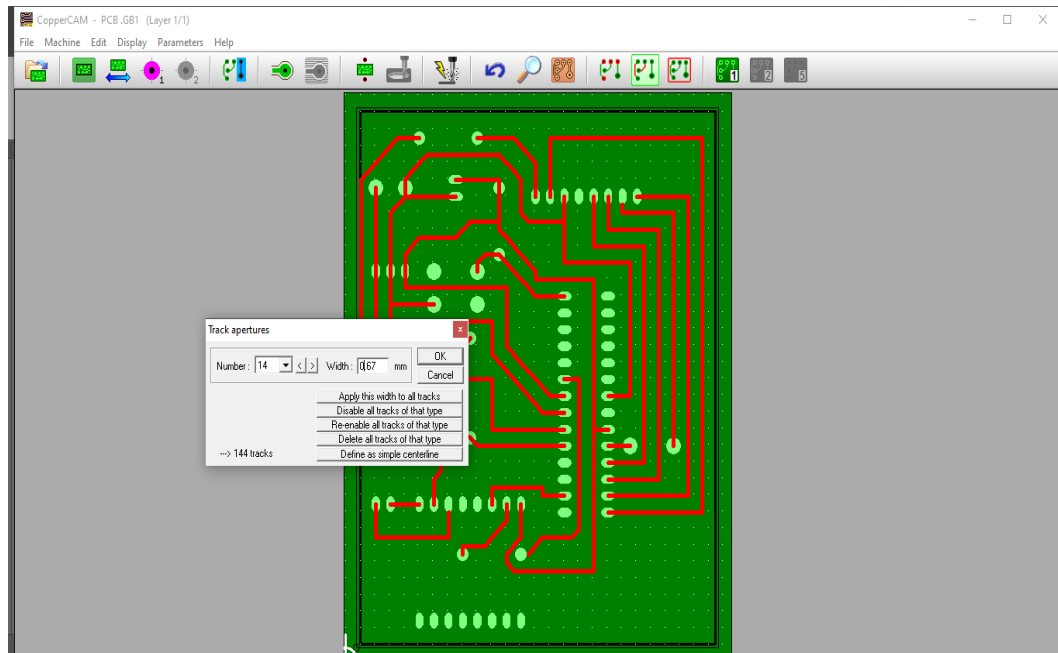


Figura 3.64. Valor de ancho de pista.

Se definen las perforaciones con un diámetro de 0.8 mm. (Figura 3.65).

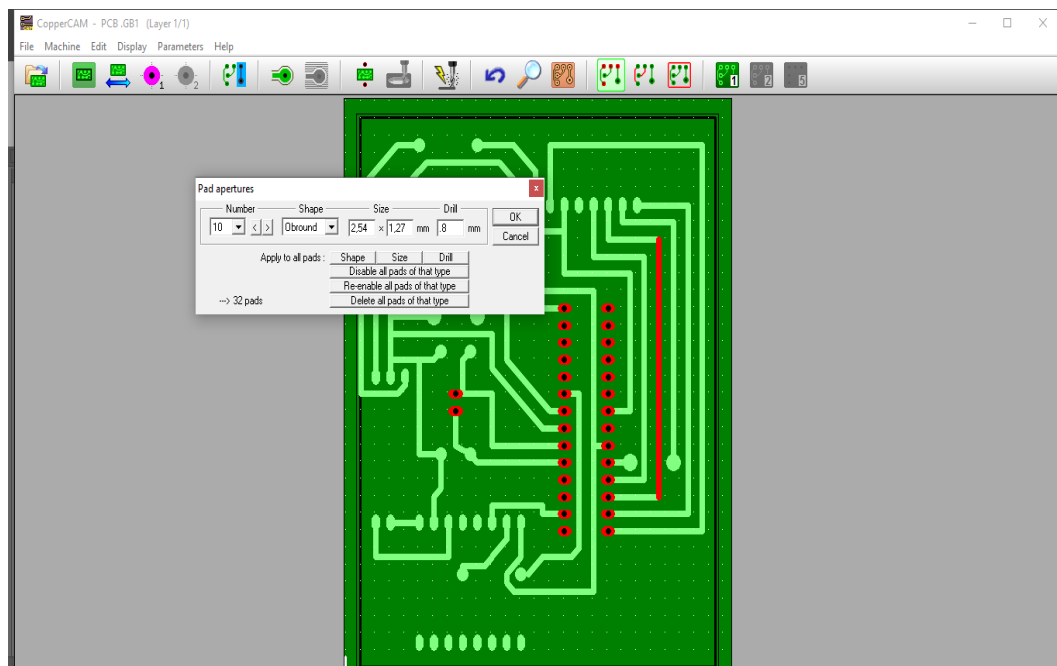


Figura 3.65. Diámetro de Perforaciones

Teniendo todo esto generamos los contornos y establecemos el numero de vueltas al comtorno. Esto puede tardar unos minutos. (Figura 3.66).

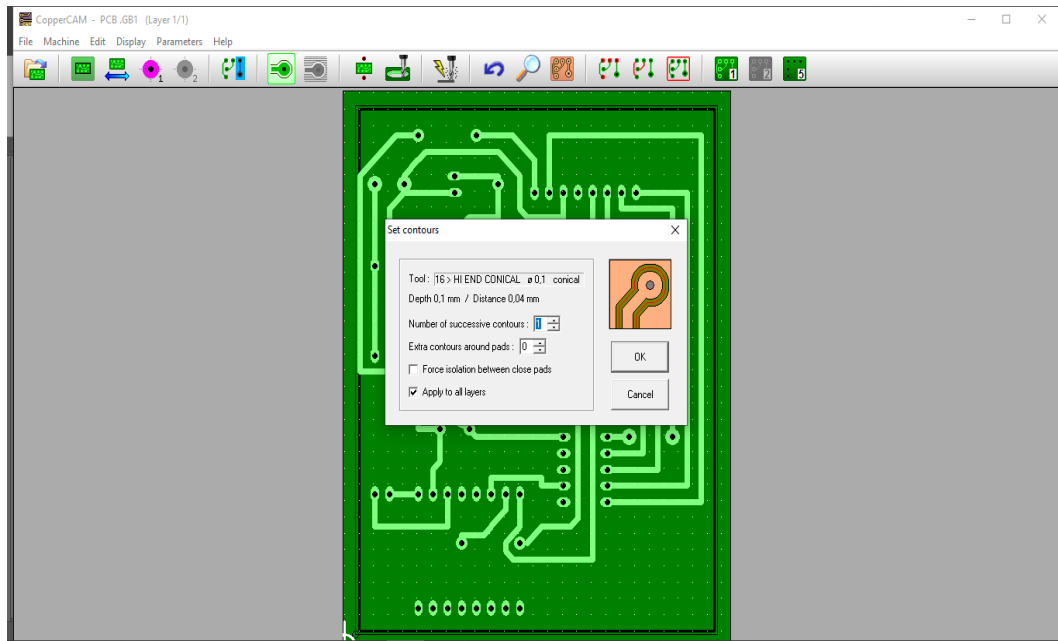


Figura 3.66. Generación de contorno

En automático se generan las pistas, las perforaciones y el corte solo tenemos que exportar los archivos a una carpeta para después pasarlos a la CNC.

Generación de pistas. (Figura 3.67).

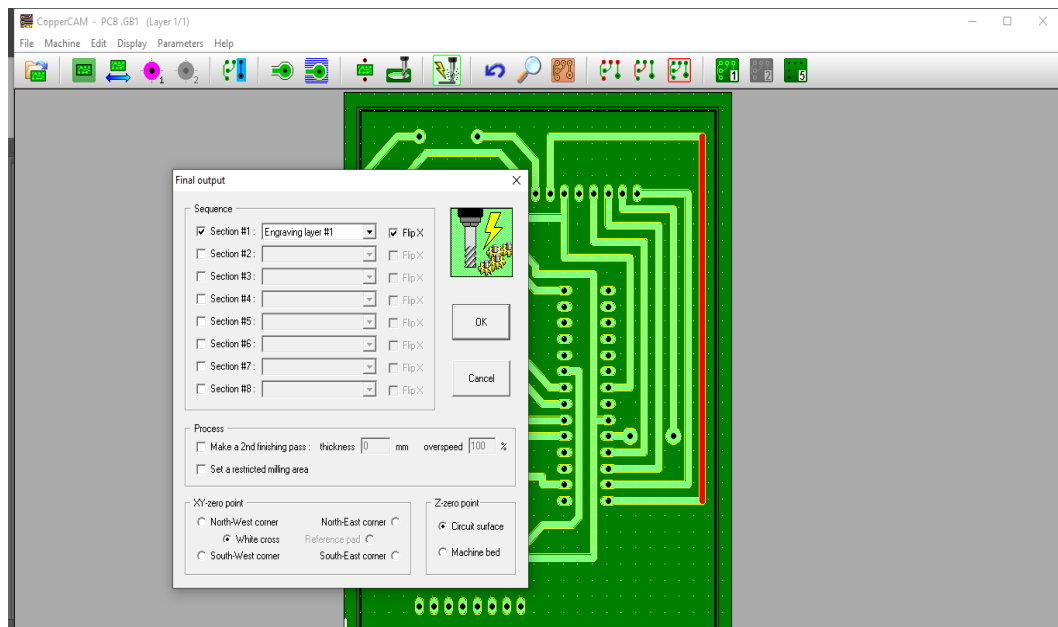


Figura 3.67. Generación de pistas

Generación de perforaciones. (Figura 3.68).

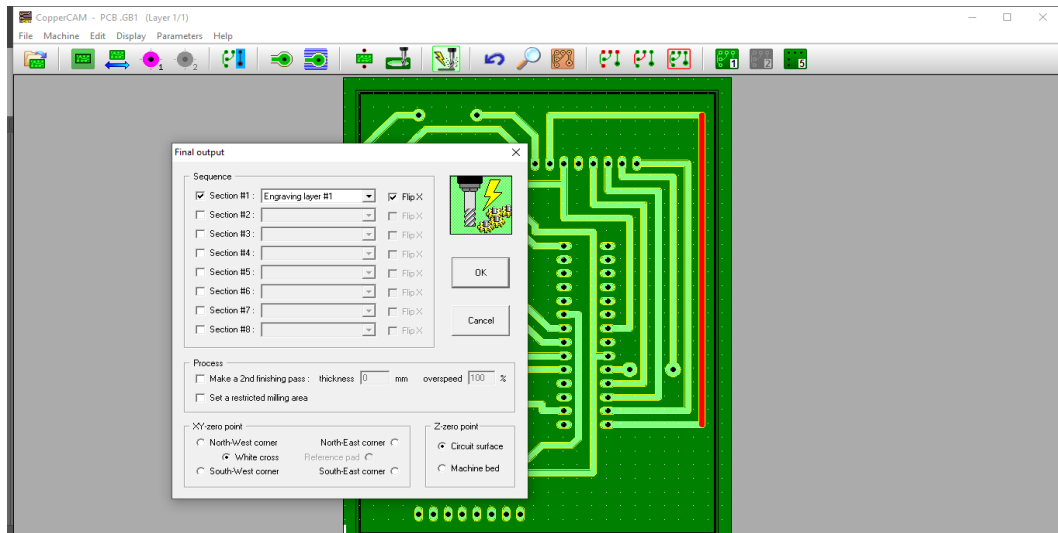


Figura 3.68. Generación de perforaciones

Generación de corte. (Figura 3.69).

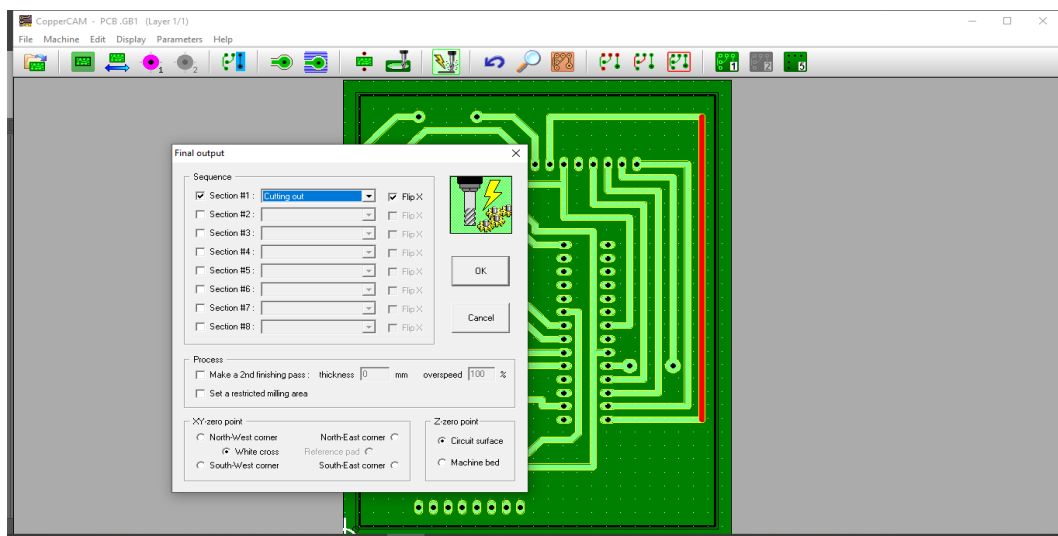


Figura 3.69. Generación de corte

3.13 Relación entre el software LiveWire, el software PCB Wizard y el software de march3 CNC controller.

Estos tres softwares están relacionados, pero tienen funciones muy distintas:

LiveWire es un software de diseño electrónico. Se usa para crear esquemáticos y diseños de circuitos impresos (PCB). PCB Wizard también es un software de diseño

electrónico, pero enfocado específicamente en la creación de diseños de circuitos impresos (PCB). Permitiendo diseñar la parte física del circuito, rutas, componentes, etc. March3 CNC Controller es un software de control numérico computarizado CNC (Figura 91). Se usa para controlar máquinas herramienta CNC como fresadoras y router de PCB que fabrican los circuitos impresos diseñados en softwares como Live Wire y PCB Wizard.

La relación es:

Con LiveWire y PCB Wizard se diseña el circuito electrónico y la placa de circuito impreso (PCB).

Luego, con March3 CNC Controller y su hardware correspondiente, se controla una máquina CNC (router, plotter, fresadora) que fabricará físicamente la placa de circuito impreso siguiendo el diseño creado.

Como ya se vio anteriormente LiveWire y PCB Wizard son softwares de diseño electrónico, mientras que March3 CNC Controller es un software de control numérico para máquinas que fabrican circuitos impresos, utilizando como entrada los diseños creados con los otros dos softwares.

Los tres trabajan de forma complementaria en la cadena de diseño y fabricación de circuitos impresos, cada uno enfocado en una etapa diferente del proceso.

Para asegurar que la herramienta CNC mecanice en la ubicación correcta: Las coordenadas XY definen la posición horizontal de la herramienta en relación con el punto cero de la máquina. Si no están definidas correctamente, la herramienta no mecanizará en el lugar indicado en el diseño. Para que la herramienta siga la trayectoria de mecanizado programada: Al programar una ruta de mecanizado, se especifican las coordenadas X Y a lo largo de la trayectoria. Si estas coordenadas no coinciden con las de la máquina real, la herramienta no seguirá la ruta programada.

Para mantener la precisión y dimensionalidad del diseño: Al igual que la coordenada Z (altura), las coordenadas XY afectan directamente las dimensiones y posición de las características mecanizadas en la pieza. Cualquier error en estas coordenadas puede comprometer la precisión del diseño. Esto facilita y automatiza el mecanizado: Al tener

configuradas correctamente las coordenadas, el software March3 CNC Controller puede controlar automáticamente los movimientos de la máquina sin ajustes manuales. También para reproducir correctamente partes repetitivas: Cuando se replican patrones o características con las mismas coordenadas, es importante que el punto cero de la máquina coincida con el punto cero del diseño para repetir con precisión la geometría.

Definir correctamente las coordenadas XY del punto cero de la máquina en March3 CNC Controller es fundamental para mecanizar piezas precisamente, cumpliendo con las especificaciones y dimensiones de los diseños. Es lo que permite controlar con precisión la ubicación horizontal de la herramienta.

Para definir el punto de inicio de XY se utiliza el control de mando (Figura 3.70). Este mueve los motores de estos ejes.

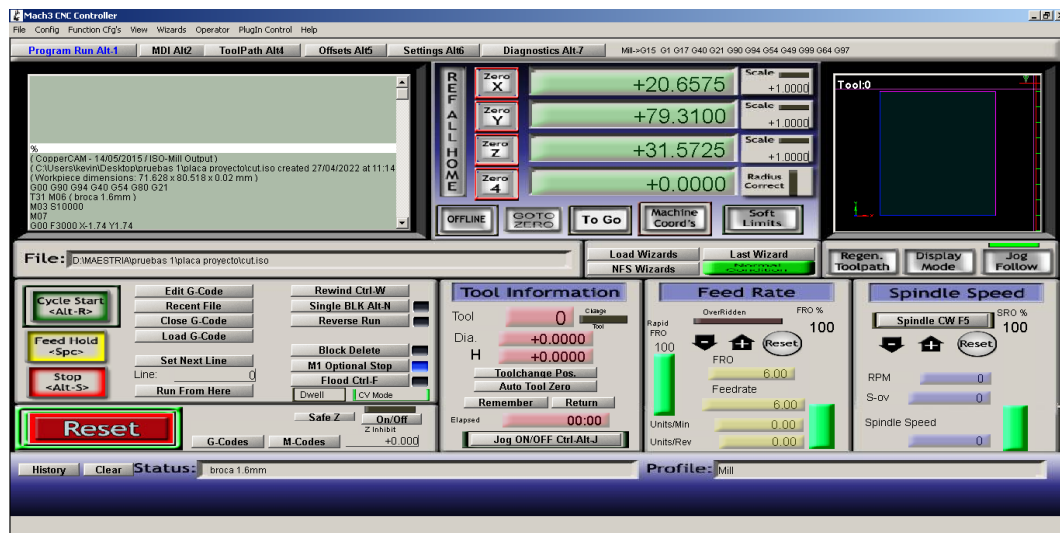


Figura 3.70. Ventana principal March3 CNC

Pasamos a la opción Load G Code en March3 CNC Controller esta sirve para cargar y abrir archivos en formato G Code dentro del software. Vamos a abrir nuestro archivo generado llamado “LAYER” este archivo contienen las pistas de la placa electrónica. (Figura 3.71).

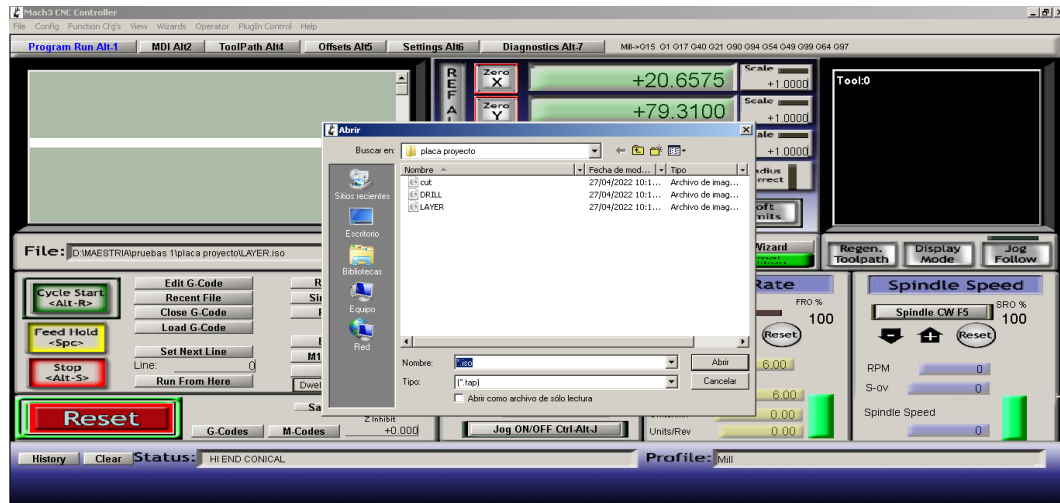


Figura 3.71. Load G Code en March3 CNC

March3 CNC Controller muestra las trayectorias de mecanizado de la siguiente manera: Vista preliminar 2D: Muestra una vista general de las pistas en el plano XY. Puedes cambiar entre vistas del frente, de arriba y axonométrica. Esto lo podemos visualizar en la parte superior derecha (Figura 3.72).

En la parte superior izquierda se muestra el editor de texto: Dentro del código G pueden verse las coordenadas X,Y,Z que definen la pista. (Figura 3.72).

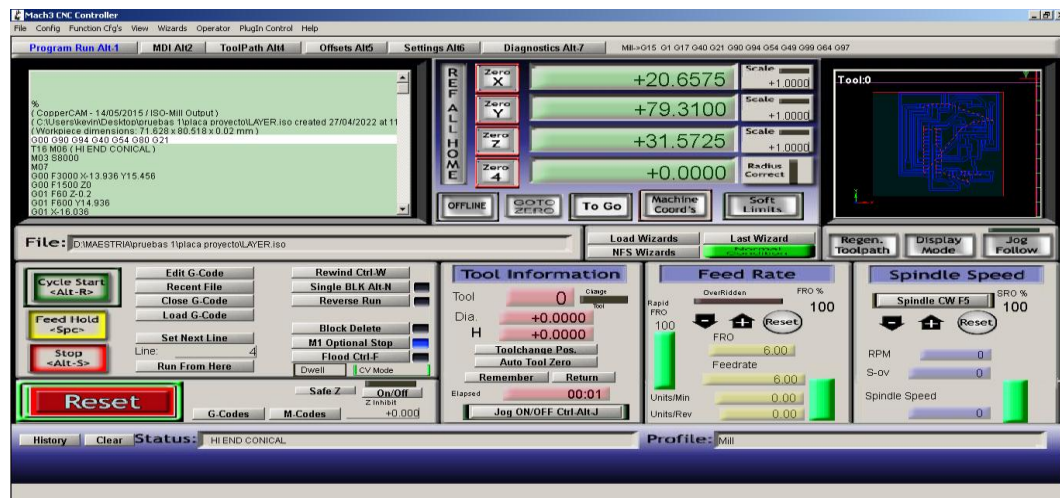


Figura 3.72. Vista preliminar 2D

También nos muestra los gráficos en tiempo real: durante la ejecución del programa en la máquina CNC, march3 puede mostrar una representación gráfica de la pista en 2d o 3d en tiempo real. (Figura 3.72) se muestra en la parte superior derecha.

Calibramos a Auto Tool Zero para realizar las pistas.

Auto Tool Zero es una función del software March3 CNC Controller que automatiza el proceso de establecer el punto zero de la herramienta. Esto es necesario cuando se cambia de herramienta en una máquina CNC.

Cuando se programa una operación CNC, se define el punto zero como el punto de referencia donde comenzará la herramienta a mecanizar. Este punto se calibra manualmente.

- La función de Auto Tool Zero permite:
- Calcular automáticamente el offset de la herramienta nueva.
- Compensar automáticamente el cambio de longitud que ocurre cuando se cambia de herramienta.
- Establecer con precisión el punto zero de la nueva herramienta sin ajustes manuales.

Esto evita los ajustes manuales del punto zero cada vez que se cambia de herramienta, agilizando el proceso de mecanizado. Funciona de la siguiente manera:

1. Se carga una nueva herramienta en la máquina CNC.
2. Se selecciona la opción Auto Tool Zero en el software March3.
3. La herramienta se mueve a una posición predefinida de referencia.
4. El software calcula automáticamente la longitud y offset de la herramienta y establece su punto zero.
5. La herramienta está lista para comenzar la operación CNC calibrada automáticamente.

Auto Tool Zero automatiza el proceso de calibración del punto zero cuando se cambia de herramienta, reduciendo tiempos de configuración y mejorando la precisión. Es una función útil del software March3 CNC Controller.

3.14 Coordenadas layer.

En el diseño de PCB, las "Coordenadas layer, (Tabla 3.2), Coordenadas drilling (Tabla 3.3) y Coordenadas cutting (Tabla 3.4) " se refieren a las ubicaciones específicas en una capa particular del circuito impreso, se interpreta como las pistas de cobre por donde circular el paso de los electrones. Cada capa en este diseño tiene su propio sistema de coordenadas, el cual indica dónde se encuentran los componentes y las conexiones en esa capa en particular. Estas coordenadas son esenciales para indicar al diseñador del circuito dónde están situadas cada una de las partes del diseño en esa capa específica.

Tabla 3.2. Coordenadas layer

Coordenadas layer				
M07	Y27.38	G01 X-52.601	G01 X-21.642	G01 X-31.905 Y7.347
G00 F3000 X-	G01 X-20.671	Y53.242	Y56.157	G01 X-32.173 Y7.204
13.936 Y15.456	Y27.242	G01 X-52.555	G01 X-21.78	
G00 F1500 Z0	G01 X-20.77 Y27.12	Y53.392	Y56.231	G01 X-32.464 Y7.116
G01 F60 Z-0.2	G01 X-20.892 Y27.021	G01 X-52.481 Y53.53	G01 X-21.902 Y56.33	G01 X-32.766 Y7.086
G01 F600 Y14.936	G01 X-20.98 Y26.974	G01 X-52.382 Y53.652	G01 X-24.207 Y58.636	G01 X-33.068 Y7.116
G01 X-16.036	G01 X-20.978 Y26.97	G01 X-52.26 Y53.751	G01 X-28.156	G01 X-33.359 Y7.204
G01 Y17.576	G01 X-22.338 Y26.29	G01 X-52.122 Y53.825	G01 X-28.171 Y58.01	G01 X-33.627 Y7.347
G01 X-13.936	G01 X-22.356 Y26.114	G01 X-51.972 Y53.871	G01 X-28.217 Y57.86	G01 X-33.862 Y7.54
G01 Y17.056	G01 X-22.444 Y25.823	G01 X-51.816 Y53.886	G01 X-28.291 Y57.722	G01 X-34.055 Y7.775
G01 X-10.956	G01 X-22.587	G01 X-41.186		
G01 Y14.936		G01 Y59.436	G01 X-28.39 Y57.6	
G01 X-10.956			G01 X-29.66	

3.15 Coordenadas drilling.

Estas coordenadas generadas son las perforaciones en la PCB para insertar los componentes electrónicos.

Tabla 3.3. Coordenadas drilling.

M07	G00 F1500 Z0	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02
G00 F3000	G01 F60 Z-0.02	G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000 Z2
X-40.386 Y48.006	G00 F3000 Z2	X-42.926	X-25.146	G00 F3000
G00 F1500 Z0	G00 F3000	G00 F1500 Z0	Y46.736	Y8.636
G01 F60 Z-0.02	Y17.526	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0
G00 F3000 Z2	G00 F1500 Z0	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02
G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2
Y45.466	Y20.066	X-40.386	G00 F3000	G00 F3000
G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	Y51.816	X-22.606
G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0
G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02
G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2
Y42.926	Y22.606	X-37.846	G00 F3000	G00 F3000
G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	X-28.956 Y54.356	X-14.986
G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0	Y16.256
G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0
G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02
Y40.386	Y25.146	X-35.306	G00 F3000	G00 F3000 Z2
G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	X-21.336 Y35.306	G00 F3000
G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0	X-9.906
G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0
G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02
Y37.846	Y27.686	X-21.336 Y65.786	G00 F3000	G00 F3000 Z2
G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	Y32.766	G00 F3000
G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0	Y37.846

G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0
G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02
Y35.306	Y30.226	Y63.246	G00 F3000	G00 F3000 Z2
G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	X-23.876 Y26.416	G00 F3000
G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0	X-9.906
G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02	G00 F1500 Z0
G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000	G00 F3000 Z2	G01 F60 Z-0.02
Y32.766	Y32.766	X-12.446 Y64.516	G00 F3000	G00 F3000 Z2
G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	G00 F1500 Z0	X-18.796 G00	G00 F3000
G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	G01 F60 Z-0.02	F1500 Z0	X-12.446

3.16 Corte de PCB.

El cutting en March3 CNC Controller se refiere a las operaciones de mecanizado por corte, para crear geometrías en una pieza.

Tabla 3.4. Coordenadas cutting

%	G01 X-1.74
M07	G01 Y1.74
G00 F3000 X-1.74 Y1.74	G00 F3000 Z2
G00 F1500 Z0	M09
G01 F600 Z-0.02	M05
G01 F180 X-69.38	M02
G01 Y78.27	%

3.17 PCB final

Una vez impresa la PCB y que los componentes están montados, (figura 3.73). Se puede conectar a una fuente de alimentación eléctrica para que el circuito pueda funcionar según el diseño. La PCB permite que los componentes se comuniquen entre sí y realicen las funciones electrónicas necesarias para el funcionamiento del prototipo.

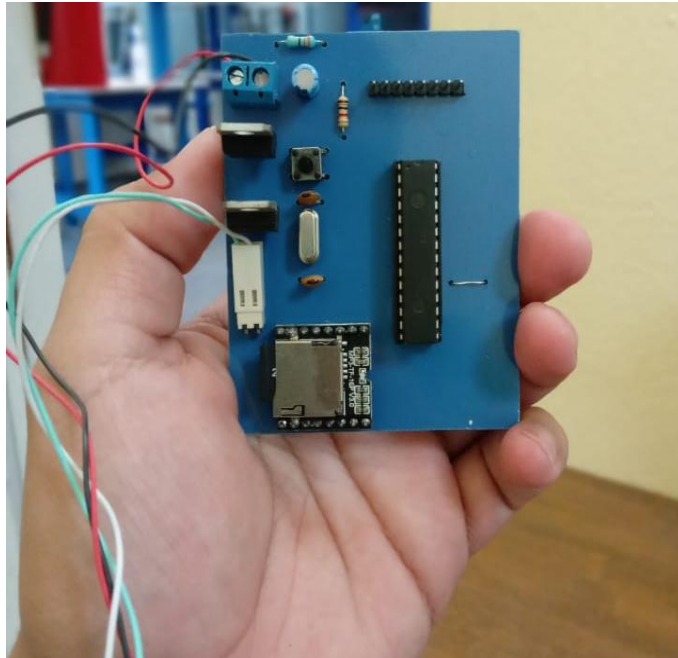


Figura 3.73. PCB impresa.

En la figura 3.74, se puede ver la PCB con la tarjeta RFID, Se realizó de esta manera para las pruebas correspondientes del funcionamiento de la PCB, dentro de la impresión 3D va conectada por medio de cable plano.



Figura 3.74. PCB con la tarjeta RFID.

3.18 Calculo duración de batería en horas de autonomía.

Como se mencionó anteriormente la batería que se utilizara para este prototipo es una batería de 9voltios a 500mAh. Mostramos a continuación el cálculo de la duración de una batería de 9 voltios y 500mAh. Gracias a la ayuda de realizar el circuito en la protoboard obtuvimos el consumo del circuito y nos dio como resultado un consumo de 0.07A. (figura 3.75). Esto significa que una batería de 9 voltios y 500mAh puede proporcionar una corriente de 0.0007mAh durante aproximadamente 7.142 horas. Aplicamos la siguiente fórmula para calcular la autonomía de una Batería.

A continuación, se muestra a detalle:

(Vb) es el Voltaje de batería multiplicado por (Ib) intensidad de la batería nos dará la potencia de la batería (Wb)

(Vb) voltaje de batería multiplicado por (Ic) la corriente consumida, nos dará (Wc) potencia consumida.

El resultado (Wb) potencia de batería dividido por el resultado (Wc) potencia consumida, nos dará las horas de duración de la batería.

$$Vb \times Ib = Wb$$

$$Vd \times Ic = Wc$$

$$\text{Autonomía de la Batería: } Wb/Wc = H$$

Sustituimos los valores en la formulas:

$$9V \times 0,5A = 4.5W$$

$$9V \times 0,07A = 0.63W$$

$$4.5W/0.63W = 7.142 H$$

Capacidad Disponible:	500	mA·h ▼
Consumo: 	0.07	A ▼
Duración:	7,14285	Horas

Figura 3.75. Resultado de consumo energético.

Comportamiento de descarga de la batería. (Figura 3.76).

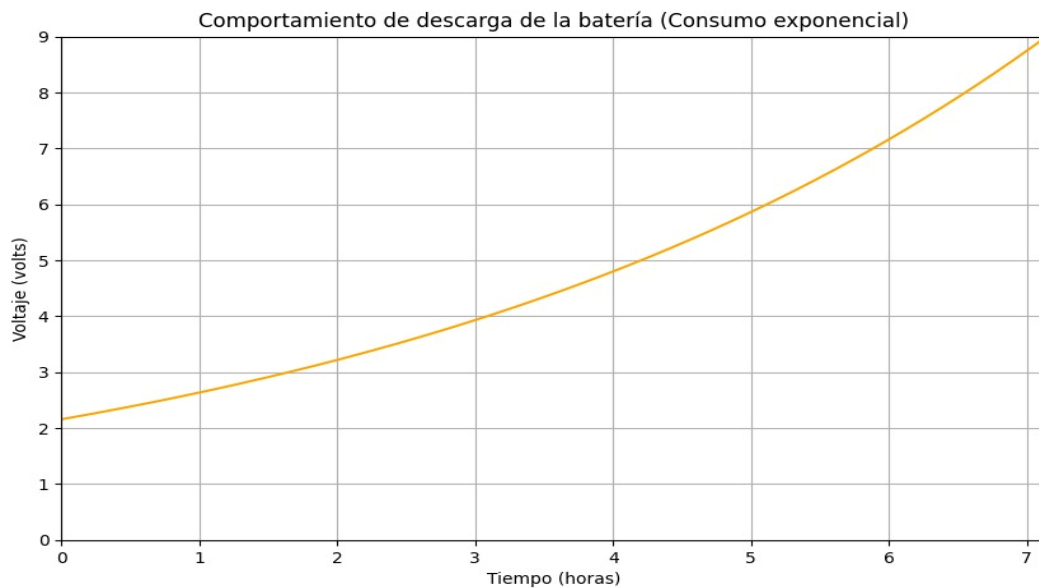


Figura 3.76. Gráfico comportamiento de descarga.

El prototipo no consume energía cuando este se encuentre apagado, pero si consume energía cuando se encuentre activo. Se utilizó una fuente de DC regulada y con ayuda de esta obtuvo su corriente de consumo, arrojando como resultado una corriente de 0.07A y de forma física el consumo de 0.07A como se puede ver en Figura 3.78, llegando a la conclusión que cuando nuestra batería se encuentre en acción junto con el dispositivo, esta nos dará una duración de 7.142 horas de autonomía. (Figura 3.77).

Comportamiento de carga de la batería. (Figura 3.77).

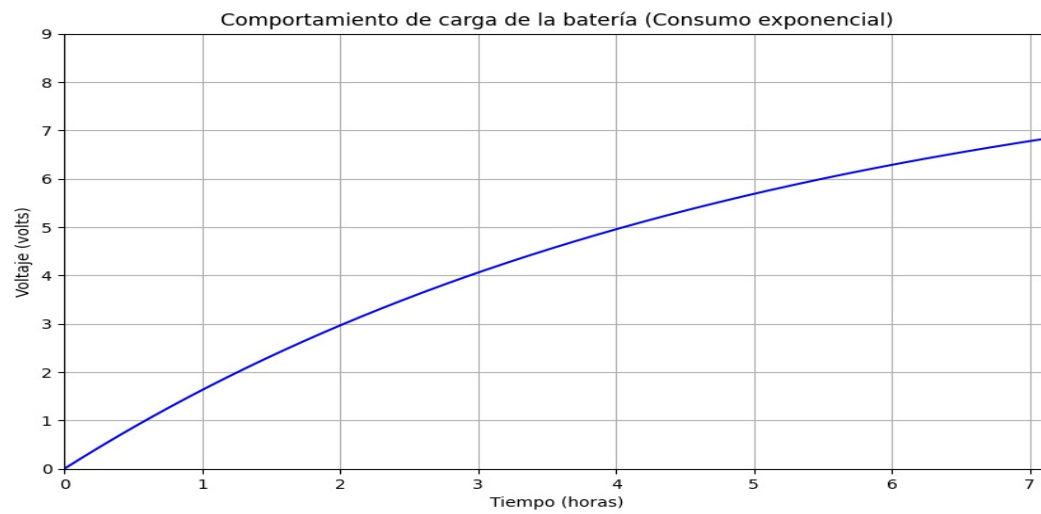


Figura 3.77 Grafico comportamiento de carga.

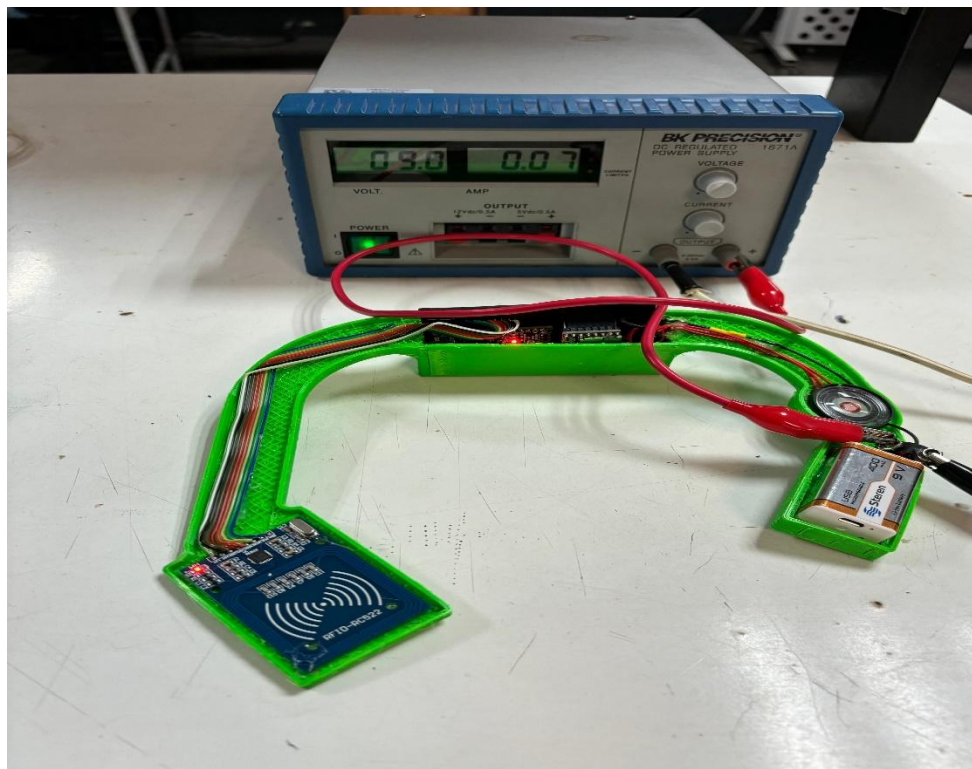


Figura 3.78. Consumo Energético.

3.19 Diseño e impresión en 3D de estructura ergonómica para prototipo

La ergonomía se refiere al diseño de productos o sistemas que se adaptan de manera eficiente y cómoda a las capacidades y necesidades humanas. En el contexto de un prototipo, el objetivo de diseñar una estructura ergonómica es crear una pieza que se ajuste de manera óptima a las características físicas y funcionales de los usuarios.

El proceso de diseño comienza identificando los requisitos ergonómicos específicos del prototipo y las necesidades de los usuarios. Luego, se crea un modelo digital en un software de diseño asistido por computadora (CAD) que tenga en cuenta los principios ergonómicos, como la antropometría (medidas del cuerpo humano) y las recomendaciones de postura y movimiento.

Una vez que el diseño se ha completado en el software CAD, se utiliza una impresora 3D para fabricar la estructura física en base al modelo digital. La impresión 3D permite crear objetos tridimensionales capa por capa, utilizando materiales como plástico, resina u otros materiales compatibles con la impresora.

La estructura ergonómica impresa en 3D se puede utilizar como parte de un prototipo o como una pieza independiente para evaluar y mejorar la experiencia de los usuarios, teniendo en cuenta aspectos como la comodidad, la accesibilidad y la eficiencia de uso.

La impresión 3D ofrece ventajas en términos de flexibilidad de diseño, personalización y rapidez de prototipado. Además, permite iterar y realizar ajustes en el diseño de manera ágil y económica.

La utilización de percentiles en ergonomía es importante para diseñar productos o sistemas que se adapten a una amplia gama de individuos en términos de sus características físicas. Al considerar los percentiles, los diseñadores pueden garantizar que los productos o entornos sean adecuados para una amplia gama de usuarios, teniendo en cuenta las diferencias en las medidas antropométricas.

Los percentiles se obtienen mediante el análisis estadístico de datos antropométricos recopilados en estudios poblacionales. Estos estudios recopilan medidas de un gran número

de individuos representativos de la población objetivo y se organizan en rangos o grupos de percentiles

Aun que TinkerCAD tiene la mayoría de usuarios para desarrollo de prototipos. La estructura se comenzó desollando es este programa, pero este software no nos fue muy útil para la construcción del prototipo que se pretende realizar, así que se descartó pues las herramientas de diseño son básicas en este programa. (Figura 3.79).



Figura 3.79. Diseño en TinkerCAD.

En AutoCAD también encontré algunas limitaciones y desventajas cuando se comenzó a desarrollar el prototipo en este programa.

Curva de aprendizaje: AutoCAD es un software complejo que requiere tiempo y esfuerzo para dominar. Aprender a utilizar todas las funciones y herramientas puede llevar tiempo, especialmente para usuarios principiantes.

Orientación en 2D: Aunque AutoCAD cuenta con capacidades en 3D, es conocido principalmente por su enfoque en el dibujo técnico en 2D. Dibujar un prototipo en 3D resulto más complejo y requerir el uso de herramientas adicionales y técnicas avanzadas.

Limitaciones de modelado: Aunque AutoCAD tiene herramientas de modelado 3D, en comparación con otros softwares especializados en modelado tridimensional, como SolidWorks o Fusion 360, puede tener ciertas limitaciones en términos de capacidad de

modelado complejo y eficiencia en la creación de formas y geometrías más complejas (Figura 3.80).

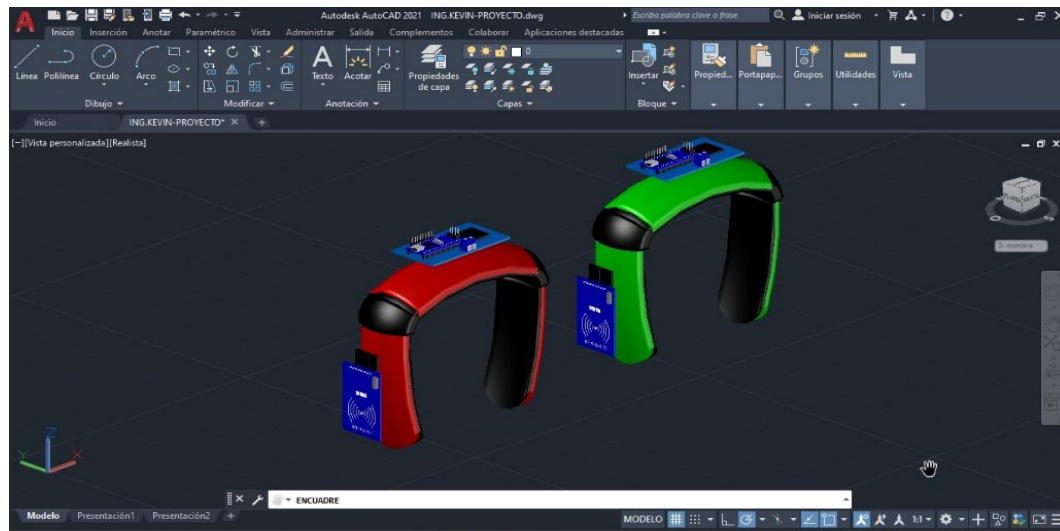


Figura 3.80. Diseño en AutoCAD.

La mejor opción que encontré para el diseño del prototipo fue Solidworks. Así que se eligió software y se comenzó a diseñar.

3.20 Construcción de piezas para el prototipo en solidworks.

- Se abre un nuevo archivo en Solidworks y selecciona la plantilla Pieza (.sldprt).
- Se establecen las unidades correctas (milímetros, pulgadas, etc.) y las características del proyecto en la pestaña Configuraciones.
- Comiénzanos dibujando las formas geométricas básicas que compondrán la pieza: líneas, círculos, arcos, etc. Puedes crearlas una a una o utilizar herramientas como Polilínea.
- Unimos las formas geométricas mediante operaciones Booleanas como Unión, Intersección, Diferencia para darles la forma deseada.
- Se modifica y personaliza las características de las formas geométricas: tamaño, posición, redondeo de esquinas, etc.

- Creamos dimensiones, restricciones geométricas y relaciones entre las características para controlar y ajustar el diseño. Esto ayudará a mantenerlo parametrizado.
- Creamos orificios, ranuras u otros detalles necesarios como agujeros para tornillos, entradas de aire, etc. Utiliza herramientas como Ranura simple, Ranura compleja, Taladrar.
- Comprobamos que el prototipo cumple con las especificaciones y dimensiones requeridas usando el análisis de restricciones.
- Agregamos notas técnicas e información relevante.
- Se guarda el diseño en la computadora. En este punto ya se tiene un modelo 3D que se podrá modificar y optimizar, o pasar directamente a fabricar.
- Finalmente generamos el archivo STL para la impresión 3D.

Para el diseño de la carcasa del prototipo se consideraron las características físicas de los componentes electrónicos ya definidos para el funcionamiento del mismo, esencialmente las dimensiones. Para facilitar este proceso se consideró emplear un diseño con una geometría simple y regular, esta similar a la estructura de dichos componentes a modo de que la carcasa brinde el soporte necesario a estos sin la necesidad de implementar nervios internos que eviten su movimiento dentro de la estructura. (Figura 3.81)

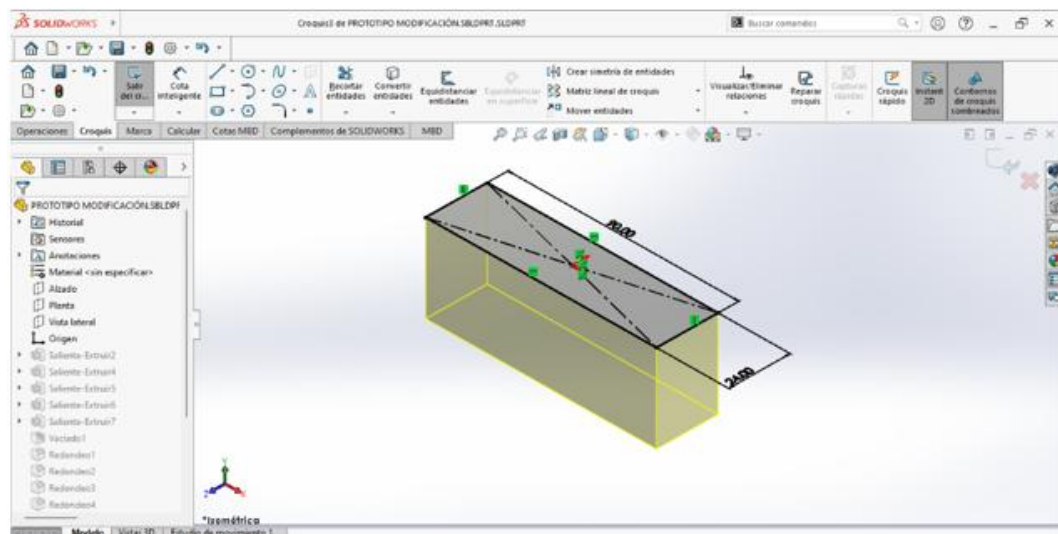


Figura 3.81 Carcasa para componentes electrónicos.

Se inicia con diseñar una estructura que resguarde la tarjeta electronica ya que es el elemento de mayor dimensiones, con un un largo de 82 mm, 43 mm de ancho y 23 mm de alto, para este elemento se considera una estructura prismatica rectangular que se conectará a la tarjeta RFID mediante un canal rectangular con un trayecto curvo que se adapte al cuello de una persona. A continuación se muestra el croquizado en un plano de planta que posteriormente fue extruido en saliente/base.

La estructura que soporta a la tarjeta RFID, (Figura 3.82). Tiene una geometria prismatica rectangular que se ajusta a las dimensiones de dicha tarjeta, croquizado en el plano de planta, esta tiene 40 mm de ancho, 60 de largo y 7 mm de alto y esta ligeramente direccionado al eje Z.

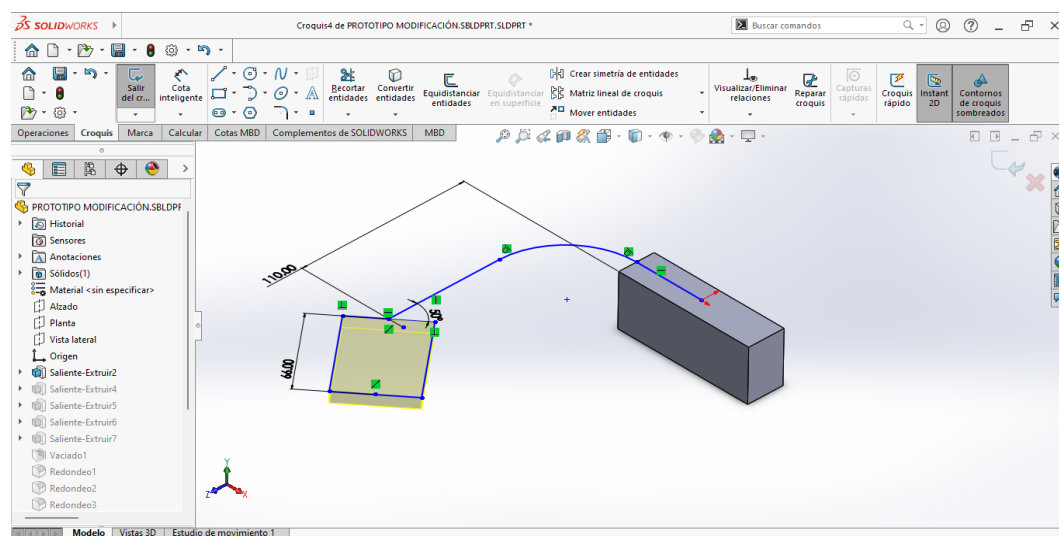


Figura 3.82. Soporte de tarjeta RFID.

La estructura que contendrá a la bocina compacta es redonda y se ubica del lado contrario a la tarjeta RFID, perpendicularmente a la posición de la tarjeta electrónica, considerando un diámetro de **35 mm** debido a la geometría de la bocina, este croquis también se ubica en el plano de planta y fue extruido.(Figura 3.83).

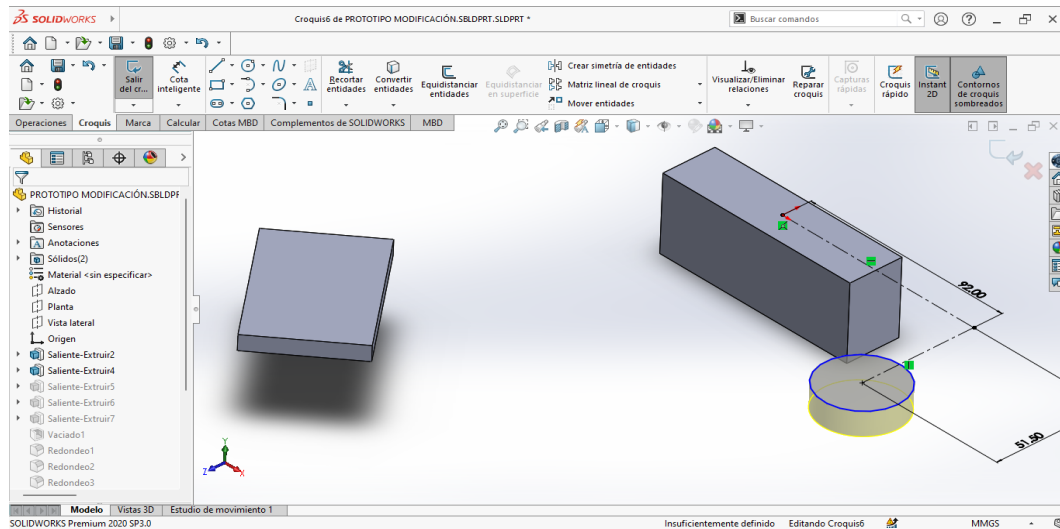


Figura 3.83. Base para bocina compacta.

Enseguida de la bocina se colocó una estructura prismática rectangular que contendrá la batería de 9 volts y 500 mA, (Figura 3.84). Considerando su croquis en un plano de planta y teniendo en cuenta que dicha batería tiene un largo de 50 mm, 25 mm de ancho y 20 de alto para determinar el espesor de la extracción.

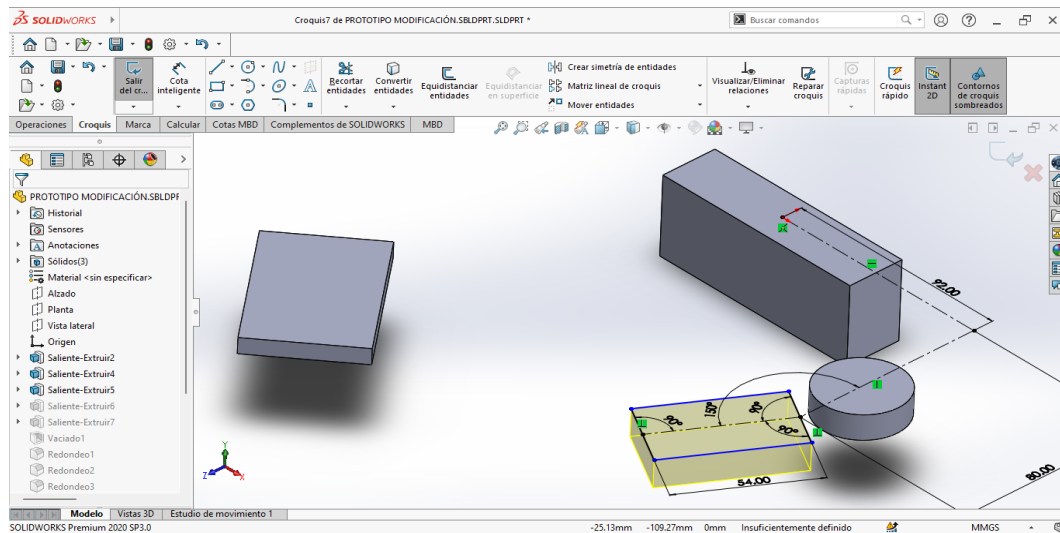


Figura 3.84. Base para batería de 9v.

A continuación, se muestra el canal rectangular croquizado en el plano, que conectará de manera longitudinal las estructuras antes trazadas con un trayecto curvo como antes se mencionó, este para favorecer el ajuste a la anatomía del cuello, así mismo se puede observar

que la estructura que contendrá a la tarjeta RFID y a la batería compacta se muestra ligeramente hacia el centro para un mejor ajuste al cuello. (Figura 3.85).

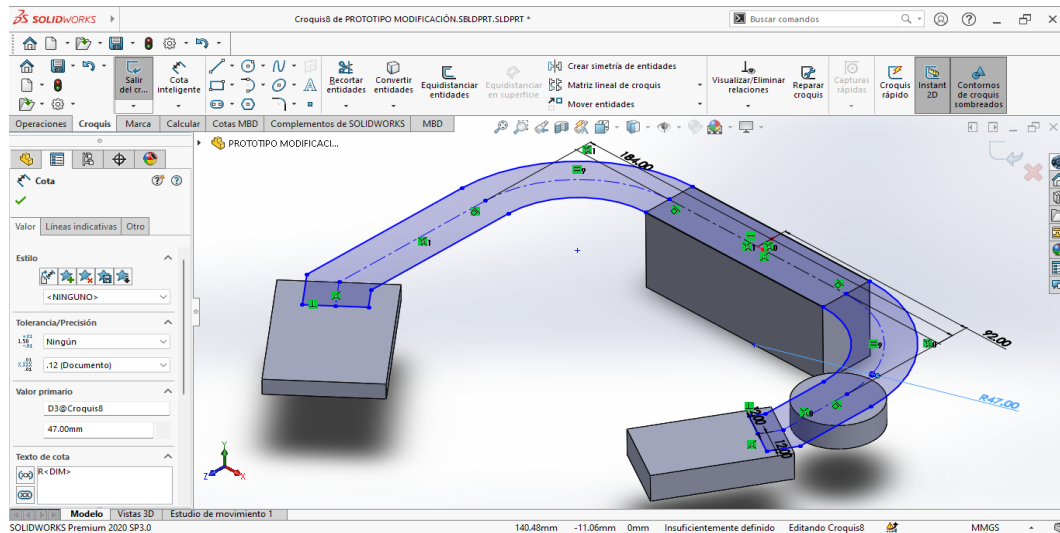


Figura 3.85. Estructura con un trayecto curvo

Se obtuvo el sólido que se muestra a continuación con una operación de extruir saliente/base en el croquis antes mostrado, cabe mencionar que la superficie es coincidente al plano de planta ya que las operaciones de extracción antes mencionadas se direccionaron negativamente en el eje Y. (Figura 3.86).

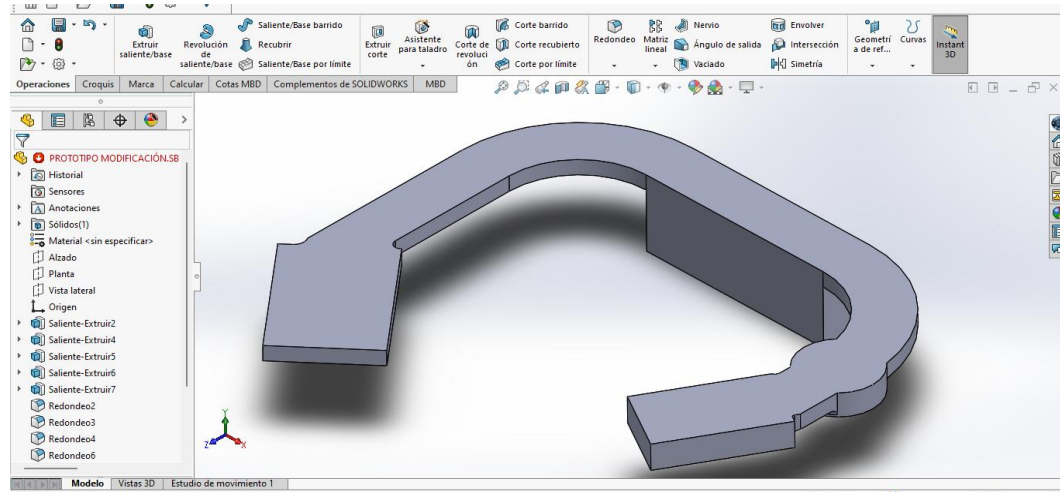


Figura 3.86. Figura sólida.

Una vez que se obtuvo la estructura deseada se realizó una operación de vaciado manteniendo un espesor de 3 mm y un redondeo de 2 mm en todos los vértices que se consideraron relevantes para suavizar el modelo. (Figura 3.87).

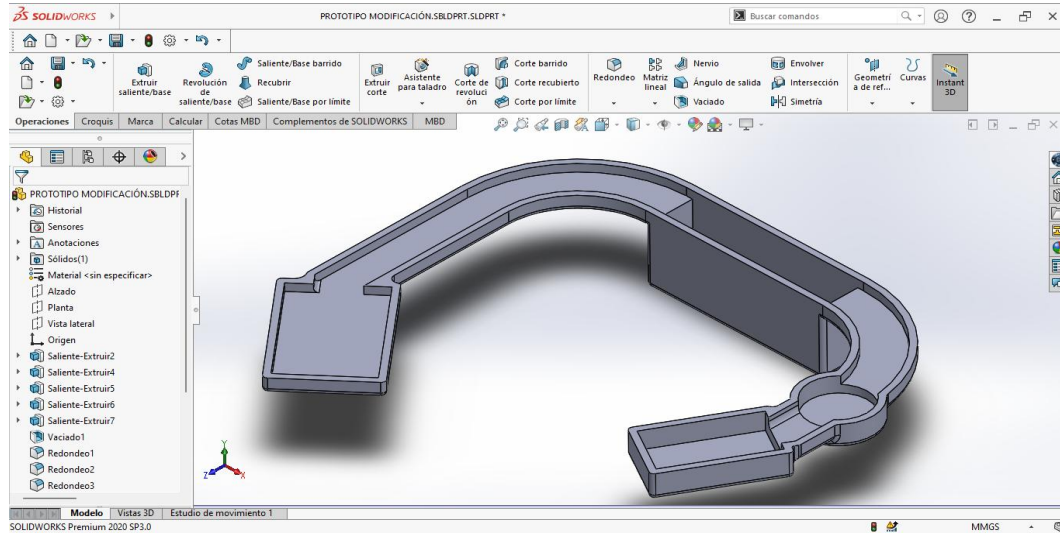


Figura 3.87. Vacío en figura.

Se croquizó un rectángulo en la cara inferior de la estructura que contendrá la tarjeta electrónica para realizar una operación de extruir corte por todo el sólido con las medidas del interruptor. (Figura 3.88).

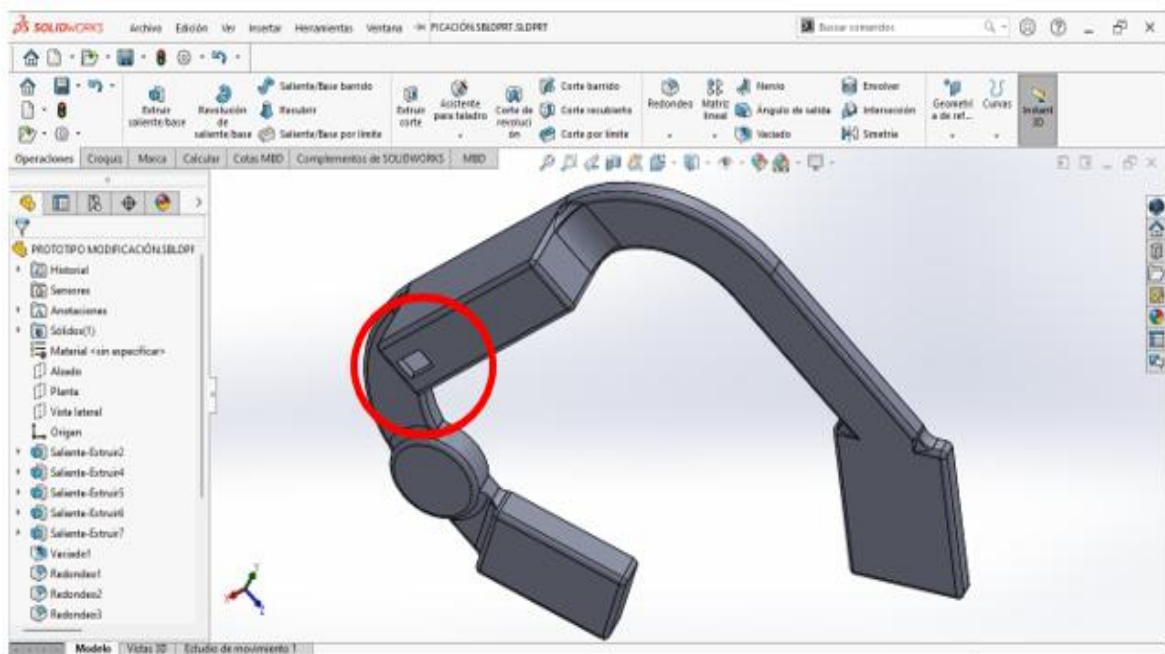


Figura 3.88. Corte en el sólido con las medidas del interruptor.

De este modo tenemos terminada la estructura inferior para el prototipo, (Figura 3.89). Sin embargo, se cambió el color de las piezas y se agregaron algunos detalles, iniciando por una extracción de corte en simetría a las aristas del sólido para darle suavidad a los vértices internos.

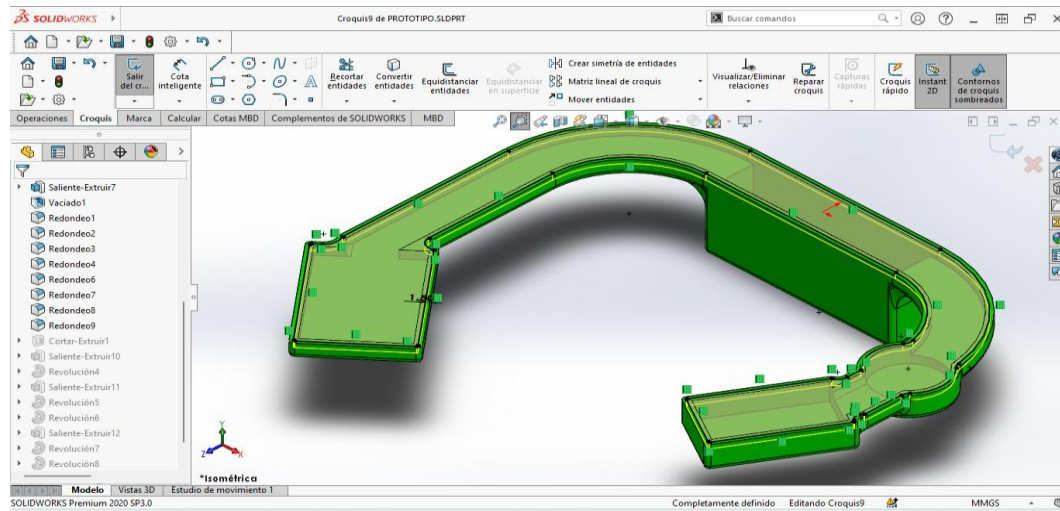


Figura 3.89. Estructura inferior.

Se agregaron 4 pequeñas pestañas para su sujetarse entre sí la parte inferior y la parte superior de la carcasa del prototipo. Las 2 primeras se coquizaron al centro de las dos caras más amplias del soporte de la tarjeta gráfica. Se muestran a continuación. (Figura 3.90).

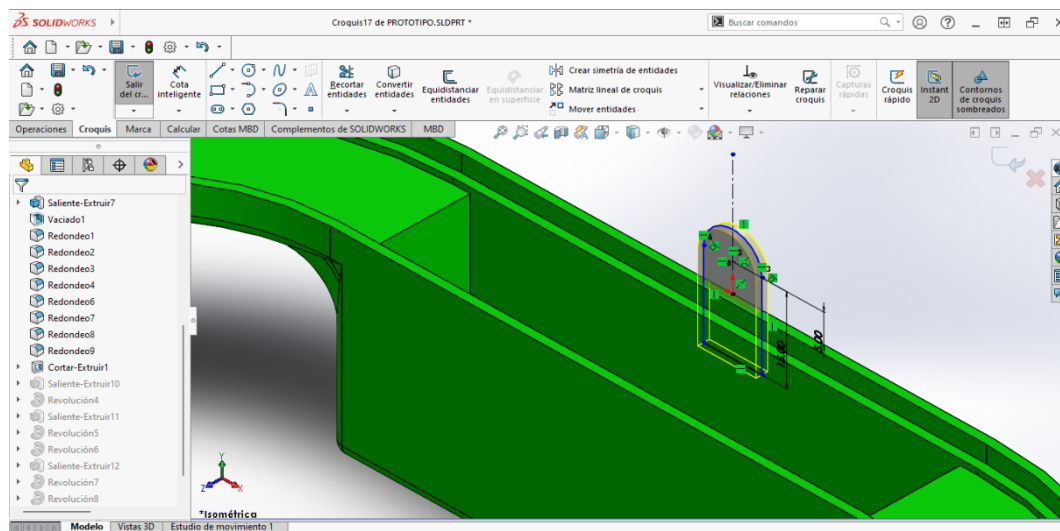


Figura 3.90. Pestañas para su sujetarse.

Posteriormente se coquizó un medio círculo con un origen coincidente al de la estructura anterior en la cara interior para realizar una operación de revolución que nos permita obtener una pequeña esfera, pensada para sujetarse con la pieza superior. (Figura 3.91).

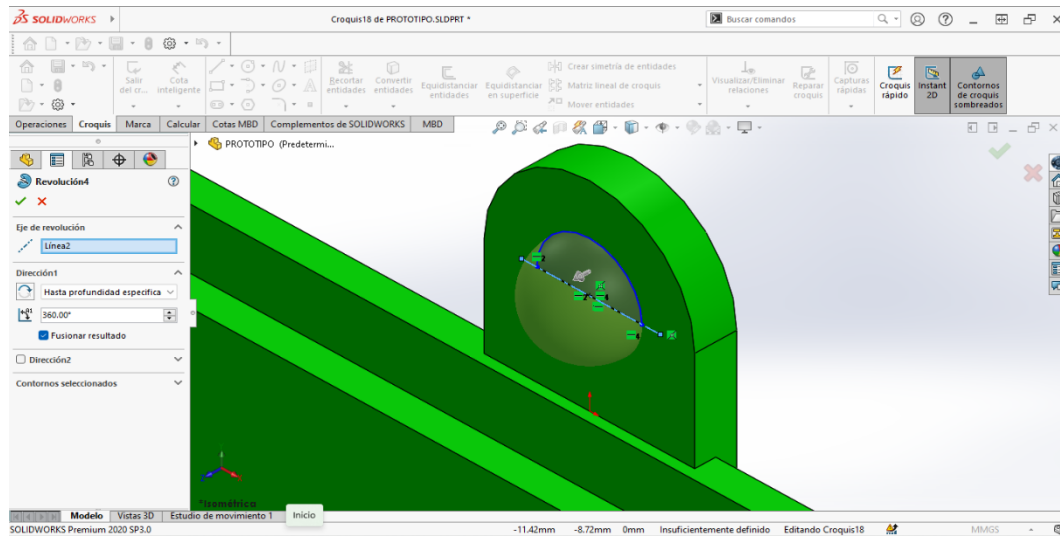


Figura 3.91. Esfera para ajuste.

Obteniendo así ambas pestañas. (Figura 3.92).

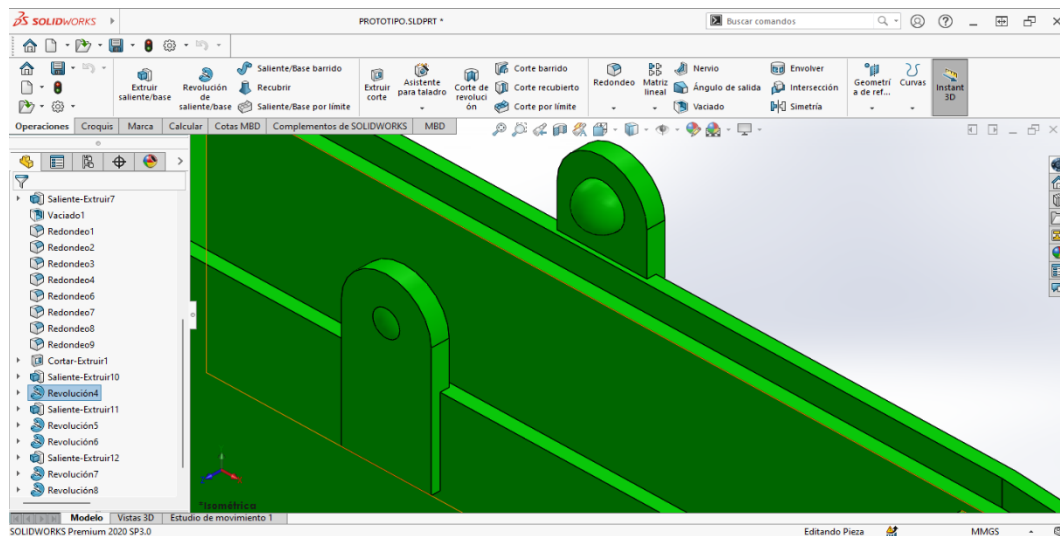


Figura 3.92. Esfera en ambas pestañas

Este mismo trazo y operación se realiza en la cara visible en la vista frontal del soporte de la batería, teniendo 2 pestañas como se muestra a continuación. (Figura 3.93).

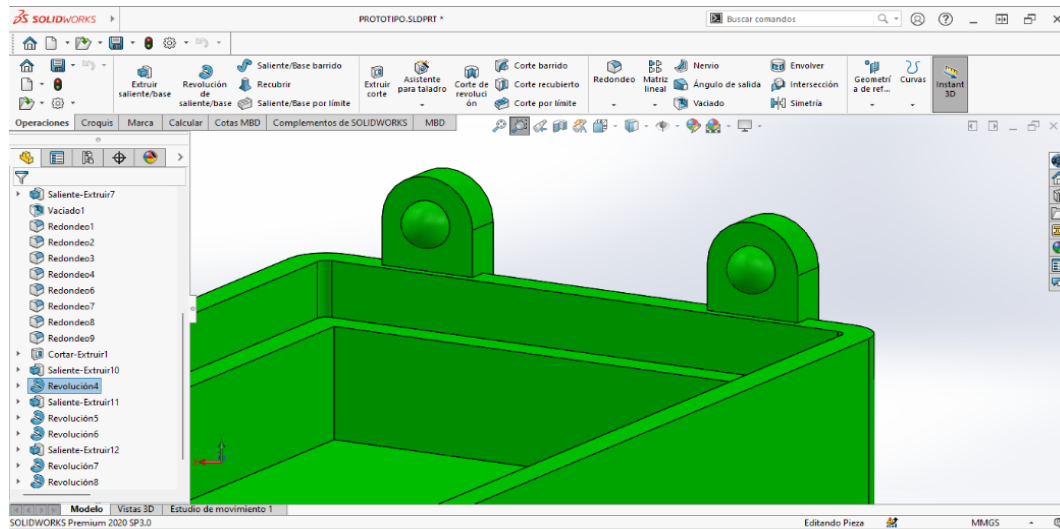


Figura 3.93. Vista frontal de soporte.

En la cara visible de la estructura que soporta la tarjeta RFID en la vista frontal de la pieza se modelo solo una esfera para la sujeción. (Figura 3.94).

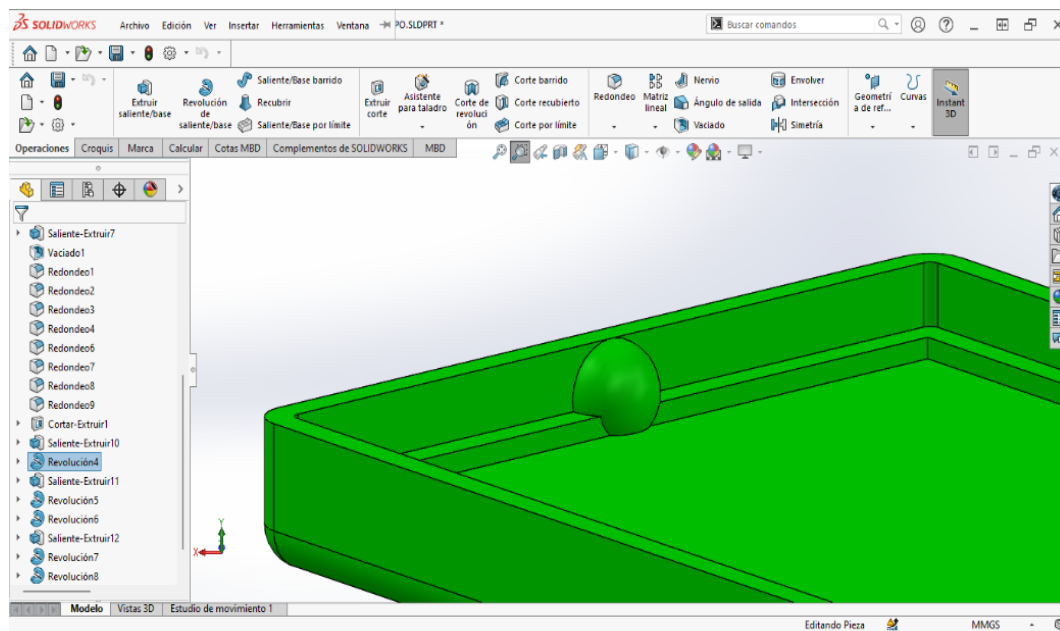


Figura 3.94. Esfera para la sujeción

Para terminar, se agregó un grabado en la cara posterior más amplia, a fin de identificar el primer modelo del presente prototipo. (Figura 3.95).

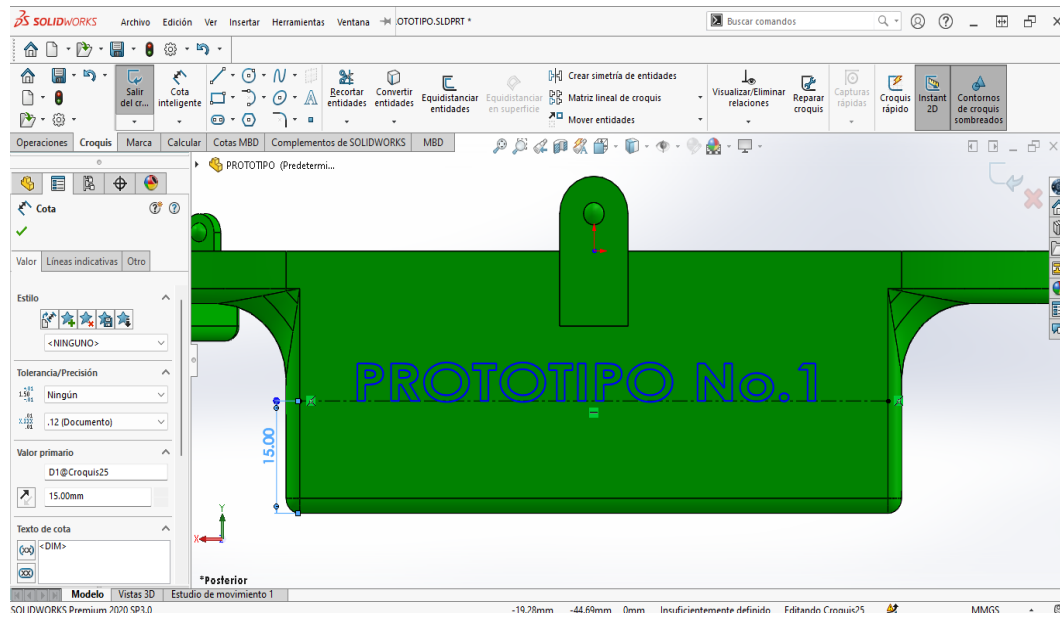


Figura 3.95. Cara posterior más amplia

Enseguida se muestra la cara de la estructura posterior e inferior del modelo totalmente terminado (Figura 3.96 Figura 3.97).

Cara posterior.

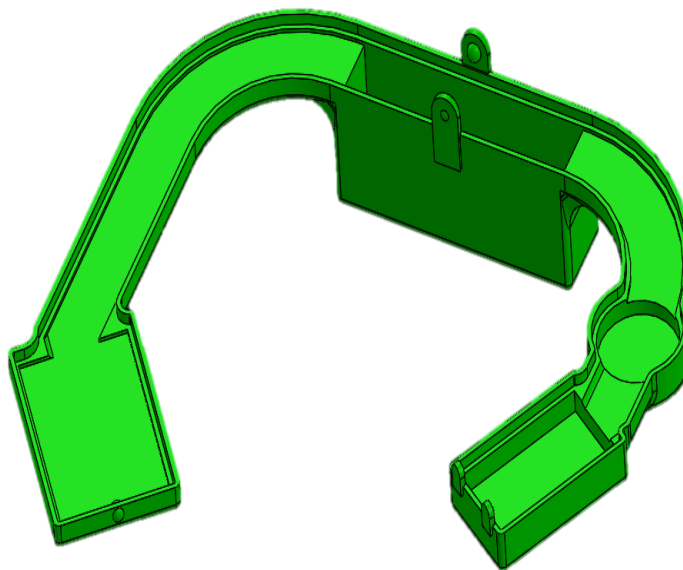


Figura 3.96. Cara posterior

Cara inferior.

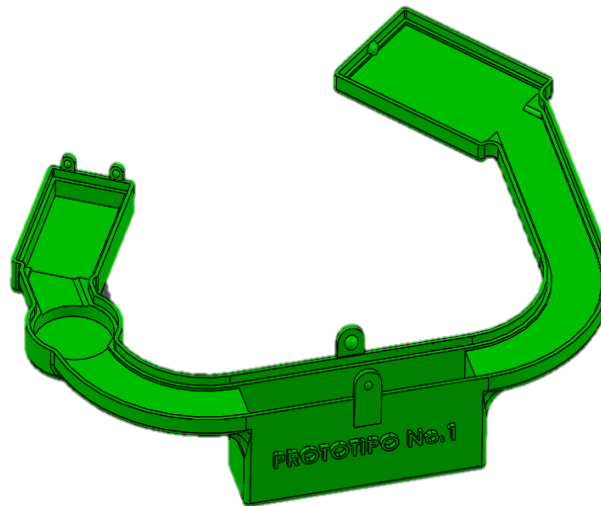


Figura 3.97. Cara inferior

La pieza inferior fue trazada en un plano de planta con una geometría coincidente con la distribución de la tapa inferior, la estructura para los soportes de los componentes fue extruida hacia la parte superior del eje Y, con diferencia de que la longitud de la extrucción será menor para la tarjeta electrónica que tiene una profundidad mayor en la pieza inferior del prototipo. (Figura 3.98).

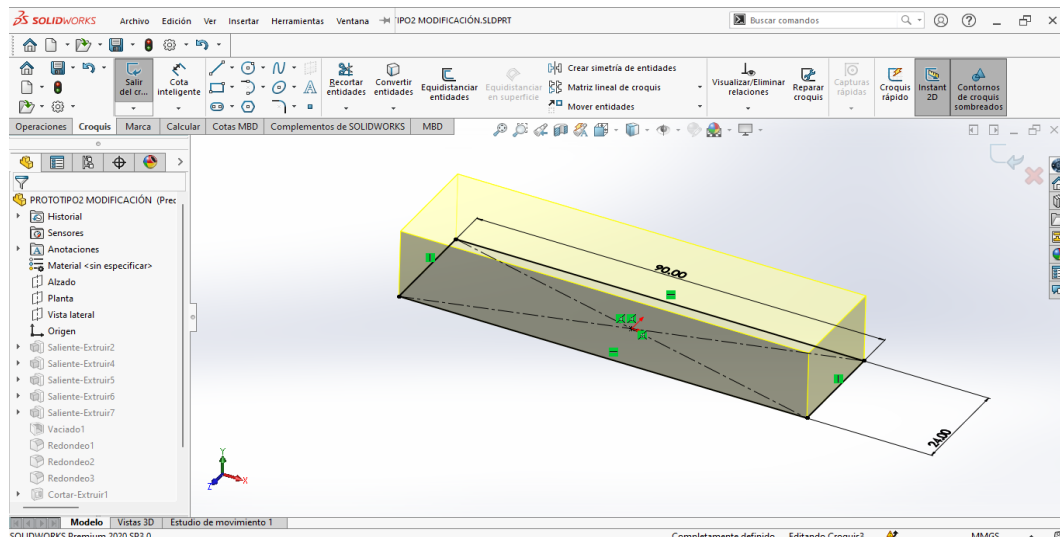


Figura 3.98. Profundidad mayor en la pieza inferior

Lo antes mencionado se puede observar en la imagen anterior y posteriormente observamos la distribución de la tapa para coincidir con la base. (Figura 3.99).

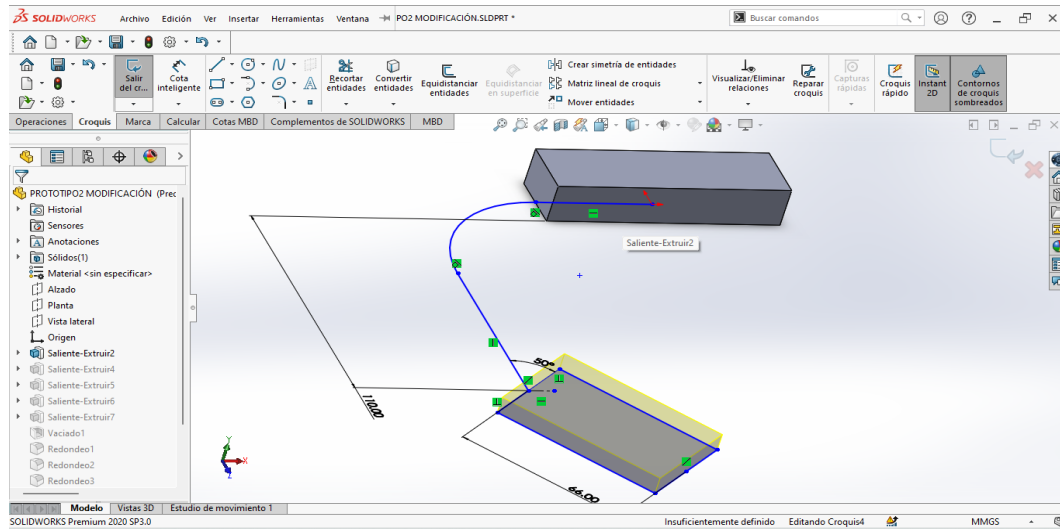


Figura 3.99. Distribución de la tapa para coincidir con la base

La distribución es idéntica con una extrucción justo a la mitad de lo definido para cada componente. (Figura 3.100).

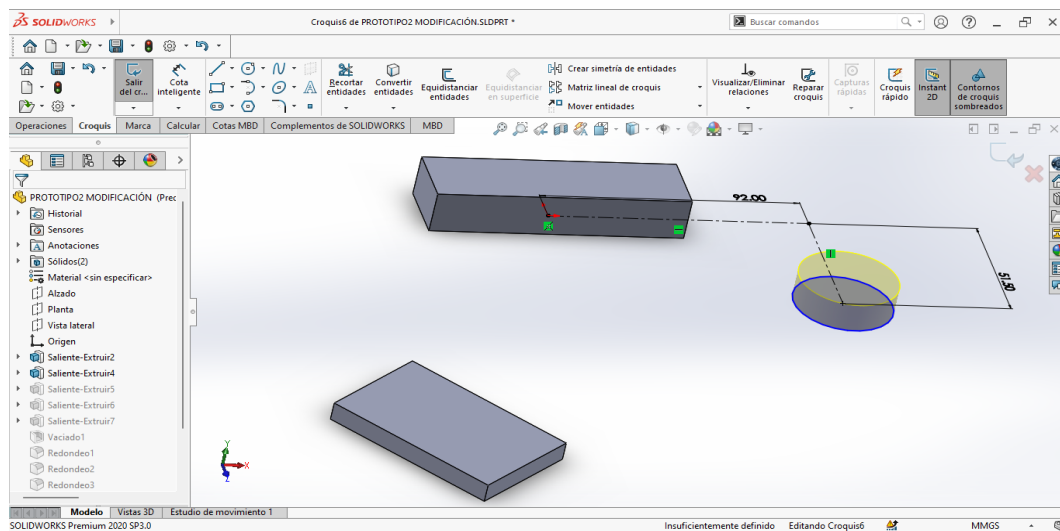


Figura 3.100. Definido para cada componente

El diseño corrobora las medidas totalmente idénticas en todos puntos, incluyendo los ángulos. (Figura 3.101).

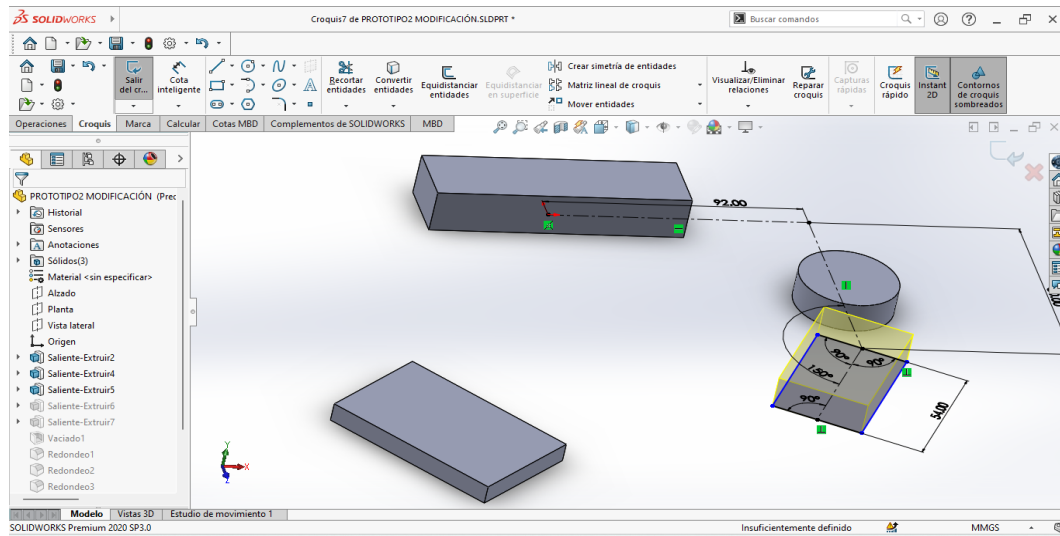


Figura 3.101. Medidas totalmente idénticas

En la imagen siguiente se puede observar la parte superior del canal que une longitudinalmente las estructuras para soportar cada componente y este soportará el cableado. (Figura 3.102).

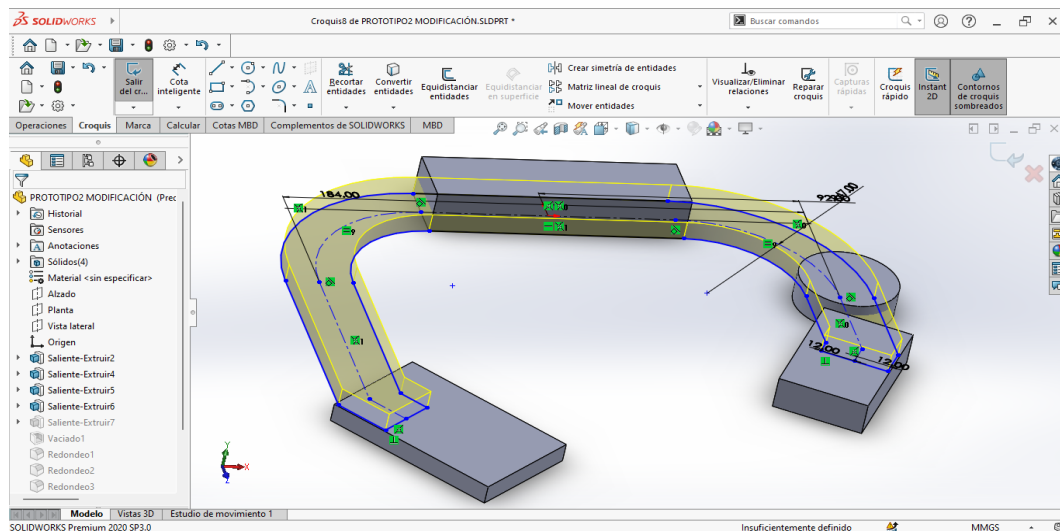


Figura 3.102. Parte superior del canal

Esta extrucción concluye el sólido a vaciar, el cual tiene un espesor de 3 mm. (Figura 3.103).

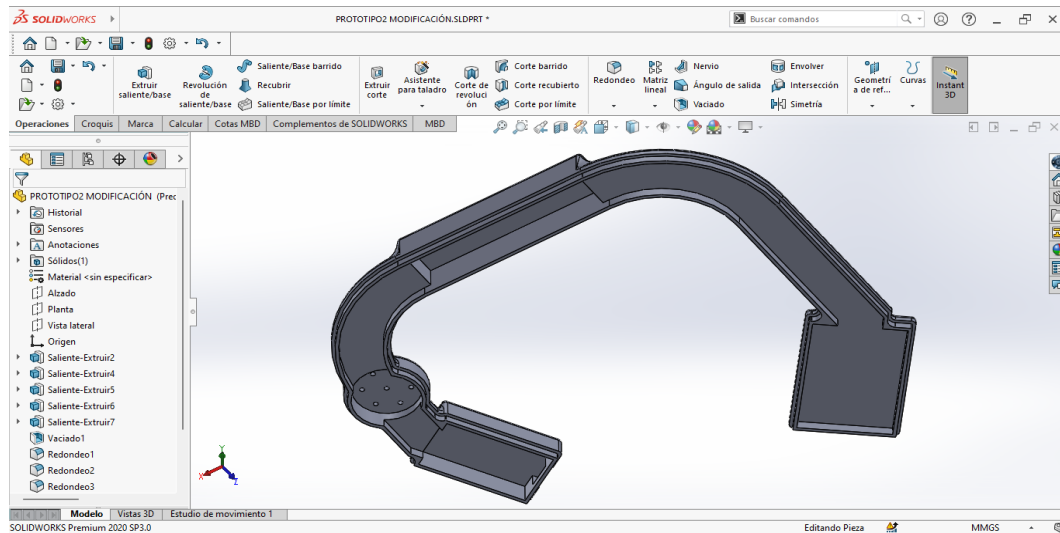


Figura 3.103. Sólido a vaciar

Como se puede observar en la imagen anterior no solo se ve el vaciado, sino que también se puede apreciar la contra parte del filo que coincidirá con el de la base de la estructura.

Al igual que en la base de la carcasa, la tapa lleva un redondeo de 2mm en cada vértice y arista de la superficie superior de la pieza. (Figura 3.104).

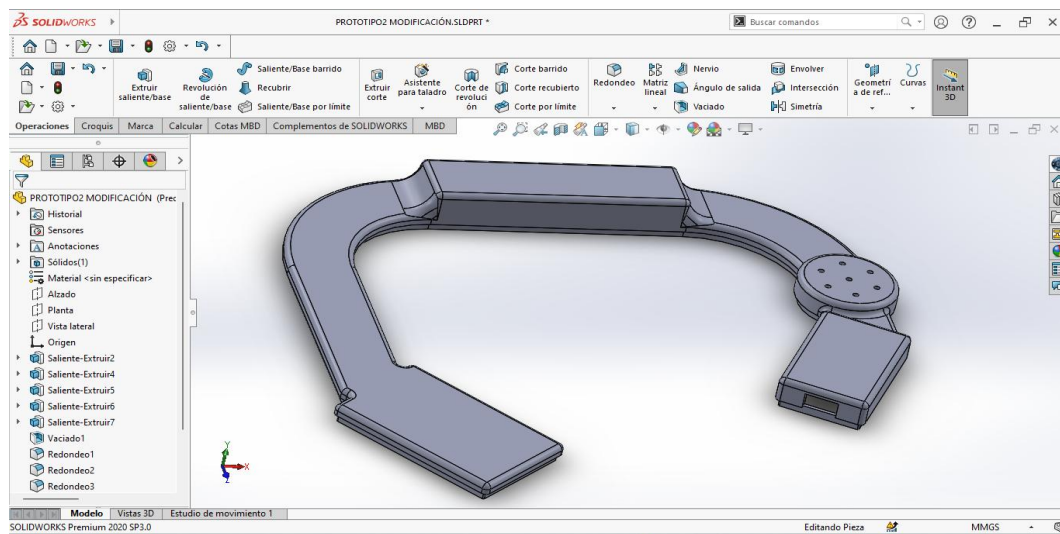


Figura 3.104. Tapa de carcasa.

Se agregaron 7 perforaciones circulares en la parte superior de donde se colocará la bocina y una extrucción de corte rectangular para conectar el cable de carga a la batería. Se

agregó color y se colocaron muescas para el ajuste de las pestañas colocadas en la base de la estructura. (Figura 3.105).

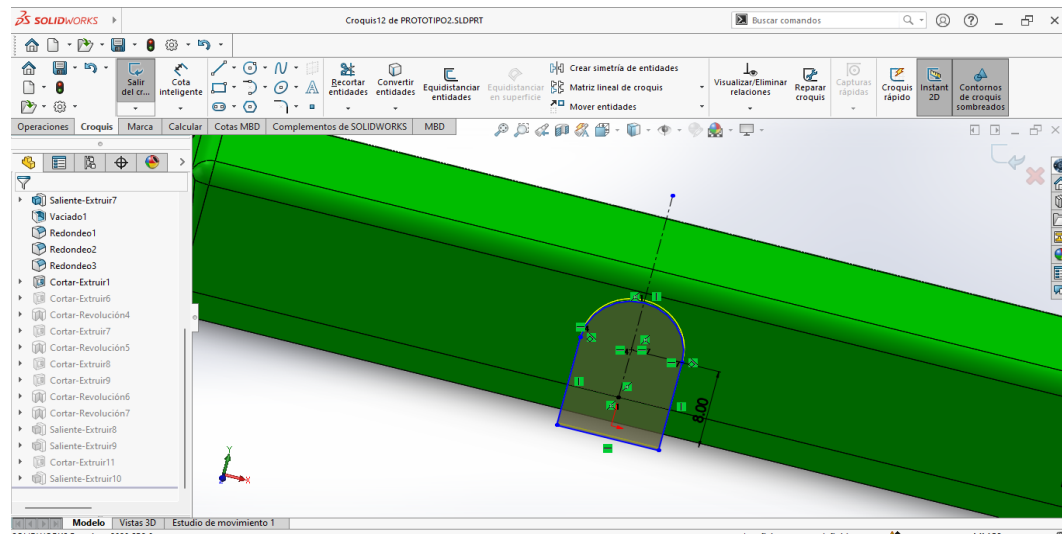


Figura 3.105. Perforaciones circulares

Estas se croquizaron en la cara exterior de la pieza, e incluyen un corte en revolución en forma de esfera coincidente con la croquizada y extruida en dichas pestañas. (Figura 3.106).

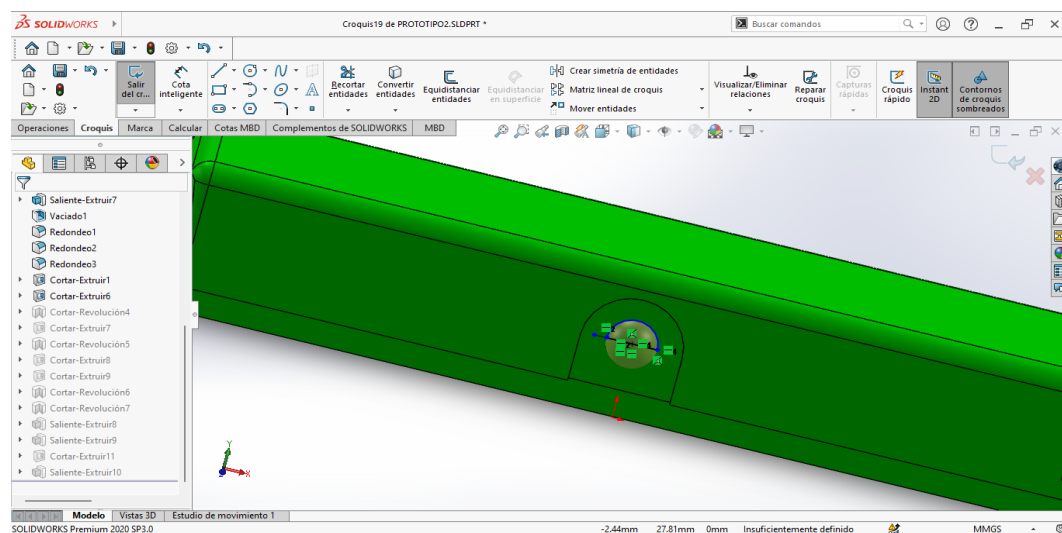


Figura 3.106. Corte en revolución en forma de esfera

Aquí podemos observar las muescas diseñadas para la parte frontal de la cavidad para la batería. (Figura 3.107).

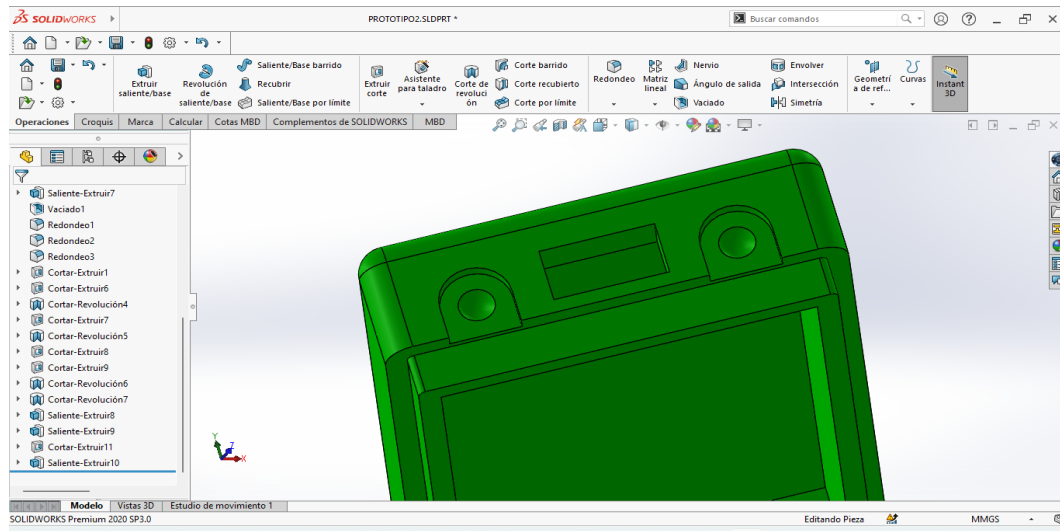


Figura 3.107. Muecas diseñadas para la parte frontal

Y las esferas cortadas en revolución. (Figura 3.108).

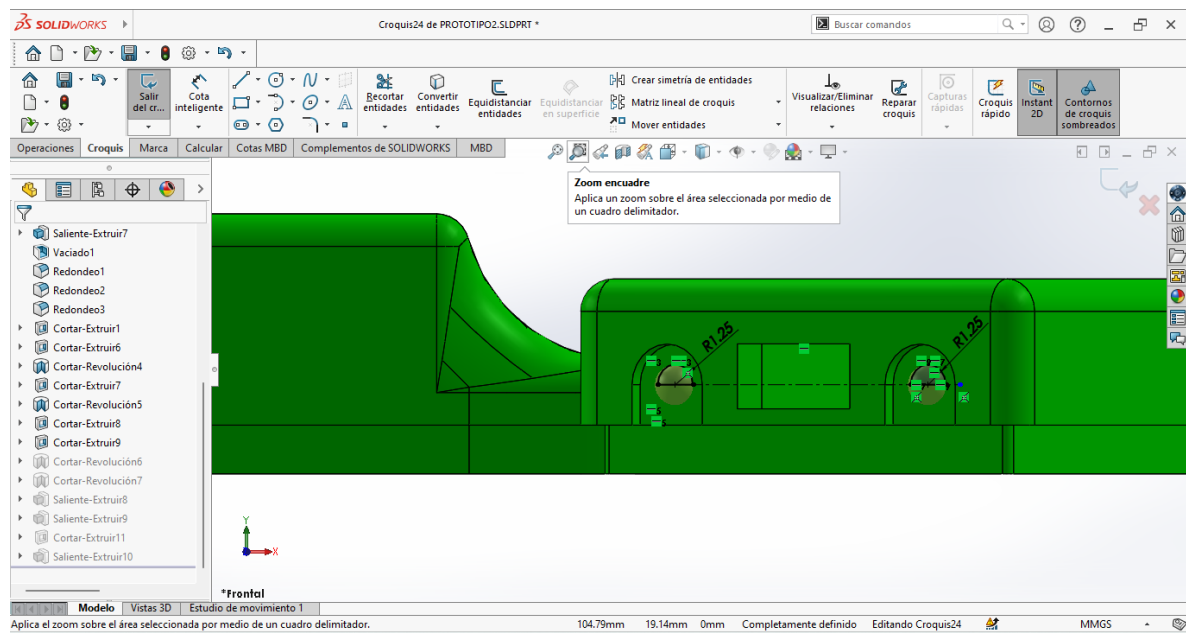


Figura 3.108. Esferas cortadas en revolución

Se colocó el corte en revolución al centro de las 2 muescas y se agregaron algunos grabados en la tapa de la tarjeta RFID. (Figura 3.109).

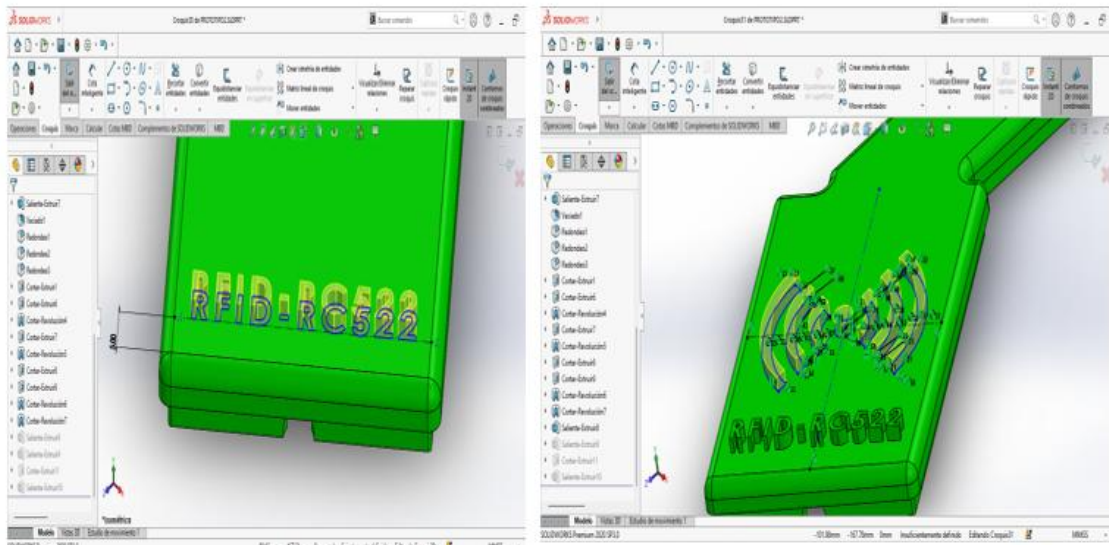


Figura 3.109. Grabados en la tapa de la tarjeta RFID

Contenedor para batería. El diseño de este contenedor para una batería de 9v se centra en proporcionar una protección adecuada mientras se garantiza la facilidad de uso y la integración de los componentes en el dispositivo. (Figura 3.110).

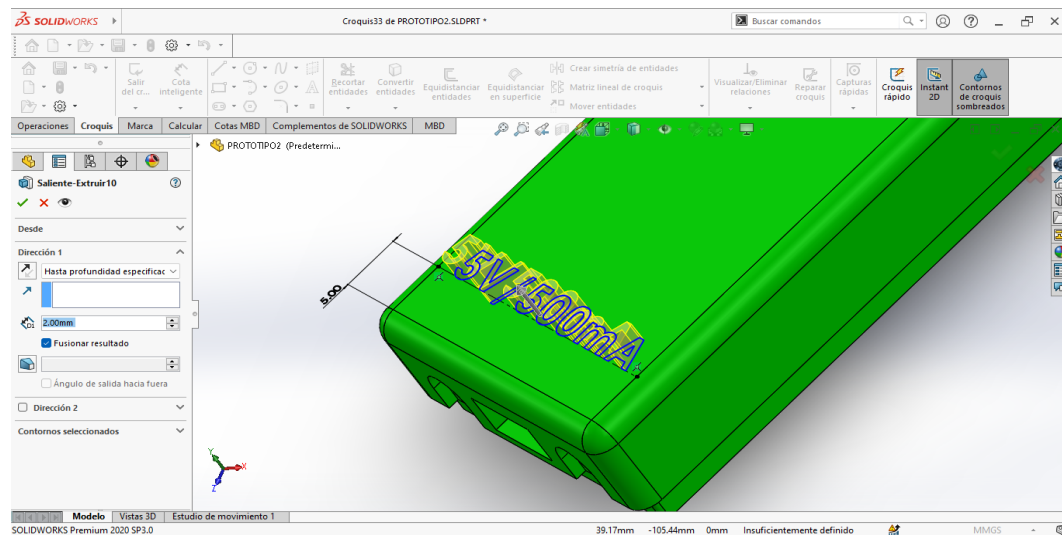


Figura 3.110. Contenedor para batería

Se puede apreciar que, con todos los pasos previos completados, la tapa ha sido finalizada. (Figura 3.111).

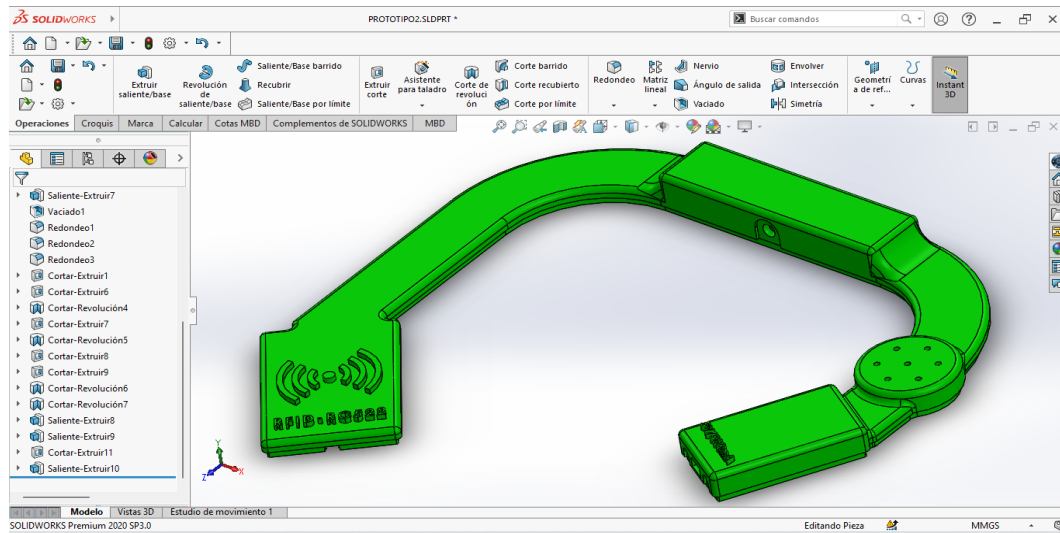


Figura 3.111 Tapa Concluida.

Una vez teniendo la base y la tapa se realizó el ensamble correspondiente de ambas piezas, se agregaron las relaciones de posiciones necesarias para verificar que existiera un acoplamiento adecuado. (Figuras 3.112 Figura 3.113).

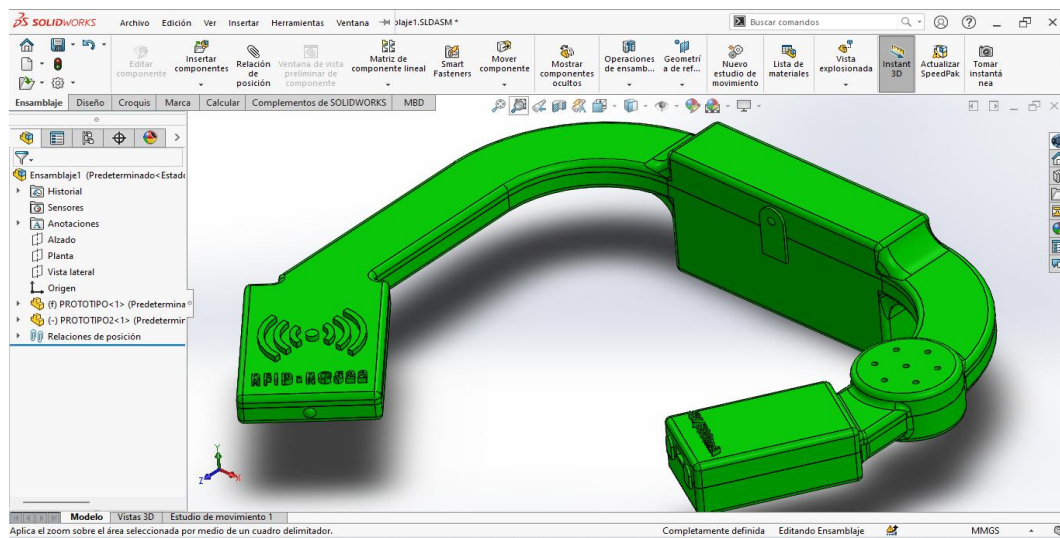


Figura 3.112. Ensamble correspondiente de ambas piezas vista frontal

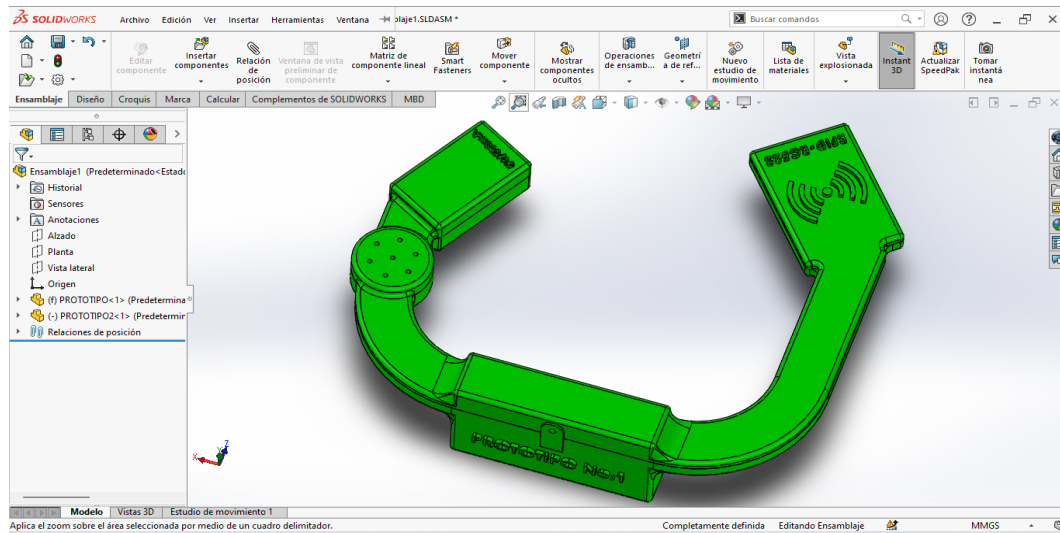


Figura 3.113. Ensamble correspondiente de ambas piezas vista inferior.

En Cura abrimos nuevo proyecto y buscamos el archivo STL generado por Solidworks “PROTOTIPO 1” y “PROTOTIPO 1” así se nombraron a las piezas. (Figura 3.114).

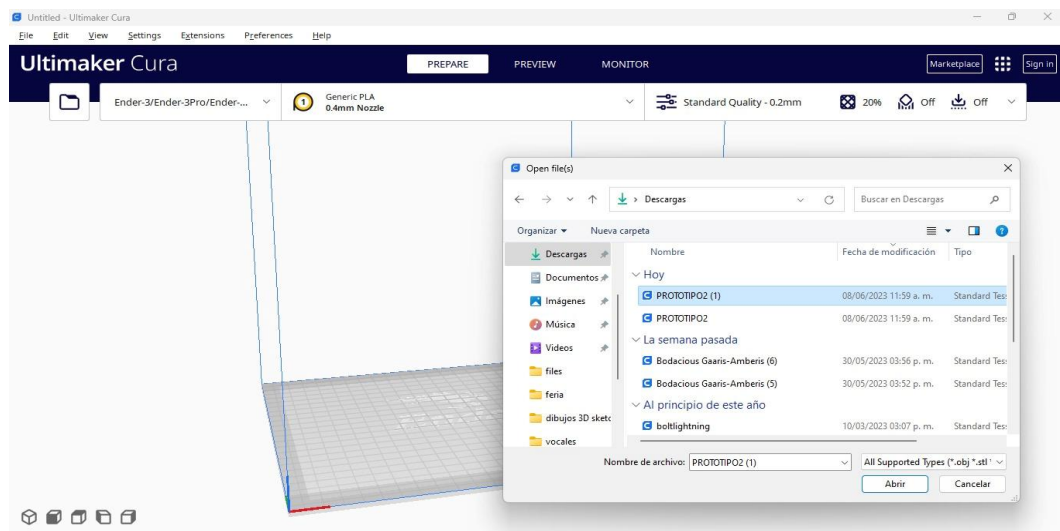


Figura 3.114. Nuevo proyecto en Cura

En la parte superior derecha podemos encontrar, "Standard Quality" se refiere a una de las opciones predefinidas de calidad de impresión disponibles en el software. Cura proporciona diferentes perfiles de calidad preconfigurados que determinan los parámetros de

impresión para lograr diferentes niveles de detalle y tiempo de impresión. Estos perfiles están diseñados para adaptarse a las necesidades y preferencias de los usuarios.

“Standard Quality” generalmente se encuentra en un punto intermedio entre calidad y velocidad de impresión. Es una configuración equilibrada que busca ofrecer una impresión con suficiente detalle y precisión, mientras se mantiene un tiempo de impresión razonable.

Es importante tener en cuenta que la calidad de impresión puede variar dependiendo del modelo 3D, el material utilizado, la configuración específica de tu impresora y tus preferencias individuales. Si buscas una calidad superior o una impresión más rápida, puedes ajustar manualmente los parámetros de impresión dentro de Cura o crear tus propios perfiles personalizados para adaptarse a tus necesidades específicas, así como la configuración de los parámetros de impresión (Figura 3.115).

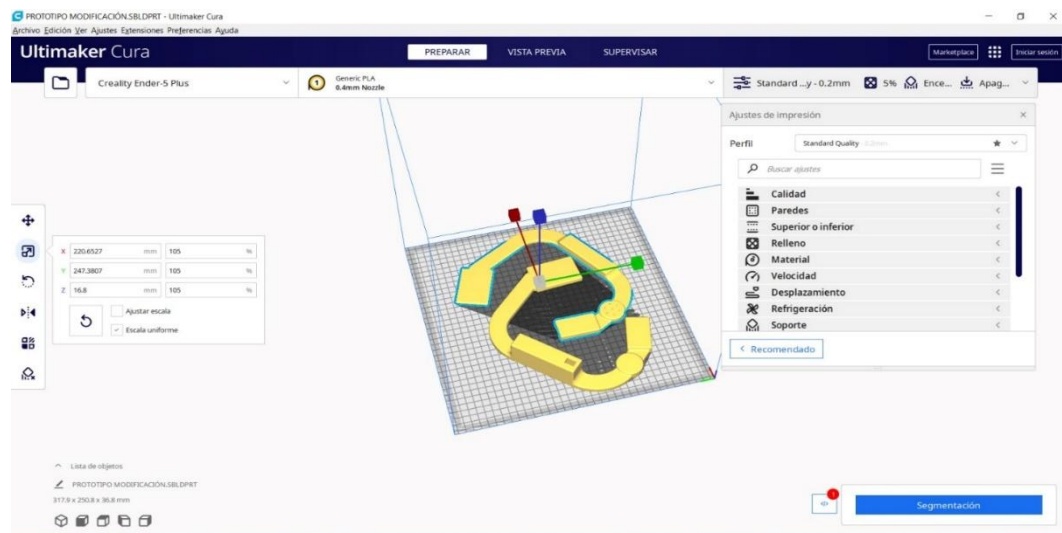


Figura 3.115. Parámetros de impresión

Configuramos los parámetros de impresión.

- **Print Settings (Configuraciones de impresión):** Las Print Settings o Configuraciones de impresión se refieren a los parámetros y ajustes específicos que determinan cómo se realizará la impresión 3D. Estos incluyen la altura de capa, velocidad de impresión, temperatura del extrusor y de la cama caliente, densidad de relleno, calidad de

impresión, entre otros. Estas configuraciones se establecen en el software de preparación de modelos 3D, como Cura, y son fundamentales para lograr los resultados deseados en la impresión.

- **Profiles (Perfiles):** Los perfiles son conjuntos predefinidos de configuraciones de impresión que se pueden guardar y reutilizar para diferentes proyectos. Un perfil agrupa todas las configuraciones específicas en un solo conjunto, lo que permite guardar y cargar fácilmente combinaciones de ajustes para diferentes tipos de impresiones. Los perfiles son útiles para mantener una consistencia en los resultados de impresión o para compartir configuraciones específicas con otros usuarios.
- **Support (Soporte):** El soporte se refiere a estructuras adicionales impresas que se generan para sostener áreas sobresalientes o voladizas del modelo que no pueden ser impresas en el aire directamente. Estas estructuras ayudan a evitar que el material se caiga o se deforme durante la impresión y se eliminan posteriormente una vez finalizada la impresión. El soporte se puede generar automáticamente en el software de preparación del modelo 3D, como Cura, o puede ser diseñado manualmente según sea necesario. (Figura 3.116).
- **Adhesión (Adhesión):** La adhesión se refiere a cómo el material de impresión se adhiere a la superficie de impresión (plataforma). Para lograr una impresión exitosa, es importante que el material se adhiera adecuadamente a la plataforma y no se despegue durante la impresión. Algunos métodos comunes de adhesión incluyen el uso de una cama caliente, el uso de una superficie adhesiva como cinta adhesiva, pegamento o lámina de PEI, o el uso de soluciones específicas para mejorar la adhesión, como la laca para el cabello. Una buena adhesión ayuda a evitar problemas como el desprendimiento o la deformación de la impresión.

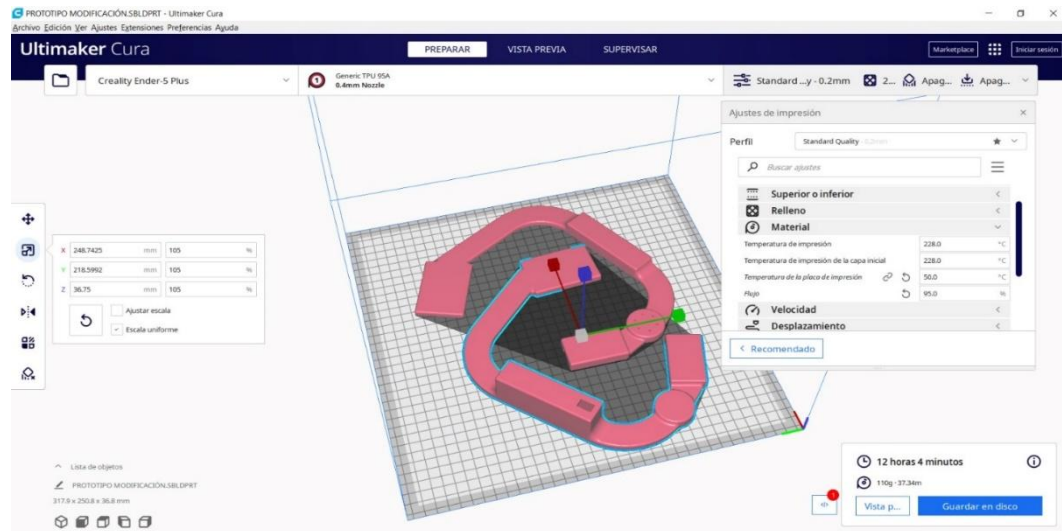


Figura 3.116. Configuración de parámetros de impresión.

Estos fueron términos fundamentales para comprender y ajustar las configuraciones de impresión en el proceso de impresión 3D. Al experimentar con diferentes perfiles, configuraciones de soporte y métodos de adhesión, obtuvimos mejores resultados y adaptamos mejor la impresión a las necesidades.

Para la impresión 3D se ocupó material PLA (ácido poliláctico) es una opción popular y ampliamente utilizada debido a la facilidad de uso y a las propiedades favorables de este material.

Inicio de la impresión: Una vez que todas las configuraciones estén listas y el filamento esté cargado, iniciamos la impresión. Se asegura de estar presente durante las primeras capas para verificar que la adhesión sea correcta y que la impresión se esté realizando de manera adecuada.

Postprocesamiento: Una vez que la impresión haya finalizado, dejamos que el objeto impreso se enfríe antes de retirarlo de la plataforma. Como se utilizó soporte durante la impresión se retiró con cuidado utilizando herramientas adecuadas. Fue necesario realizar un postprocesamiento adicional, como lijar, pintar y recortar las partes sobrantes.

En distintas pruebas de funcionamiento y confort del prototipo uno de los factores para la aprobación fue el tipo de material ya que se tuvieron unas contras como fragilidad, el

PLA puede ser más frágil en comparación con otros materiales. Tiene una mayor tendencia a la ruptura y a la formación de grietas bajo cargas o fuerzas significativas. Esto hizo que las piezas impresas en PLA fueran menos adecuadas para la aplicación del prototipo ya que se requiere de alta resistencia y durabilidad. Además de que no es un material flexible. Por estas razones se optó por cambiar el material a tipo TPU.

El Filamento TUP este tipo de filamento es utilizado en la impresión 3D para piezas flexibles. Se trata de un material termoplástico que pertenece a la familia de los poliuretanos. Y por las siguientes razones es un material excelente para la fabricación del prototipo.

1. Flexibilidad y elasticidad: Una de las características distintivas del filamento TUP es su alta flexibilidad y elasticidad. Este material puede doblarse y estirarse sin romperse, lo que lo hace ideal para imprimir piezas que requieren una cierta capacidad de deformación y rebote.
2. Resistencia al desgaste: Tiene una excelente resistencia al desgaste y a la abrasión. Es capaz de soportar condiciones de fricción y desgaste repetitivas sin deteriorarse fácilmente, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren resistencia a la fricción, como piezas de rodamientos, sellos, correas y componentes mecánicos.
3. Alta resistencia a la tracción: Exhibe una alta resistencia a la tracción, lo que significa que puede soportar cargas y fuerzas sin deformarse o romperse. Esta propiedad lo hace útil para imprimir piezas que deben soportar tensiones y esfuerzos mecánicos.
4. Buena resistencia química: Muestra una buena resistencia a diversos productos químicos, como aceites, solventes y algunos ácidos y bases. Esta característica lo hace adecuado para aplicaciones en entornos que requieren resistencia a la corrosión química.
5. Versatilidad de impresión: El filamento TUP es compatible con impresoras 3D que admiten materiales flexibles. Sin embargo, debido a su alta flexibilidad, puede

presentar desafíos de impresión, como la adherencia a la plataforma y el posible atasco en el extrusor. Es recomendable utilizar una impresora con un sistema de extrusión directa y ajustar las configuraciones de impresión adecuadas para obtener mejores resultados.

Se utilizó filamento de color verde porque es un color llamativo y esto ayuda a identificar a una persona con discapacidad visual ya que la persona llevará el dispositivo en el cuello y este será visible.

Mostramos la parte trasera y la parte delantera de la impresión 3D. (Figura 3.117 Figura 3.118).



Figura 3.117. Pieza trasera impresión en 3D con filamento TPU.



Figura 3.118. Pieza delantera impresión en 3D Con filamento TUP.

3.21 Prototipo funcional, ensamble de componentes electrónicos en estructura ergonómica.

Se asegura un entorno limpio y organizado para evitar contaminación y daños a los componentes.

Se reunieron todas las herramientas y materiales necesarios para el ensamblaje, como soldadores, flux, herramientas de corte y desoldado, componentes electrónicos, la placa de circuito impreso (PCB) y la estructura impresa en 3D.

Preparación de la PCB, asegurar de que esté limpia y libre de residuos.

Se Identifica las ubicaciones y orientaciones correctas para cada componente según el diseño, en la figura 140, se muestra la PCB en un soporte Mini atril, este ayuda a soportar la placa mientras se soldan los componentes de igual manera se visualiza la tarjeta RFID montada en la placa, pero cabe mencionar que dentro del prototipo la tarjeta RFID va conectada a la PCB mediante cableado. (Figura 3.119).

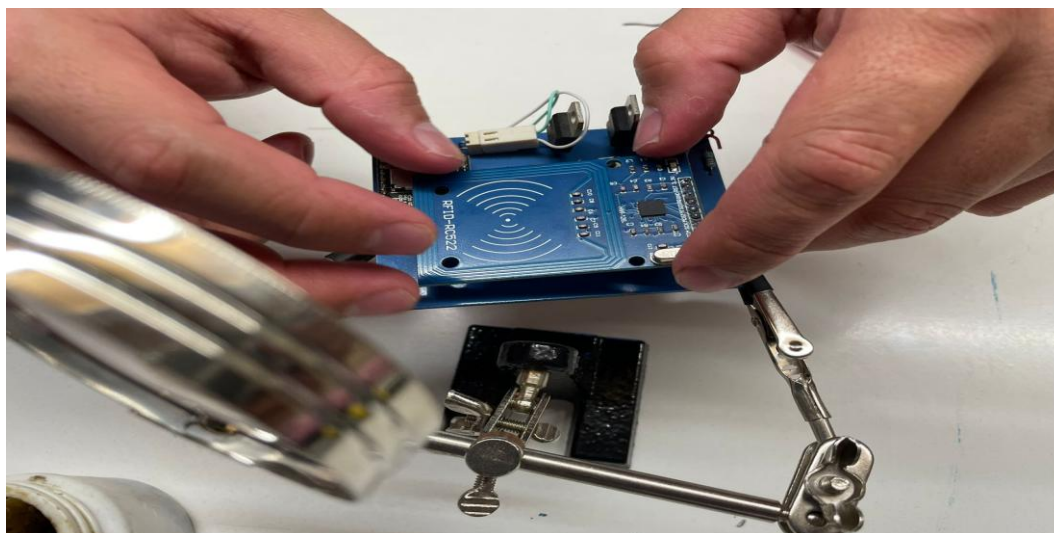


Figura 3.119. Placa PCB

Limpieza, es necesario realizar una limpieza de residuos de flux o soldadura para evitar problemas a largo plazo. Como se mencionó anteriormente para el montaje de la PCB en la impresión 3D es necesario separar la tarjeta RFID del módulo y colocarla mediante cableado con cable plano. (figura 3.120).

Se colocan los componentes electrónicos en el diseño de acuerdo con las especificaciones técnicas. Y Aseguramos una conexión segura y confiable de los componentes, ya sea mediante soldadura, conectores u otras técnicas de montaje.



Figura 3.120. Colocación de componentes en prototipo.

Componentes colocados en la cara inferior de la estructura. (Figura 3.121).



Figura 3.121. Cara inferior de estructura con componentes electrónicos.

3.22 Prototipo final

Se llevó a cabo un proceso meticuloso y estratégico para crear un prototipo completamente ensamblado y listo para su evaluación. A través de diversas etapas, he transformado una idea conceptual en un dispositivo funcional que representa una versión temprana y precisa de la visión final (Figura 3.122).

El proceso comenzó con la definición clara de los objetivos y requisitos del prototipo. Establecí una base sólida al entender a fondo el propósito del dispositivo y las expectativas de su funcionalidad. Mediante bocetos y esquemas, visualicé cómo se integrarían los componentes electrónicos y cómo tomarían forma dentro de una estructura ergonómica.

La fase de selección de componentes fue crucial. Elegí minuciosamente los componentes electrónicos que mejor se alinearan con las especificaciones del diseño. Aseguré que cada componente fuera compatible y adecuado para el propósito del prototipo.

El diseño de la PCB (placa de circuito impreso) se realizó con precisión y atención al detalle. Colocar los componentes en la PCB y trazar las conexiones de manera eficiente fue esencial para asegurar un montaje ordenado y efectivo. La fase de ensamblaje fue ejecutada

con cuidado, soldando los componentes en su lugar y siguiendo estrictamente las pautas de soldadura.

Las pruebas iniciales permitieron verificar la correcta conexión de los componentes y resolver posibles problemas evidentes. Posteriormente, la programación y configuración de los dispositivos programables se realizó de manera rigurosa, garantizando que el software se alineara con las expectativas de funcionamiento.

La verificación de la funcionalidad fue una etapa esencial, donde llevé a cabo pruebas exhaustivas para asegurarme de que todas las funciones del prototipo estuvieran operativas. Identifiqué y solucioné cualquier problema de funcionamiento, ajustando el diseño y la programación según fuese necesario.

Para presentar un prototipo más profesional, añadí detalles estéticos y elementos de diseño que mejoraron la apariencia general. Las pruebas exhaustivas finales confirmaron que todas las características y aspectos del prototipo estaban en buen estado de funcionamiento.



Figura 3.122. Prototipo final.

A lo largo del proceso, documenté cada paso llegando a un prototipo final (Figura 3.122), desde el diseño inicial hasta las iteraciones y mejoras realizadas. La presentación y evaluación del prototipo ante los interesados permitió obtener valiosa retroalimentación para futuras mejoras.

Capítulo 4.

Análisis de resultados y discusión

4.1 Análisis de Resultados y discusión.

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar un prototipo de ubicación para personas con discapacidad visual, específicamente para personas con baja visión o ceguera, utilizando tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). La idea era crear un sistema que permitiera a estas personas *orientarse* y moverse de manera independiente en áreas específicas sin depender del acceso a Internet.

La tecnología RFID se utiliza para identificar y rastrear objetos mediante etiquetas o tarjetas RFID y lectores que se comunican a través de ondas de radio. En el contexto de este prototipo, se utilizaron etiquetas RFID colocadas estratégicamente en ubicaciones específicas dentro del entorno objetivo.

El prototipo consistió en un dispositivo portátil y ergonómico para la persona con discapacidad visual, que podía detectar y leer las etiquetas RFID cercanas. Al acercarse a una etiqueta RFID, el dispositivo proporcionaba información audible para orientar a la persona sobre su ubicación actual y brindar instrucciones o descripciones relevantes sobre el entorno.

El sistema se diseñó de manera que fuera fácil de usar y accesible para las personas con discapacidad visual. Se prestó especial atención a la usabilidad, la experiencia del usuario y la adaptación en diferentes niveles.

Una de las ventajas clave de este prototipo era su capacidad de funcionar sin conexión a Internet, lo que lo hace adecuado para su uso en áreas específicas donde la conectividad en línea podría ser limitada o no estar disponible e incluyo sin ningún costo por estar conectado a una red. Esto brindaba a las personas con discapacidad visual una mayor autonomía y libertad para explorar y moverse dentro de los entornos seleccionados.

Cabe mencionar que este prototipo fue desarrollado con el propósito de mejorar la calidad de vida y la independencia de las personas con discapacidad visual en entornos

específicos. Sin embargo, es importante considerar que cualquier implementación a gran escala o aplicación real requeriría una validación adicional, considerando aspectos de accesibilidad, seguridad y experiencia del usuario, entre otros.

Se realizó una estancia en CRIH que es el Centro de Rehabilitación integral Huauchinango, específicamente en el área de discapacidad visual (Figura 4.1).



Figura 4.1. Logo del CRIH.

Durante la estancia, se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento del prototipo con las personas con discapacidad visual. Estas pruebas permitieron evaluar cómo el dispositivo portátil y ergonómico interactuaba con las etiquetas RFID en el entorno específico del CRIH. Las opiniones y comentarios de las personas involucradas fueron recopilados y considerados para realizar ajustes y mejoras en el prototipo.

La retroalimentación de las personas con discapacidad visual fue fundamental para asegurarnos de que el prototipo cumpla con sus necesidades y expectativas. Sus opiniones sobre la efectividad, la usabilidad y la utilidad del dispositivo proporcionaron información valiosa para optimizar su diseño y funcionalidad.

Además de las pruebas de funcionamiento, es importante destacar que la estancia en el CRIH brindó la oportunidad de sensibilizar y concientizar a las personas sobre la importancia de la tecnología en el contexto de la discapacidad visual. Esto ayuda a fomentar una mayor inclusión y comprensión en la sociedad.

El proceso de colaboración con el CRIH y las personas con discapacidad visual permitió afinar el prototipo y adaptarlo a las necesidades y preferencias reales de los usuarios. Este enfoque centrado en el usuario es crucial para desarrollar soluciones tecnológicas significativas y verdaderamente útiles. es importante mencionar que el prototipo no se queda aquí pues aún tiene mucho que ofrecer

El enfoque continuo en el desarrollo del prototipo permitirá aprovechar nuevas tecnologías y técnicas innovadoras para impulsar mejoras adicionales. Algunas áreas de enfoque para futuras mejoras podrían incluir:

Mejoras en la interfaz de usuario: Refinar la usabilidad y la experiencia del usuario para que el prototipo sea aún más intuitivo y fácil de usar. Esto podría implicar ajustes en los controles, la disposición de los elementos visuales o táctiles, y la claridad de las instrucciones proporcionadas.

Integración de tecnologías emergentes: Explorar la incorporación de tecnologías emergentes, como la realidad aumentada o la inteligencia artificial, para enriquecer aún más la experiencia de las personas con discapacidad visual. Estas tecnologías podrían proporcionar información adicional sobre el entorno, ofrecer orientación más precisa o incluso facilitar la interacción con otras personas.

Expansión a nuevas áreas y entornos: Considerar la posibilidad de adaptar el prototipo para su uso en diferentes contextos, como en interiores y exteriores, en entornos urbanos o naturales, o en espacios de trabajo específicos. Esto requeriría una adaptación cuidadosa y una recopilación de datos y pruebas adicionales para garantizar su funcionalidad y efectividad en estos nuevos entornos.

Colaboración continua con usuarios finales: Continuar trabajando en estrecha colaboración con las personas con discapacidad visual y recopilando sus comentarios y sugerencias para guiar las mejoras del prototipo. Sus experiencias y opiniones son fundamentales para asegurar que el prototipo siga cumpliendo con sus necesidades y expectativas.

El prototipo actual es solo el punto de partida, y hay muchas oportunidades emocionantes para seguir mejorando y ampliando sus capacidades. Mediante la incorporación de tecnologías innovadoras, la atención a la retroalimentación de los usuarios y la adaptación a nuevos entornos, el prototipo puede continuar evolucionando y brindando beneficios cada vez mayores a las personas con discapacidad visual.

4.2 Alcances

De darle continuidad a este prototipo y que llegara a ser un dispositivo 100% funcional en el mercado nos podría ofrecer los siguientes beneficios.

- **Mejora de la autonomía y la independencia:** El prototipo busca brindar a las personas con discapacidad visual la capacidad de orientarse y moverse de forma independiente en áreas específicas, lo que puede mejorar su autonomía y confianza en sí mismas.
- **Accesibilidad en entornos específicos:** El uso de etiquetas RFID estratégicamente ubicadas permite que el sistema funcione sin conexión a Internet, lo que lo hace adecuado para áreas donde la conectividad en línea puede ser limitada o inexistente. Esto amplía las posibilidades de acceso y orientación para las personas con discapacidad visual en esos entornos.
- **Adaptabilidad a diferentes niveles de visión:** El prototipo se diseñó teniendo en cuenta diferentes niveles de visión o capacidad visual. Esto significa que se buscó crear una experiencia accesible para personas con baja visión o ceguera, lo que puede mejorar su independencia en situaciones cotidianas.

- Retroalimentación y colaboración con usuarios finales: El proyecto involucró pruebas y evaluaciones con personas con discapacidad visual en el CRIH, y se tuvo en cuenta su retroalimentación para realizar ajustes y mejoras en el prototipo. Esta colaboración con los usuarios finales es fundamental para garantizar la utilidad y efectividad del dispositivo

4.3 Limitaciones

Es importante recordar que esto solo es el prototipo por lo que tendríamos que considerar lo siguiente.

- Validación y adaptación a diferentes entornos: Aunque se realizaron pruebas en el CRIH, es importante tener en cuenta que el prototipo aún requeriría una validación adicional en diferentes entornos y situaciones reales. Cada entorno puede presentar desafíos únicos que deben abordarse para garantizar un funcionamiento adecuado.
- Limitaciones de tecnología RFID: La tecnología RFID tiene sus limitaciones, como la necesidad de proximidad física (distancia) entre el dispositivo portátil y las etiquetas RFID para su detección. Esto podría afectar la precisión y la velocidad de la orientación proporcionada por el prototipo en algunos casos.
- Adaptación a diferentes necesidades individuales: Cada persona con discapacidad visual puede tener necesidades y preferencias individuales. Es importante considerar estas variaciones y permitir cierta personalización en el prototipo para satisfacer mejor las necesidades de cada usuario.
- Costos y escalabilidad: El prototipo desarrollado hasta ahora puede requerir ajustes y mejoras adicionales para ser implementado a gran escala. Además, el costo de producción y distribución a gran escala también debe ser considerado para hacerlo accesible a un número mayor de personas.

En general, el proyecto muestra un enfoque valioso para mejorar la independencia y la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones y considerar aspectos adicionales, como la adaptabilidad a diferentes entornos, las necesidades individuales y la viabilidad económica, para llevar el prototipo a una implementación exitosa y sostenible.

4.4 Conclusión

En conclusión, el desarrollo de este prototipo de localización basado en tecnología RFID para personas con discapacidad visual representa un avance significativo en la búsqueda de soluciones que mejoren su calidad de vida y autonomía en entornos específicos. El prototipo ha demostrado su viabilidad al permitir que las personas con baja visión o ceguera se orienten y desplacen de manera independiente, prescindiendo del acceso a Internet. Además, su eficiente consumo energético aumenta su autonomía entre cada carga de batería.

La retroalimentación y las pruebas realizadas en colaboración con el Centro de Rehabilitación Integral Huauchinango (CRIH) y las personas con discapacidad visual han sido fundamentales para ajustar y mejorar el prototipo, asegurando que cumpla con sus necesidades y expectativas reales. Esto subraya la importancia de un enfoque centrado en el usuario al desarrollar soluciones tecnológicas para personas con discapacidad.

Aunque este prototipo representa un paso significativo, es importante reconocer que su implementación a gran escala y su aplicación en diferentes entornos requerirán una validación adicional y consideración de aspectos de accesibilidad, seguridad y experiencia del usuario.

En el futuro, es fundamental seguir trabajando en la mejora del prototipo, aprovechando las tecnologías emergentes y la retroalimentación continua de los usuarios finales.

En última instancia, el objetivo final es que este prototipo evolucione hacia una solución tecnológica más completa y accesible, que brinde mayores posibilidades de independencia y movilidad a las personas con discapacidad visual. Al continuar trabajando en estrecha colaboración con los usuarios finales y aprovechando las innovaciones tecnológicas, podemos abrir un mundo de oportunidades y transformar positivamente la vida de las personas con discapacidad visual.

4.5 Propuestas, recomendaciones y trabajos futuros

4.5.1 Mejora del Prototipo

Se sugiere continuar refinando y mejorando el prototipo en función de la retroalimentación recibida de los usuarios finales y del personal del Centro de Rehabilitación Integral Huauchinango (CRIH).

Se recomienda explorar formas de optimizar la precisión y la eficacia del sistema de ubicación RFID, considerando las limitaciones de distancia del lector RFID.

Además, se propone incorporar características adicionales que puedan mejorar la experiencia del usuario, como la integración con dispositivos portátiles o la capacidad de detectar obstáculos en el camino.

4.5.2 Validación y Pruebas Adicionales

Como parte del proceso de validación, se presentó el prototipo a Margarita Islas ver Figura 4.3, Margarita es una persona con ceguera total, quien fue consultada inicialmente sobre la idea de crear un prototipo para débiles visuales. A través de una serie de preguntas estructuradas, Margarita proporcionó su opinión sobre diversos aspectos del prototipo ya en su etapa final, calificándolos en una escala del 1 al 10, siendo 1 el mínimo y 10 el máximo. La entrevista inicial se incluye en el anexo 1 de esta tesis.

A continuación, se presentan las respuestas obtenidas, resumidas en la Tabla 4.1

Tabla 4.1 consultada sobre las características del dispositivo

Pregunta	Respuesta	Calificación
Utilidad para personas con baja visión	Sí	10/10
¿Cómo escuchas el sonido del dispositivo?	Un poco bajo	7/10
¿Cómo sientes la comodidad del dispositivo?	Muy bien	9/10
¿Cómo sientes la ergonomía del dispositivo?	Muy Bien	10/10
¿Consideras que es un buen proyecto?	Definitivamente	10/10
¿Qué opinas del idioma del dispositivo?	Está muy bien	10/10

En la Figura 4.2 muestra una visualización gráfica de estas evaluaciones para una mejor comprensión de los resultados.

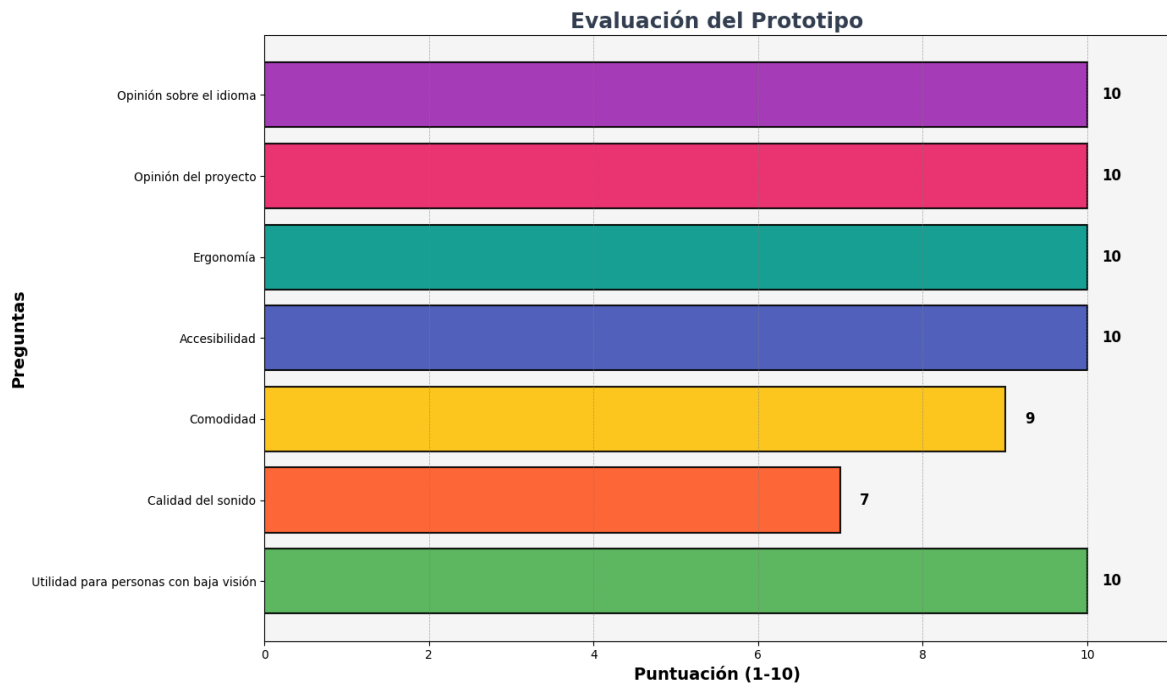


Figura 4.2 Grafico de validación de prototipo

Margarita destacó la desigualdad en el acceso a la tecnología, subrayando que pocas personas tienen la oportunidad de trabajar en estas condiciones. Sus aportaciones fueron cruciales para comprender la viabilidad y las mejoras necesarias del prototipo desde la perspectiva del usuario final.



Figura 4.3. Margarita Islas mostrando el prototipo en sus manos.

Se propone realizar pruebas adicionales en una variedad de entornos para validar la eficacia del prototipo en diferentes contextos y situaciones.

Se sugiere evaluar la seguridad y la confiabilidad del sistema en diversas condiciones para garantizar su funcionalidad y seguridad para los usuarios.

Además, se recomienda realizar pruebas de durabilidad y resistencia para asegurar que el prototipo pueda soportar el uso diario y las condiciones ambientales adversas.

Aspectos de Accesibilidad y Experiencia del Usuario:

Se recomienda priorizar la accesibilidad en el diseño del prototipo, asegurándose de que sea intuitivo y fácil de usar para las personas con discapacidad visual.

Se sugiere realizar pruebas de usabilidad con usuarios finales para identificar y abordar cualquier barrera que pueda dificultar la experiencia del usuario.

Además, se propone desarrollar materiales de capacitación y recursos de apoyo para ayudar a los usuarios a familiarizarse con el prototipo y sacar el máximo provecho de sus características.

En las pruebas de cambio de idioma en el prototipo, se completó al cargar previamente los audios en el idioma deseado en la tarjeta SD. Para utilizar un idioma diferente, es necesario cambiar la tarjeta SD en el dispositivo, lo que asegura que acceda a los audios correctos para el idioma seleccionado. Esto garantiza una reproducción precisa y adaptada a las necesidades del usuario. Este procedimiento es fundamental para que el sistema funcione correctamente y se adapte eficazmente a distintos contextos lingüísticos.

4.5.3 Implementación a Gran Escala

Se propone planificar la implementación a gran escala del prototipo en colaboración con organizaciones que apoyen a personas con discapacidad visual en diversos entornos, como centros urbanos, instituciones educativas y espacios públicos, considerar la logística y los recursos necesarios para implementar el sistema en múltiples ubicaciones y mantener su funcionamiento a largo plazo. Además, se sugiere establecer un plan de seguimiento y evaluación para monitorear el desempeño del prototipo en el tiempo y realizar ajustes según sea necesario.

4.5.4 Investigación de Tecnologías Emergentes

Se sugiere explorar tecnologías emergentes, como sistemas de posicionamiento indoor más avanzados, dispositivos versátiles o aplicaciones móviles complementarias, que puedan mejorar aún más la independencia y la movilidad de las personas con discapacidad visual. Se propone mantenerse al tanto de los avances en el campo de la tecnología asistida y la

accesibilidad para identificar oportunidades de mejora y nuevas soluciones que puedan integrarse en el prototipo.

4.5.5 Colaboración y Participación Comunitaria

Este apartado es de mayor importancia pues se recomienda seguir trabajando en estrecha colaboración con personas con discapacidad visual, cuidadores, expertos en tecnología asistida y otros grupos interesados para garantizar que el desarrollo del prototipo siga siendo relevante y centrado en las necesidades de la comunidad. Establecer mecanismos de retroalimentación y participación continua de los usuarios finales en todas las etapas del proceso de desarrollo y mejora del prototipo.

4.6 Experiencia personal y profesional adquirida

4.6.1 Experiencia personal y profesional

Durante mi trayectoria de estudiante y laboral, he tenido la oportunidad de adquirir una valiosa experiencia tanto a nivel personal como profesional, la cual ha sido fundamental para el desarrollo y la implementación del prototipo de ubicación basado en tecnología RFID para personas con discapacidad visual.

En primer lugar, como estudiante de maestría en tecnologías de la información, he estado inmerso en un entorno académico que fomenta la innovación y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Esta formación ha sido un pilar fundamental para comprender y abordar los desafíos tecnológicos asociados con el desarrollo del prototipo.

Además, mi experiencia de realizar mi estancia en el centro de rehabilitación integral de Huauchinango CRIH me ha permitido interactuar directamente con personas con discapacidad, lo que me ha brindado una comprensión más profunda de sus necesidades y desafíos cotidianos. Estas interacciones han sido esenciales para orientar el enfoque centrado

en el usuario en el desarrollo del prototipo, asegurando que satisfaga sus necesidades reales y mejore su calidad de vida.

Complementando mi experiencia laboral, decidí realizar un diplomado en educación inclusiva. Esta decisión no solo enriqueció mis conocimientos teóricos sobre la inclusión de personas con discapacidad en la sociedad, sino que también me proporcionó herramientas prácticas y estrategias pedagógicas que han sido de gran utilidad en el desarrollo del prototipo. La sinergia entre mi trabajo en el proyecto y las actividades del diplomado ha contribuido significativamente a la creación de un producto tecnológico más accesible y funcional.

Asimismo, tuve el privilegio de asistir al evento InnovaTecNM 2023 en la ciudad de Puebla, donde tuve la oportunidad de intercambiar conocimientos y experiencias con colegas y expertos en tecnología. En particular, las conversaciones y sesiones con personas con discapacidad visual fueron especialmente enriquecedoras, ya que me brindaron una perspectiva única y directa sobre los desafíos y las necesidades específicas de este grupo de usuarios.

Es importante destacar que la participación del posgrado de maestría en tecnologías de la información del Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango en este evento representa un hito significativo. Llegar a la etapa nacional de InnovaTecNM es un logro destacado que refleja el compromiso y la capacidad de todos los integrantes de la maestría, así como de todas las áreas involucradas del tecnológico. Puesto que esto es fundamental para desarrollar soluciones innovadoras y de alto impacto en el campo de desarrollo de tecnología inclusiva.

4.7 Competencias desarrolladas

4.7.1 Competencias Tecnológicas

Desarrolle habilidades técnicas en el campo de las tecnologías de la información, incluyendo conocimientos en RFID, sistemas de posicionamiento y desarrollo de prototipos tecnológicos.

Ahora tengo la capacidad para aplicar conceptos y técnicas de programación, hardware y software en la creación y mejora de soluciones tecnológicas.

4.7.2 Competencias en Investigación y Desarrollo

He demostrado habilidad para realizar investigación aplicada y desarrollo de proyectos tecnológicos innovadores.

Poseo la capacidad para identificar necesidades, diseñar soluciones y evaluar la viabilidad y efectividad de los proyectos tecnológicos.

4.7.3 Competencias en Educación Inclusiva

Cuento con una comprensión más profunda de los principios y prácticas de la educación inclusiva, incluyendo estrategias para apoyar a personas con discapacidad en entornos educativos y sociales. Así como la capacidad para diseñar y adaptar materiales y recursos educativos para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes con discapacidad.

4.7.4 Competencias en Comunicación y Colaboración:

Demostré habilidad para comunicarme efectivamente con una variedad de audiencias, incluyendo personas con discapacidad, colegas, expertos en tecnología y el público en general. Poseo la capacidad para colaborar de manera efectiva en equipos multidisciplinarios.

4.7.5 Competencias en Gestión de Proyectos

Tuve la habilidad para planificar, organizar y gestionar este proyecto de desarrollo tecnológico, incluyendo la definición de objetivos, el seguimiento del progreso y la gestión de recursos. La capacidad para tomar decisiones informadas y resolver problemas de manera eficiente durante todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

4.7.6 Competencias en Sensibilidad y Empatía:

He desarrollado sensibilidad y empatía hacia las necesidades y desafíos de las personas con discapacidad, así como una comprensión profunda de sus experiencias y perspectivas. Capacidad para diseñar soluciones tecnológicas centradas en el usuario que aborden las necesidades específicas y mejoren la calidad de vida de las personas con discapacidad.

Anexos

Anexo 1

Entrevista con Margarita Islas

¿Qué es lo que enfrentas en tu vida diaria?

Muchas gracias por tenerme aquí. Como persona con discapacidad visual, mi experiencia diaria se ve afectada por la falta de visión. En mi vida cotidiana, dependo en gran medida de mis otros sentidos para moverme y realizar actividades. Aunque enfrento desafíos adicionales, también he aprendido a adaptarme y encontrar formas creativas de superar las barreras que encuentro. Una de las principales dificultades que enfrento es la movilidad. Sin la capacidad de ver mi entorno, dependo de técnicas como el uso de un bastón blanco para desplazarme de manera segura. Además, confío en la información que obtengo a través del tacto, el oído y otros sentidos para entender mi entorno y tomar decisiones informadas.

En cuanto a la interacción con la tecnología, he descubierto que existen numerosas herramientas y dispositivos diseñados específicamente para personas con discapacidad visual. Utilizo lectores de pantalla en mis dispositivos electrónicos, que convierten el texto en voz o en braille para que pueda acceder a la información. También puedo utilizar teclados y otros dispositivos con interfaces táctiles o auditivas para realizar tareas en línea. Además, en mi vida diaria, a menudo dependo de la ayuda y el apoyo de personas a mi alrededor. Puede ser útil contar con un asistente personal, familiares o amigos que me brinden orientación y apoyo en diferentes situaciones. La comunicación clara y efectiva es fundamental para facilitar mi participación en la sociedad y garantizar que mis necesidades

sean comprendidas y atendidas. A pesar de los desafíos que enfrento como persona con discapacidad visual, también soy consciente de mis fortalezas y habilidades. Mi capacidad de adaptación, mi enfoque en otros sentidos y mi determinación para superar obstáculos me permiten llevar una vida plena y significativa. Además, estoy agradecido por los avances tecnológicos y las oportunidades que existen para mejorar la accesibilidad y la inclusión en todos los aspectos de la vida. Como persona con discapacidad visual, espero que la sociedad continúe trabajando para eliminar las barreras y promover la igualdad de oportunidades para todas las personas, independientemente de su capacidad visual. Es fundamental que se reconozca y valore el potencial de las personas con discapacidad visual y se les brinde el apoyo necesario para que puedan participar plenamente en la comunidad y alcanzar sus metas y aspiraciones.

¿Cómo te ayudaría ti un dispositivo que te ubique en lugares específicos a la hora de caminar por la calle?

Como persona con discapacidad visual, un dispositivo que me ayude a ubicarme en lugares específicos mientras camino por la calle sería de gran utilidad para mejorar mi independencia y seguridad. Un dispositivo de este tipo podría ayudarme es a tener orientación precisa, Reconocimiento de puntos de referencia, Funciones de localización En caso de que me sienta perdido o necesite asistencia, me gustaría que el dispositivo pueda contar con una función de localización remota. Esto permitiría a mis contactos de emergencia o seres queridos conocer mi ubicación en tiempo real y proporcionarme la ayuda necesaria.

¿Podría explicarme si ha utilizado un dispositivo GPS?

Claro, el uso constante de un dispositivo GPS puede hacer que las personas dependan en gran medida de la tecnología para orientarse y navegar. Esto puede disminuir su capacidad para desarrollar y confiar en nuestras habilidades de orientación tradicionales, como el uso de puntos de referencia, la lectura de señales y la memoria espacial.

¿Y qué hay de las limitaciones de precisión de los dispositivos GPS?

Aunque los dispositivos GPS son generalmente precisos, existen situaciones en las que pueden tener errores o no proporcionar información precisa. Esto puede llevar a confusiones o desviaciones en la ruta planificada, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas o donde hay obstrucciones en la señal GPS, como edificios altos o árboles frondosos. Las personas con discapacidad visual pueden confiar en la información del dispositivo y seguir instrucciones incorrectas, lo que puede resultar en caminos equivocados o inseguros.

¿Podría hablarme sobre el costo y mantenimiento de los dispositivos GPS?

Algunos dispositivos GPS de alta calidad pueden ser costosos, lo que nos limitaría su accesibilidad. Además, estos dispositivos requieren actualizaciones periódicas de mapas y software para garantizar la precisión y la funcionalidad. Esto puede requerir una inversión

Anexo 2

Evaluar la viabilidad

Con el objetivo de evaluar la viabilidad del proyecto, se ha llevado a cabo una fase integral de investigación, incluyendo la implementación de encuestas. El proyecto se enfoca en el desarrollo de un prototipo de sistema de ubicación específicamente diseñado para personas con discapacidad visual. Las encuestas han sido esenciales para obtener percepciones valiosas de la comunidad objetivo. Se han explorado temas relacionados con la utilidad percibida del sistema, las preferencias de diseño y cualquier desafío potencial en la implementación. La retroalimentación recopilada en estas encuestas no solo guiará el desarrollo del prototipo, sino que también desempeñará un papel crucial en la validación y mejora continua de esta solución, asegurando así que responda de manera efectiva a las necesidades reales de las personas con discapacidad visual.

Tabla A2-1. ¿Conoces a una persona con discapacidad visual?

Respuesta	Número de Personas
Sí	70
No	28
No contestaron	2

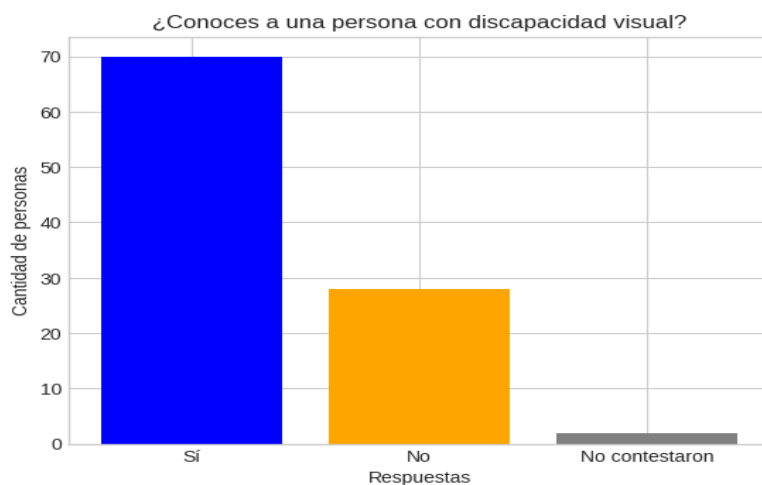


Figura A2-1. Conoces a una persona con discapacidad visual.

Tabla A2-2. ¿Crees que las personas con discapacidad visual sufren discriminación?

Respuesta	Número de Personas
Sí	69
No	28
No contestaron	3

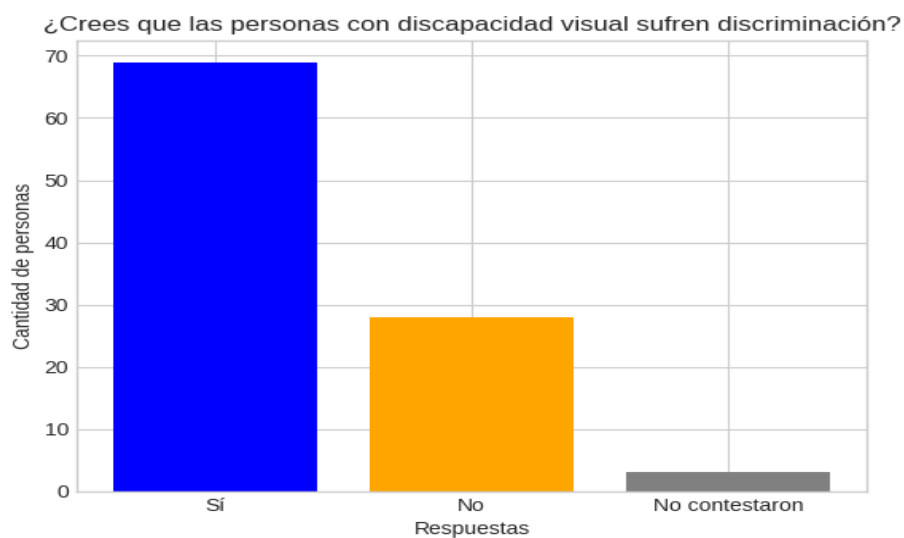


Figura A2-2. Discriminación a personas con discapacidad visual.

Tabla A2-3. ¿Crees que las personas con discapacidad visual tienen problemas para identificar un lugar?

Respuesta	Número de Personas
Sí	66
No	26
No contestaron	8

¿Cres que las personas con discapacidad visual tienen problemas para identificar un lugar?

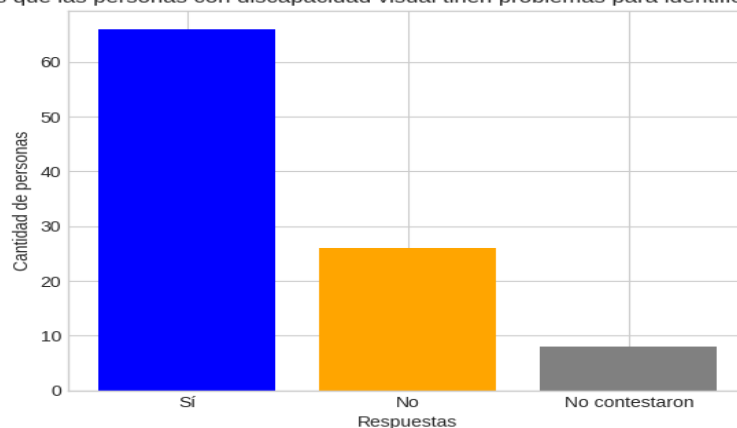


Figura A2-3. Opinión de los encuestados sobre las dificultades para las personas con discapacidad visual.

Tabla A2-4. ¿Crees que las personas con discapacidad visual tienen problemas para desplazarse de manera autónoma?

Respuesta	Número de Personas
Sí	70
No	28
No contestaron	2

Cres que las personas con discapacidad visual tienen problemas para desplazarse de manera autonoma

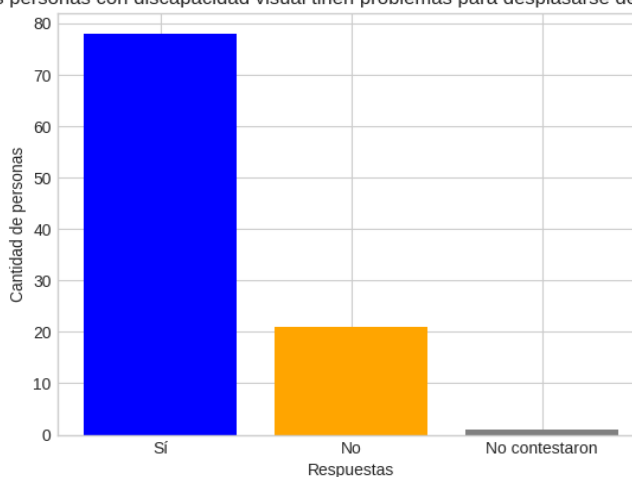


Figura A2-4. ¿Problemas para desplazarse de manera autónoma?

Tabla A2-5. ¿Consideras que sería de utilidad un dispositivo de ubicación diseñado para que proporcione la ubicación en puntos específicos a personas con discapacidad visual?

Respuesta	Número de Personas
Sí	88
No	1
No contestaron	11



Figura A2-5. ¿Consideras que sería de utilidad un dispositivo de ubicación?

Anexo 3

Mejora de PCB

Para mejorar la presentación y la versatilidad de la PCB, se ha buscado implementar un acabado industrial véase Figura A3-1. Además, se han añadido componentes extras al circuito original con el propósito de convertir la PCB en un dispositivo reutilizable para otros proyectos. Este enfoque añade un valor adicional al diseño véase figura A3-1, permitiendo que la PCB sea utilizada en diversas aplicaciones que requieran un microcontrolador o un Arduino Nano, manteniendo la integridad del circuito original. Este aspecto es especialmente beneficioso para aquellos usuarios que buscan una solución versátil y adaptable para sus proyectos, ya que la PCB puede ser fácilmente integrada en diferentes configuraciones sin comprometer su funcionamiento básico. Para lograr un acabado industrial de alta calidad, se ha seguido un riguroso proceso de fabricación que incluye la selección de materiales adecuados, la producción de prototipos para pruebas preliminares, y la producción en masa

de las PCB utilizando técnicas avanzadas como la fotolitografía y el grabado químico. Posteriormente, se ha realizado el montaje de los componentes, seguido de inspecciones exhaustivas y pruebas eléctricas para garantizar la calidad y fiabilidad del producto final.

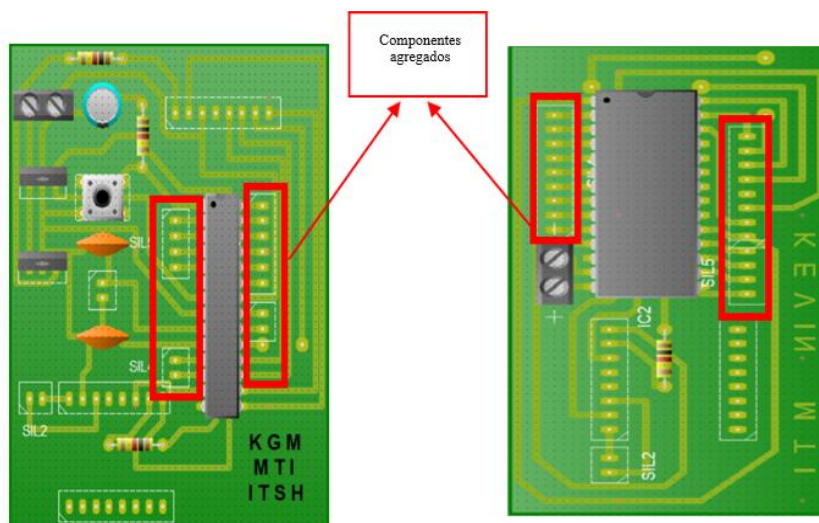


Figura A3-1. Componentes extras al circuito original Atmega328P y Arduino Nano.

Además, se ha considerado la aplicación de acabados de superficie para proteger la PCB contra la corrosión y facilitar la soldadura de los componentes (Figura A3-2).



Figura A3-2. PCB Atmega328P acabado industrial.

Anexo 4

Acreditación del diplomado en educación inclusiva (Figura A4-1).



Figura A4-1. Diploma de diplomado en educación inclusiva.

Anexo 5

Entrevista con Fidel Pastrana Reyes (Figura A5-1).

El forma parte del Instituto de la Discapacidad del Estado de Puebla.



Figura A5-1. Entrevista con Fidel Pastrana Reyes

Palabras:

Me ha parecido un dispositivo bastante interesante, considero que será una herramienta muy útil ya que va a permitir que personas que viven en la misma situación como yo o personas con discapacidad visual total o personas con baja visión nos podamos desparar de manera autónoma en espacio públicos, en mi caso como persona con discapacidad visual u otras personas con discapacidad visual les daría autonomía, si hablamos desde la misión de derechos humanos de personas con discapacidad se habla de fomentar autonomía y buscan una participación plena, de una manera inclusiva en todos los aspectos en el ámbito educativo, familiar, laboral y social, lo importe es fomentar un participación en igual de condiciones, y considero que este proyecto va a aportar en ello.

Muy agradecido y Felicitar al instituto que se une a la causa que también como instituto perseguimos en buscar que como personas con discapacidad podamos participar en conjunto con la sociedad en igualdad de condiciones, en mi opinión pues me parece demasiado adecuado, pero a lo mejor que sea más pequeño, considerar el volumen adecuado,

Es una oportunidad de que como sociedad nos sensibilicemos antes estos temas porque también una de las partes es que nosotros vamos a conocer de este dispositivo, pero también que las personas lo conozcan para que pueda ser un apoyo para todas y todos.

Planos de la estructura (Figura A6-1 Figura A6-2).



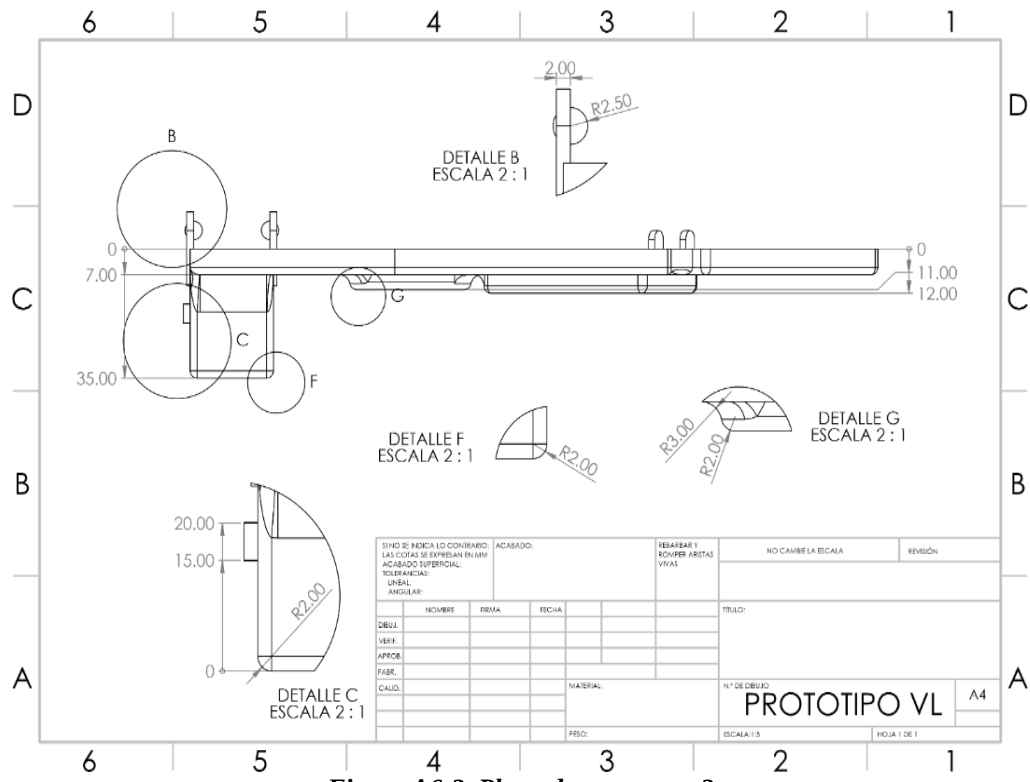


Figura A6-2. Plano de estructura 2

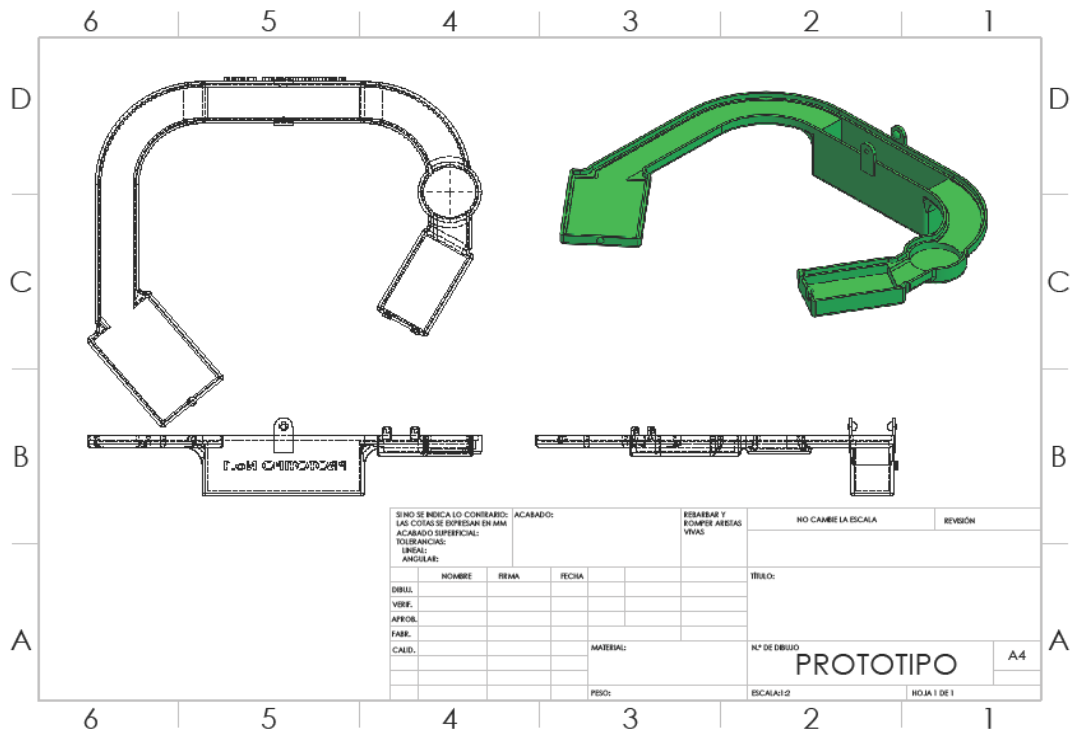


Figura A6-3. Plano de estructura 3

Referencias

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Discapacidad visual en México: Estadísticas y datos. https://www.inegi.gob.mx/discapacidad_visual_mexico.

García-Martín, J. A., Fernández-Vega, A., & Muñoz-Negrete, J. (2008). Retinopatía diabética. *Revista de la Sociedad Española de Oftalmología*, 33(6), 359-367. doi: 10.1016/S1137-6627(08)71477-2.

Autor: Cruz, M. (2019). La discapacidad visual en México: un análisis de las políticas públicas. *Revista POLI*, 2(1), 1-14. doi: 10.15765/poli. v2i1.1534.

Autor: González, J. (2023, 25 de enero). Navegadores GPS para ciegos: tecnología para personas con discapacidad visual. Ngenespañol. <https://www.ngenespanol.com/traveler/navegadores-gps-para-ciegos-tecnologia-para-personas-con-discapacidad-visual/>.

Instituto Cultural de León (ICL). (2017, 14 de agosto). La Universidad de Oxford crea lentes para ciegos. Recuperado de <http://institutoculturaldeleon.org.mx/icl/story/1917/La-Universidad-de-Oxford-crea-lentes-para-ciegos>.

Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. (2023, 29 de junio). Medicina de Rehabilitación. Recuperado el 07 de febrero de 2023.

ITM Platform. (s.f.). Recursos humanos en gestión de proyectos. Recuperado el 21 de marzo de 2023.

Coba Gibbs, A. J., & Samaniego González, E. (2017). Implementación de un sistema de control de entrada y salida empleando el módulo de lectura RFID con la tecnología Arduino. *Revista De Iniciación Científica*, 2(2), 19-34. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1245>.

Fernández, Y. (2022, 23 de septiembre). Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno. Xataka. Recuperado el 19 de diciembre de 2022.

Cedeño-Rodríguez, G. A., & Saltos-Gómez, J. A. (2023). Informática libre en la Metodología de Aprendizaje basado en proyectos. Polo del Conocimiento, 5(8). Recuperado el 15 de diciembre de 2022

Hernández Romero, Y. (s.f.). Unidad de Aprendizaje Antropometría Unidad de Competencia III Aplicación estadística en el análisis antropométrico. Recuperado el 3 de marzo de 2023.

Camacho-Camargo, N., Alvarado-Camacho, S., Alvarado-Colmenares, J., Cicchetti, R., & Paoli, M. (2021). circunferencia de cuello como herramienta en el diagnóstico nutricional de escolares y adolescentes: relación con el índice de masa corporal y la circunferencia de la cintura.

Electroallweb. (2020, febrero 12). Funcionamiento de todos los pines del microcontrolador ATmega328P. Recuperado de <https://www.electroallweb.com/index.php/2020/02/12/funcionamiento-de-todos-los-pines-del-microcontrolador-atmega328p/>

Steren. (s.f.). Batería Recargable USB Li-ion tipo 9V cuadrada de 500 mAh. Recuperado de <https://www.steren.com.mx/bateria-recargable-usb-li-ion-tipo-9v-cuadrada-de-500-mah.html>