

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

CHALECO PARA CICLISTAS

Trabajo de Titulación para optar al Título de
TÉCNICO UNIVERSITARIO EN ELECTRÓNICA

Alumno:

Matias Ignacio Arancibia Cabezas

Profesor Guía:

Mag. Guelis Darío Montenegro Zamora

Profesor Correferente:

Mag. Loreto Elisa Marín Carcey

2023

RESUMEN

KEYWORDS: CICLISTA, BICICLETA, CHALECO REFLECTANTE, LUZ.

En el siguiente trabajo de título se hablará acerca de la bicicleta, su historia, la problemática que tiene en la actualidad y se presentará la solución a esta problemática, siendo esta el contenido principal de este informe.

Presentada la solución se profundizará en los detalles que incluyen los componentes que tendrá, el diseño de los circuitos, la programación requerida para un funcionamiento adecuado. Luego, se mostrará la implementación física junto con los resultados de esta acompañada con el estudio de costos que consistirá en una estimación de lo que costaría fabricar un prototipo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: LA BICICLETA	2
1. LA BICICLETA	3
1.1. HISTORIA DE LA BICICLETA	3
1.1.1. La bicicleta en la antigüedad	3
1.1.2. Evolución de la bicicleta	5
1.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE USAR LA BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE	8
1.3. USO DE LA BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE	9
1.3.1. Uso de la bicicleta en Chile	9
1.4. ACCIDENTES RELACIONADOS AL USO DE LA BICICLETA	9
1.4.1. Aumento de los accidentes de ciclistas en Chile	10
1.5. RECOMENDACIONES PARA EVITAR ACCIDENTES	11
1.6. ERRORES MÁS COMUNES DE LOS CICLISTAS	11
1.6.1. No usar luces delanteras y traseras, así como elementos reflectivos	11
1.6.2. No respetar las señales de tránsito	12
1.6.3. Mirar dispositivos tecnológicos	13
1.7. SOLUCIÓN A LOS ACCIDENTES	13
1.7.1. Chaleco de color amarillo.	14
1.7.2. Chaleco reflectante	14
1.7.3. Indicadores led	14
1.8. COMPONENTES A UTILIZAR	16
1.8.1. Módulo Bluetooth HC-05	16

1.8.2. Diodos led	17
1.8.3. Arduino Nano	18
1.8.4. Regulador de voltaje L7805C	18
1.9. OBJETIVOS DEL PROYECTO	19
1.9.1. Objetivo general	20
1.9.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO 2: DESARROLLO, PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	20
2. DESARROLLO, PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	21
2.1. DISEÑO DEL CIRCUITO	21
2.1.1. Sistema de luces	21
2.1.2. Control del chaleco	23
2.1.3. Conexión	24
2.1.4. Circuito de alimentación	25
2.1.5. Circuito de encendido	26
2.1.6. Circuito completo	28
2.2. PROGRAMACIÓN	29
2.2.1. Programa del control remoto	29
2.2.2. Programa del chaleco	31
2.2.3. Declaración de variables	32
2.2.4. Funciones	33
CAPÍTULO 3: RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN Y ESTUDIO DE COSTOS	37
3. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN Y ESTUDIO DE COSTOS	38
3.1. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN	38
3.1.1. Indicadores led verdes	38

3.1.2. Indicadores led rojos	40
3.1.3. Botoneras del control	40
3.1.4. Módulos Bluetooth	41
3.1.5. Alimentación del circuito	42
3.1.6. Circuito de encendido	43
3.1.7. Circuito completo	44
3.1.8. Diseño en PCB	45
3.2. COSTOS DEL PROYECTO	46
3.2.1. Componentes	46
3.2.2. Herramientas	48
3.2.3. Costos de mano de obra	48
3.2.4. Resultados de estudio de costos	49
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
GLOSARIO	53
ANEXOS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - 1 Celerífero de Jean Theson	4
Figura 1 - 2 Vélocipède	5
Figura 1 - 3 Cronología a través de los años de la bicicleta	7
Figura 1 - 4 Modelos históricos de bicicletas	7
Figura 1 - 5 Peatones y ciclista	10

Figura 1 - 6 Luces delantera y trasera	12
Figura 1 - 7 Señales de tránsito	12
Figura 1 - 8 Ciclista distraída mirando el celular	13
Figura 1 - 9 Módulo Bluetooth HC-05	16
Figura 1 - 10 Diodos led	17
Figura 1 - 11 Arduino Nano	18
Figura 1 - 12 Regulador de voltaje L7805C	19
Figura 2 - 1 Sistema de luces de las flechas	22
Figura 2 - 2 Sistema indicador de detención	23
Figura 2 - 3 Control del chaleco	24
Figura 2 - 4 Conexión entre dos Arduinos mediante módulos bluetooth	25
Figura 2 - 5 Circuito de alimentación	26
Figura 2 - 6 Circuito de encendido del chaleco	27
Figura 2 - 7 Circuito de encendido del control remoto	27
Figura 2 - 8 Diagrama de bloques del circuito del control remoto y chaleco	28
Figura 2 - 9 Diagrama de flujo del control del chaleco	30
Figura 2 - 10 Diagrama de flujos del chaleco	31
Figura 2 - 11 Variables del Arduino del control	32
Figura 2 - 12 Variables del Arduino del chaleco	33
Figura 2 - 13 Función VOID Setup del control	34
Figura 2 - 14 Función VOID Setup del chaleco	34
Figura 2 - 15 Función VOID Loop del control	35
Figura 2 - 16 Extracto de la función VOID Loop del chaleco	36
Figura 3 - 1 Indicador de avanzar funcionando	39
Figura 3 - 2 Indicador de viraje a la izquierda funcionando	39
Figura 3 - 3 Indicador de viraje a la derecha funcionando	39
Figura 3 - 4 Indicador de detención funcionando	40
Figura 3 - 5 Control de luces funcionando	41
Figura 3 - 6 De izquierda a derecha: Módulos bluetooth del chaleco y control remoto	42

Figura 3 - 7 Regulador de 5V alimentado por las baterías de 1,5V en serie	43
Figura 3 - 8 Circuito de encendido del control remoto	43
Figura 3 - 9 Circuito de encendido del Chaleco	44
Figura 3 - 10 Prototipo completo del chaleco para ciclistas	44
Figura 3 - 11 Esquema PCB del circuito del chaleco	45
Figura 3 - 12 Esquema PCB del circuito del control remoto	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2 - 1 Configuración de diodos led verdes	22
Tabla 3 - 1 Costo de componentes	47
Tabla 3 - 2 Costo de herramientas	48
Tabla 3 - 3 Costos de mano de obra	48
Tabla 3 - 4 Suma de estudio de costos	49

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

+VCC	: Voltaje continuo de alimentación positivo.
-VCC	: Voltaje continuo de alimentación negativo.
GND	: Tierra (Ground).
UART	: Universal Asynchronous Receiver / Transmitter.
ICSP	: In-Circuit Serial Programming.
RAM	: Memoria de acceso aleatorio.

SRAM	: Memoria estática de acceso aleatorio.
EEPROM	: Memoria de solo lectura programable borrable.
MAC	: Control de acceso a medios.
AT	: Attention.
ISM	: Industriales, científicas y médicas
USB	: Universal serial bus

B. SIMBOLOGÍA

V	: Volt, unidad de medida de potencial eléctrico.
A	: Amper, unidad de medida de corriente eléctrica.
mA	: miliamperio, una milésima de la unidad de medida de corriente eléctrica Amper.
Ω	: Ohm, unidad de medida de Resistencia eléctrica.
°C	: Grados Celsius, unidad de medida de temperatura.
Hz	: Hertz, unidad de medida de frecuencia.
MHz	: Megahertz, unidad de medida de frecuencia equivalente a un millón de Hertz.
W	: Watt o vatio, unidad de medida de potencia.
b	: Bit, unidad básica de información en la informática.
B	: Byte, unidad de información en la informática.
KB	: Kilo Byte, unidad de información en la informática equivalente a mil Bytes.
mm	: milímetro, unidad de medida de longitud.

dBm : decibelio-milivatio, unidad de medida de relación de potencia en decibelios por milivatio.

ms : milisegundo, una milésima de la unidad de medida de tiempo segundo.

INTRODUCCIÓN

La bicicleta o también llamada coloquialmente como “bici” es un medio de transporte personal de propulsión humana, es impulsada por el conductor con un esfuerzo muscular de las piernas. Esta se compone principalmente de dos ruedas, un sistema de transmisión de pedales un cuadro que le da la estructura e integra los componentes, un manillar para controlar la dirección y un sillín para sentarse.

El uso de la bicicleta va creciendo exponencialmente, esta es utilizada ya sea con un fin recreacional, como deporte o como medio de transporte. La bicicleta es, además, gratificante para la salud, ya que ayuda a desarrollar o mejorar el estado físico de la persona. Otra ventaja que tiene el uso de la bicicleta es que esta no requiere una “licencia para conducir” que es requerida para la mayoría de los medios de transportes motorizados.

La bicicleta, a su vez, presenta un gran riesgo al ser conducida en la calle cuando no hay ciclovías, ya que se han producido diversos accidentes relacionados con colisiones por parte de un vehículo de mayor tamaño como autobuses, camiones, microbuses o también con los automóviles provocando lesiones de tipo leve, grave o incluso la muerte, el proyecto a presentar busca solucionar esta problemática desarrollando un sistema visual para establecer una comunicación entre el ciclista y los conductores.

CAPÍTULO 1: LA BICICLETA

1. LA BICICLETA

En este capítulo se presentará la historia de la bicicleta, su evolución, características, funcionamiento, empresas relevantes en Chile, los accidentes provocados tanto como por automovilistas como por los ciclistas y una de las cuantas propuestas de solución para evitar accidentes, que sean dañinos tanto para el estado de la bicicleta como para la salud de la persona que va conduciéndola.

1.1. HISTORIA DE LA BICICLETA

En la siguiente sección se hablará sobre las formas históricas de cómo se ha utilizado el concepto de utilizar dos ruedas unidas con una barra como medio de locomoción, cabe añadir que la historia será breve ya que la historia de la bicicleta es extensa y el proyecto está enfocado a una problemática de usar la bicicleta en la actualidad sea cual sea su modelo.

1.1.1. La bicicleta en la antigüedad

Los orígenes de la bicicleta se remontan a los años 1300 antes de Cristo, en el antiguo Egipto en donde es posible que se pensara en un artilugio similar a una bicicleta, incluso uno de los jeroglíficos del obelisco de Luxor, se muestra un hombre montado a horcajadas sobre una barra horizontal montada sobre dos ruedas. También los babilonios decidieron incluir entre los motivos decorativos de uno de sus bajorrelieves un artilugio que recuerda mucho en su forma a un velocípedo.

Jean Theson, de Francia, rodó en 1645 con un armatoste que llamó “celerífero” mostrado a continuación en la figura 1 – 1, que era impulsado con los pies por las calles.



Fuente: <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-bicicleta/>

Figura 1 - 1 Celerífero de Jean Theson

Esta ya tenía cierto parecido con una bicicleta moderna, aunque se parecía poco a lo que hoy se entiende como tal, ésta servía solamente para trayectos cortos ya que no tenía un sistema de dirección para poder guiarla.

Durante el siglo XIX se patentó una máquina para correr con el nombre de “vélocipède” pero la gente la popularizó con el nombre de “draisiana”, esta se impulsaba con los pies, ya que no se había inventado aún la cadena de transmisión. Y su aparición por las calles de París provocó mucha curiosidad y escándalo. Esta precursora de la bicicleta moderna se muestra a continuación en la figura 1 – 2.



Fuente: <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-bicicleta/>

Figura 1 - 2 Vélocipède

1.1.2. Evolución de la bicicleta

La bicicleta a lo largo del tiempo ha ido evolucionando desde su invención y no ha dejado de obtener mejoras o evoluciones hasta llegar a tal y como se conoce en la actualidad. A continuación, se hablará de forma más precisa los cambios que ha tenido la bicicleta a través de la historia.

- En 1839 por primera vez se podía montar en bicicleta sin que los pies del ciclista tuvieran que propulsarla directamente, sino mediante el pedal, el manillar comenzó a existir desde 1817.
- Aquella bicicleta tenía dos ruedas de madera y la llanta era metálica.
- En 1861 se le añadieron pedales a la rueda delantera de la draisiana esta tenía el nombre de “Michaulina” y se volvió muy popular en Francia.

- La primera bicicleta con cadena de transmisión surgió en 1864 y seis años después se implementaron los radios de alambres en las ruedas que ahora se conocen como rayos.
- En 1885 se creó la bicicleta Rover que era mucho más rápida, cómoda y de fácil manejo, esta ya era más moderna con sus dos ruedas del mismo tamaño, transmisión de cadena y engranaje, pedales, bielas, cuadro romboidal y conducción directa con horquilla inclinada.
- En 1888 al ser inventado el neumático, se convertiría en la rama más poderosa de la industria de la locomoción al ser segura, siendo tal su fanatismo que en 1896 el ciclismo fue declarado deporte olímpico.
- Para que la bicicleta vaya evolucionando y mejorando se investigó que la forma más eficaz es convertir el esfuerzo humano en potencia.
- Los cambios son aparentemente menores y a menudo en beneficio de un tipo concreto de bicicleta como la absorción de choque en las bicicletas de montaña o los manillares para las bicicletas de carrera.
- Con el fin de rediseñar la bicicleta de manera considerable como la “bicicleta Moulton”, que contaba con ruedas más pequeñas y un rediseño del funcionamiento del chasis.
- También fue inventada la “bicicleta para dos” que consistía en un chasis unido, dos ruedas y 4 pedales.

En las figuras 1 – 3 y 1 – 4 presentadas a continuación, se pueden observar de manera gráfica los avances que ha tenido la bicicleta desde diseños muy simples hasta llegar finalmente a lo que hoy se conoce como bicicleta.



Fuente: <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-bicicleta/>

Figura 1 - 3 Cronología a través de los años de la bicicleta



Fuente: <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-bicicleta/>

Figura 1 - 4 Modelos históricos de bicicletas

1.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE USAR LA BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE

a. Ventajas

- No contamina: La emisión de gases por partes de los vehículos se ha convertido en la principal problemática de las ciudades del mundo. Montar en bicicleta implica una opción mucho más sostenible a la hora de circular por un entorno urbano, ya que no contamina y fomenta el respeto por el medio ambiente en todo momento.
- Sin problemas de estacionar: La bicicleta permite ahorrar tiempo ya que tras el recorrido no se tendrá la necesidad de estacionarla en ningún sitio.
- La salud: Montar la bicicleta conlleva distintos beneficios para la salud, ya que es una actividad que aporta numerosos beneficios a la salud, entre ellos quemar calorías, mejorar la salud cardiovascular y fortalecer la zona lumbar.
- Su mantenimiento es a bajo costo: El mantenimiento, a diferencia de la moto o de los autos, es más barato, ya que sólo implica invertir en mejoras para la bicicleta o reparaciones sencillas como el cambio de pastillas de freno y la cadena.

b. Desventajas

- Falta de ciclovías: La bicicleta es el medio de transporte idóneo para moverse por cualquier entorno urbano siempre que se pueda. La falta de ciclovías se convierte muchas veces en un problema para circular con seguridad por cualquier entorno urbano ya que, al transitar por las calles, el ciclista queda demasiado expuesto a algún accidente generado por vehículos de mayor tamaño.
- Problemas atmosféricos: Al pedalear a 40°C o una lluvia fuerte son ejemplos de problemas atmosféricos.
- Fácil de robar: La bicicleta es más vulnerable a cualquier hurto que los otros medios de transporte, especialmente si se deja la “bici” en zonas poco concurridas o sin la protección necesaria.

1.3. USO DE LA BICICLETA COMO MEDIO DE TRANSPORTE

El uso de la bicicleta se ha ido masificando y creciendo cada vez más por sus distintos beneficios, tanto para la salud como por su impacto positivo al medio ambiente al no producir contaminación. Y esta aumentó considerablemente en tiempos de pandemia, en el que las restricciones adoptadas por las autoridades eran cada vez más. La bicicleta como medio de transporte aparece como una buena alternativa.

1.3.1. Uso de la bicicleta en Chile

La bicicleta está teniendo un rol cada vez más importante en la sociedad chilena y se espera que este siga creciendo. El porcentaje de personas que migró hacia la bicicleta subió de un 8,5% a un 12,6%, uno de los propulsores del uso de la bicicleta es el ministerio de transporte ya que se empezó a invertir en ciclovías y cierta parte de la población chilena está de acuerdo con cerrar algunas vías para convertirlas en ciclovías.

1.4. ACCIDENTES RELACIONADOS AL USO DE LA BICICLETA

El uso de la bicicleta también tiene cosas negativas, como los accidentes relacionados a ciclistas, ya que, en Chile, aún no existen las condiciones necesarias para que ciclistas y automovilistas convivan de manera segura y a pesar de que existen leyes que tienen como objetivo armonizar el uso del espacio vial que comparten los distintos modos de movilidad y que, establece medidas que apuntan a proteger a los usuarios vulnerables, como peatones y ciclistas, los accidentes referidos a los ciclistas van en aumento. Este aumento se debe principalmente a dos razones que son el aumento de las velocidades que alcanzan los automovilistas, producto de la descongestión vehicular que se vivió en el país

a raíz de la pandemia y al aumento de ciclistas y peatones que se han registrado como se observa en la figura 1 – 5 a continuación.



Fuente: <https://www.rockandpop.cl/2021/02/llegaron-para-quedarse-estudio-afirma-el-aumento-del-uso-de-bicicletas-en-pandemia/>

Figura 1 - 5 Peatones y ciclista

1.4.1. Aumento de los accidentes de ciclistas en Chile

Los accidentes relacionados a ciclistas en Chile han ido aumentando cada vez más debido a que se está utilizando la bicicleta como medio de transporte, en Chile en estos tres últimos años murieron 245 ciclistas relacionados a más de ocho mil accidentes de tránsito en el que estuvieron involucradas las bicicletas; en el año 2020 fallecieron un total de 75 personas, mientras que en el año 2021 fallecieron 109 personas y en el año 2022 fallecieron 61 personas debido a esto mismo.

1.5. RECOMENDACIONES PARA EVITAR ACCIDENTES

Para evitar más accidentes se han intentado dar distintas recomendaciones tanto como para los automovilistas como para los ciclistas, incentivar el uso de protecciones para ciclistas es una de las medidas además de promover la educación vial tanto en conductores de vehículos motorizados, como en usuarios de la bicicleta. En ese sentido no sólo se recomienda usar un casco, sino también usar “los elementos de reflectancia”, las cintas retro reflectantes, es un conjunto de elementos que tienen que estar presentes tanto en el ciclo como en el usuario del ciclo para poder circular de forma segura.

1.6. ERRORES MÁS COMUNES DE LOS CICLISTAS

A pesar de que uso de la bicicleta trae consigo muchos beneficios, la mayoría de las personas que hacen uso de este medio de transporte lo hacen con algunos errores que pueden ser muy perjudiciales tanto para la bicicleta como para la salud de las personas. Acá se presentarán algunos de los errores comunes al conducir la bicicleta.

1.6.1. No usar luces delanteras y traseras, así como elementos reflectivos

Aunque las leyes señalan que son suficientes con que tengas elementos reflectivos, lo ideal es que la bicicleta tenga luces autónomas para asegurar que los otros la vean en la noche, esto consiste en luces blancas adelante y luces rojas atrás como las que se muestran, a modo de ejemplo, en la figura 1 – 6.



Fuente: <https://www.santafixie.com/blog/las-10-mejores-luces-para-bicicletas/>

Figura 1 - 6 Luces delantera y trasera

1.6.2. No respetar las señales de tránsito

El irrespeto a la señalización conlleva un aumento en la accidentalidad. No pasarse el semáforo en rojo, tener en cuenta los pares y priorizar el paso de los peatones son algunos de los errores comunes cometidos por los ciclistas, para evitar accidentes, algunos ciclistas hacen señales con las manos para informar sobre los movimientos. Se muestra en la figura 1 – 7 algunas señales de tránsito como ejemplo.



Fuente: <https://www.bttbike.com/mtb/625077-ruta-plata-obligaciones-derechos-cuidad-circular-bicicleta-argentina-aires>

Figura 1 - 7 Señales de tránsito

1.6.3. Mirar dispositivos tecnológicos

Los celulares, cámaras, relojes inteligentes, entre otros son distractores que aminoran el tiempo de respuesta frente a obstáculos inesperados como se observa en la figura 1 – 8.



Fuente: <https://biciclub.com/los-riesgos-de-pedalear-con-auriculares-o-celular/>

Figura 1 - 8 Ciclista distraída mirando el celular

1.7. SOLUCIÓN A LOS ACCIDENTES

La finalidad de este proyecto es de alguna manera disminuir o evitar accidentes relacionados a los ciclistas, para esto se realizará un chaleco para ciclistas que contendrá varias características que le otorgarán mayor seguridad al ciclista. Las características que contendrá serán descritas a continuación.

1.7.1. Chaleco de color amarillo.

El chaleco estará hecho de un material de color amarillo, ya que este color es el más visible al ojo humano y se puede ver su aplicación en el tránsito vehicular igualmente con los vehículos de transporte de escolares.

1.7.2. Chaleco reflectante

El uso del chaleco reflectante es un indumento utilizado a veces por las personas que transitan por lugares donde circulan vehículos con el fin de mejorar su seguridad al ser iluminados por la luz de los focos de los autos. Para que un chaleco sea reflectante debe estar equipado con bandas reflectantes. Algunos usuarios de la carretera, como motociclistas y ciclistas utilizan estos chalecos reflectantes con el fin de ser vistos mejor en el tráfico. Este equipo es muy útil para mejorar la seguridad de los trabajadores de obras viales. El chaleco reflectante es parte de un conjunto de equipos necesarios en caso de accidente, además de que por leyes chilenas es obligatorio transportarlo en vehículos y utilizarlo al descender de este.

1.7.3. Indicadores led

El chaleco reflectante contará con luces led en la espalda con las cuales se buscará dar señales al medio de transporte que se encuentre atrás, ya sea un auto, bus o una misma bicicleta, etc. Para controlar las señales que producirá el chaleco, se contará con un control fácil de colocar en el manillar o manubrio de la bicicleta que además contará con un indicador de porcentaje de batería restante del chaleco con 3 luces led para saber si la batería está en nivel alto medio o bajo, el chaleco será fácil de cargar, ya que contará con

una entrada USB que puede ser conectada fácilmente a una computadora o a la corriente con una duración aproximada de 10 horas, el control contará con baterías AA que no necesitan ser cambiadas con tanta frecuencia. Las funciones de control e indicadores led se describirán a continuación.

1.7.3.1. Flecha hacia adelante

Para indicar que la bicicleta seguirá el camino hacia adelante, los leds de color verde del chaleco tomarán una forma de una flecha apuntando hacia arriba.

1.7.3.2. Flecha de viraje hacia la derecha

Para indicar que el ciclista va a virar hacia la derecha, los leds de color verde del chaleco reflectantes producirán una forma de flecha apuntando hacia la derecha.

1.7.3.3. Flecha de viraje hacia la izquierda

Para indicar que el ciclista va a virar hacia la izquierda, los leds de color verde del chaleco reflectante producirán una forma de flecha apuntando hacia la izquierda.

1.7.3.4. Aviso de detención

Para avisar que el ciclista realizará la detención o frenado de la bicicleta, los leds de color rojo producirán una forma de disco pare.

1.8. COMPONENTES A UTILIZAR

Para desarrollar el proyecto, se deben realizar diseños de los circuitos correspondientes que permitirán las funciones descritas previamente, junto con una programación que trabajará con estos circuitos. Para dichos circuitos se utilizarán los componentes descritos a continuación.

1.8.1. Módulo Bluetooth HC-05

Dispositivo utilizado para la conexión mediante bluetooth, con una frecuencia de operación de 2.4GHz, cuenta con cuatro pines, es configurable mediante comandos AT, su potencia de transmisión es de hasta 4dBm, sensibilidad de hasta -84dBm, su conexión es mediante puerto serie, su distancia máxima de comunicación es de hasta 10 metros en condiciones óptimas, su voltaje de operación es variable entre 3.6V y 6V con un consumo de corriente de entre 30mA y 50mA, su tasa de baudios soportados pueden ser de 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 u 115200, siendo su tasa por defecto 9600. La seguridad es mediante la autenticación y encriptación con una contraseña por defecto "1234" o "0000" y soporta una temperatura mínima de -20 °C y máxima de 75 °C.

La conexión bluetooth entre dos módulos permitirá la conexión entre el control remoto y el chaleco, la figura 1 – 9 indica los pines del módulo.



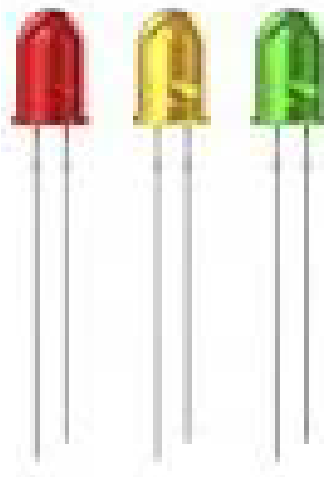
Fuente: <https://amgkits.com/home/31-modulo-bluetooth-hc-06.html>

Figura 1 - 9 Módulo Bluetooth HC-05

1.8.2. Diodos led

Emisores de luz de bajo consumo que permiten que la corriente circule en un solo sentido. Al circular la corriente por ese sentido, el diodo led se encenderá. Los leds que se utilizarán serán de cuatro colores y todos de un diámetro de 5mm: Led NTE3019, color rojo que, para ser encendido, se alimenta con un voltaje típico de 1.65V y una corriente típica de alrededor de 20mA, siendo su valor máximo una corriente de 1A mediante un pulso de 1us de ancho con un ciclo de trabajo del 0,3%; led NTE3024, color verde, se alimenta con un voltaje típico de 2,1V y una corriente típica de alrededor de 20mA y su máxima corriente soportada es de 150mA mediante un pulso de 0,1ms de ancho con un ciclo de trabajo del 10%; diodo TLHE5100, color amarillo, se alimenta con un voltaje típico de 2V y una corriente típica de alrededor de 20mA, su máxima corriente es de 1A mediante un pulso de no más de 10us de ancho; led TLHB5400, color azul, su voltaje de alimentación es de 3,9V típicos y una corriente continua de no más de 20mA, su máxima corriente soportada es de un pulso de 100mA con 10us de ancho.

Los diodos leds serán utilizados para formar las señales en el chaleco. A continuación, en la figura 1.10., se muestran diodos de 5mm con los colores que se utilizarán.



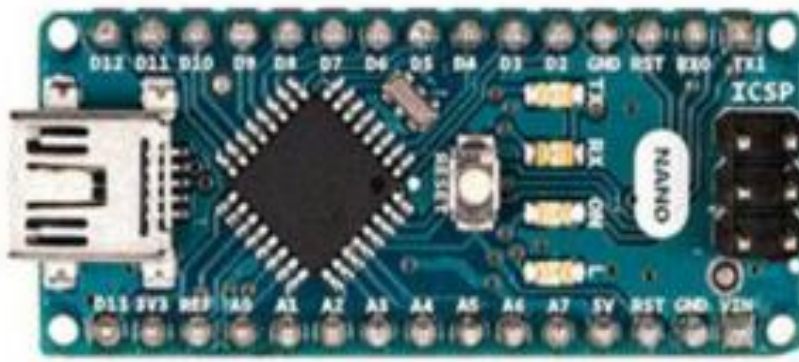
Fuente: <http://www.teslaelectronics.cl/inicio/36-diodo-led-3mm.html>

Figura 1 - 10 Diodos led

1.8.3. Arduino Nano

Placa de desarrollo de Hardware utilizado para realizar actividades relacionadas con el procesamiento de datos digitales, de control y de comunicación digital de diferentes dispositivos, su voltaje de entrada es de 7,5 a 12V, voltaje de trabajo de 5V, una velocidad de reloj de 16MHz, 14 pines digitales y 8 análogos, un puerto serie, 32 KB de memoria Flash, 2KB de memoria RAM y 1KB de EEPROM.

Con unas dimensiones de 18 x 45 mm, su reducido tamaño en comparación con los otros Arduinos le permitirá ocupar poco espacio dentro del chaleco para recibir la información y controlar los diodos led y en el control para enviar la información.



Fuente: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rsuagued/arduino/>

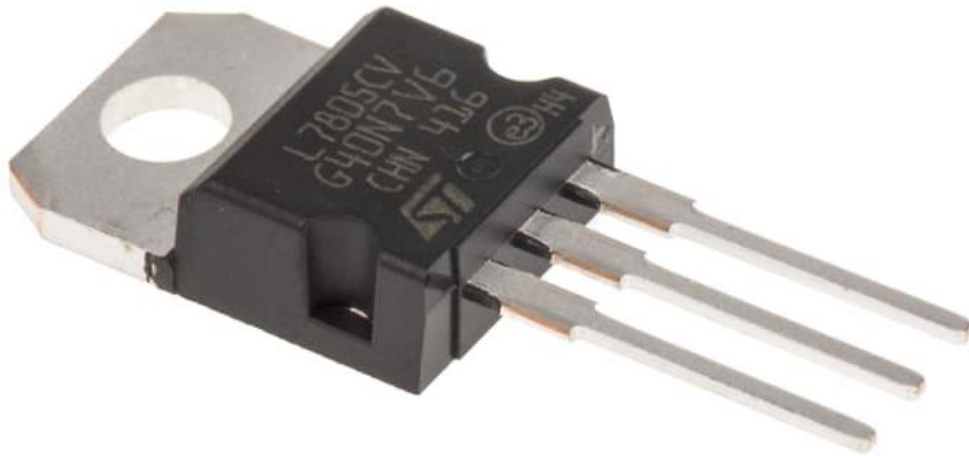
Figura 1 - 11 Arduino Nano

1.8.4. Regulador de voltaje L7805C

El regulador L7805C mostrado en la figura 1 – 12 es un circuito integrado cuya función es reducir y mantener el voltaje ingresado a este a 5V, su rango de tolerancia de voltaje de salida se encuentra entre 4,8V mínimo y 5,2V máximo, su voltaje de entrada

máximo es de 35V, corriente máxima de salida de 1,5A, temperatura de almacenamiento de -65°C a 150°C y temperatura de operación de 0°C a 150°C.

Se utilizarán dos reguladores iguales para la alimentación tanto del circuito del chaleco como del control remoto, estos serán de encapsulado TO-220, el cual cuenta con dimensiones de 10,4 mm x 4,6 mm x 15,75 mm con pines de dimensiones de 14 mm x 0,88 mm x 0,70 mm. La distribución de los pines de la siguiente imagen, de abajo hacia arriba son: Voltaje de entrada, tierra y voltaje de salida.



Fuente: <https://cl.rsdelivers.com/product/stmicroelectronics/l7805cv-dg/stmicroelectronics-l7805cv-dg-1-linear-voltage-15a/7931346>

Figura 1 - 12 Regulador de voltaje L7805C

1.9. **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

A continuación, se describen los objetivos general y específicos del presente trabajo de título, los cuales describen de manera muy resumida los pasos a seguir para el diseño y construcción de este proyecto que son tratados de forma más específica en los capítulos siguientes de este informe.

1.9.1. Objetivo general

Evitar accidentes en ciclistas mediante un chaleco que alerte a los conductores de vehículos.

1.9.2. Objetivos específicos

- Diseñar un circuito de luces led que permita formar figuras.
- Escribir un programa para controlar las luces led en base a la información recibida.
- Escribir un programa para enviar información.
- Establecer una conexión bluetooth entre el control y el chaleco.
- Fabricar un chaleco ligero con cintas reflectantes.
- Realizar un estudio de costos para fabricar un prototipo.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO, PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

2. DESARROLLO, PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se explicará el proceso que se realizó para la construcción de este prototipo, el cual consistió en el diseño e implementación del circuito con los componentes descritos en el capítulo anterior y el programa desarrollado para el correcto funcionamiento entre el Arduino donde será cargado y su interacción con el resto de los componentes.

2.1. DISEÑO DEL CIRCUITO

Para la construcción del prototipo se debe diseñar un circuito que controle el correcto funcionamiento del chaleco y control. A continuación, se describen estos diseños detallando su funcionamiento y ubicación física en el prototipo construido.

2.1.1. Sistema de luces

Para indicar las maniobras que el ciclista en términos de avanzar o doblar, se utilizarán 21 diodos led verdes, estos diodos se separan en 7 grupos distintos para encender estos grupos por partes y así formar la forma de la flecha deseada, en cada grupo todos los diodos led se encuentran conectados en paralelo para que su voltaje de alimentación sea siempre de 2,1V que es el voltaje de alimentación de un diodo led verde, cada paralelo de leds se encuentra conectado al emisor de un transistor 2N2222 que, en su colector, se encuentra una resistencia cuyo valor es acorde a la corriente necesaria para encender las respectivas cantidades de leds por grupo, idealmente cada diodo led debe circular alrededor de 15mA, la base de los 7 transistores se encuentran conectados a resistencias que a su vez están conectadas a una salida del Arduino, dichas resistencias fueron calculadas a partir de la ganancia descrita en la hoja de datos de los transistores, los transistores trabajarán entre corte y saturación para apagar y encender respectivamente los grupos que

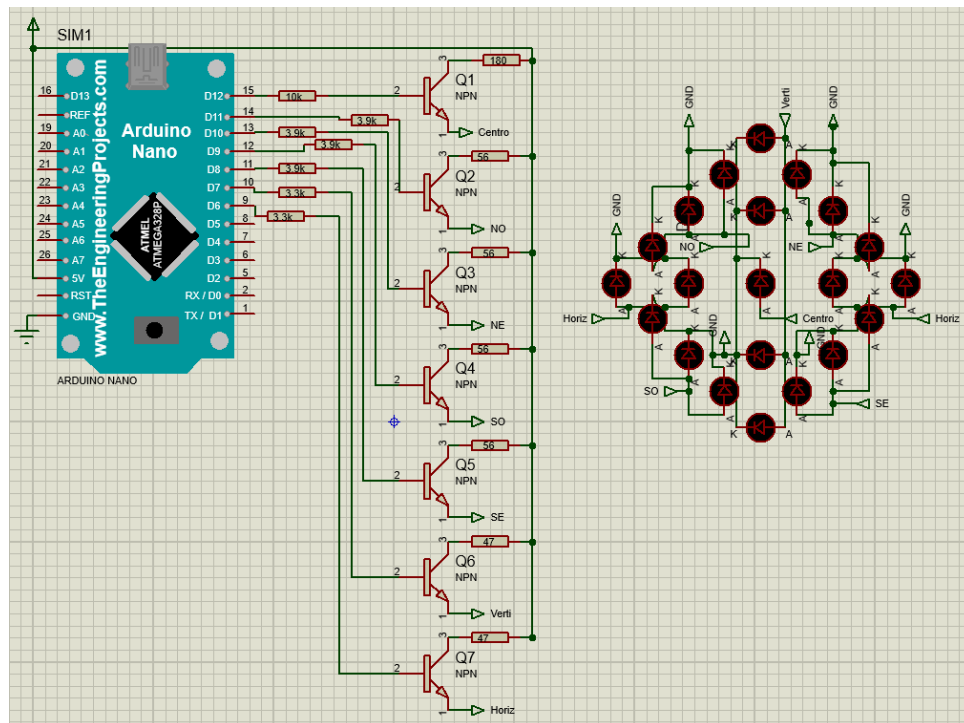
el Arduino ordene encender. El nombre de los grupos, su cantidad de leds, la corriente total necesaria para encender todos los leds de cada grupo, la resistencia de colector y base de su respectivo grupo y a qué pin del Arduino está conectada se describirán a continuación en la tabla 2 – 1.

Tabla 2 - 1 Configuración de diodos led verdes

Nombre del grupo	N° diodos led	Corriente total	Corriente de base	Rc	Rb	Pin
Horizontal	4	61,7mA	0,67mA	47Ω	3,3KΩ	6
Vertical	4	61,7mA	0,67mA	47Ω	3,3KΩ	7
Centro	1	16,11mA	0,22mA	180Ω	10KΩ	12
Noreste	3	51,79mA	0,56mA	56Ω	3,9KΩ	10
Noroeste	3	51,79mA	0,56mA	56Ω	3,9KΩ	11
Sureste	3	51,79mA	0,56mA	56Ω	3,9KΩ	8
Suroeste	3	51,79mA	0,56mA	56Ω	3,9KΩ	9

Fuente: Tabla creada por el alumno basado en los diseños del circuito

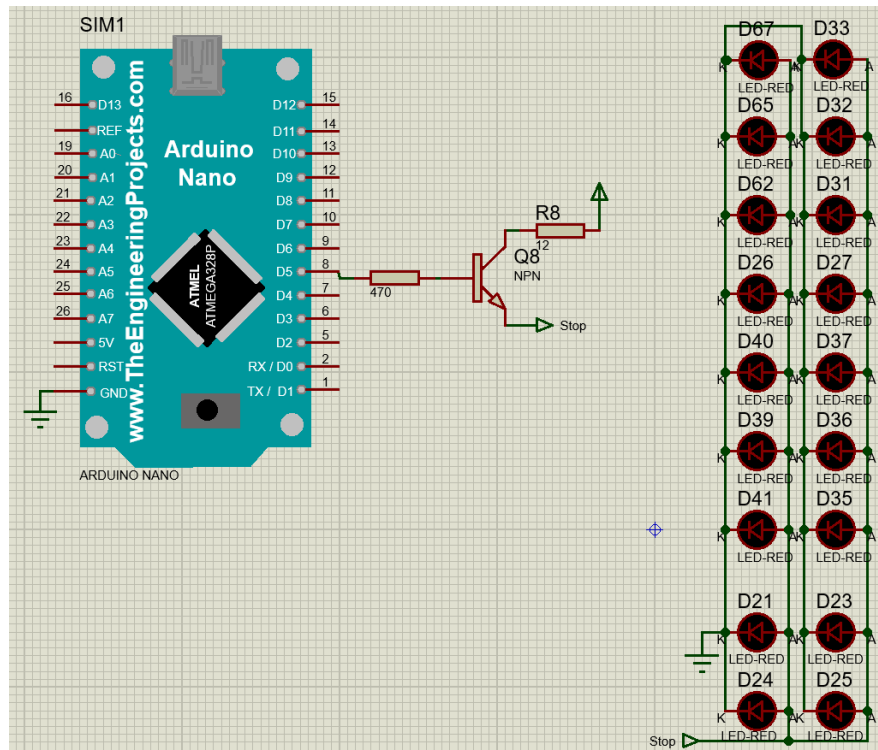
El diagrama de la configuración de diodos led descrita en la tabla anterior se mostrará a continuación en la figura 2 – 1.



Fuente: Circuito diseñado por el alumno en el programa Proteus

Figura 2 - 1 Sistema de luces de las flechas

La otra maniobra que el ciclista puede realizar que debe advertir a los conductores es la detención, para esto se diseñó un circuito compuesto por 18 diodos led rojos conectados en paralelo para que todos sean alimentados con 1,65V, el paralelo estará conectado al emisor de un transistor 2N2222 mientras que a su colector estará conectada una resistencia de 12Ω , resultando en una corriente total de 279,2mA en saturación y una corriente de 15,5mA por cada diodo led rojo. La base del transistor estará conectada a una resistencia de 470Ω conectada al pin 5 con una corriente de base de 5,64mA, su valor se calculó en base a una ganancia de 50 del transistor para que este trabaje en corte y saturación para apagar y encender las luces respectivamente. El esquema del diseño de este sistema de luces rojas se mostrará a continuación en la figura 2 – 2.



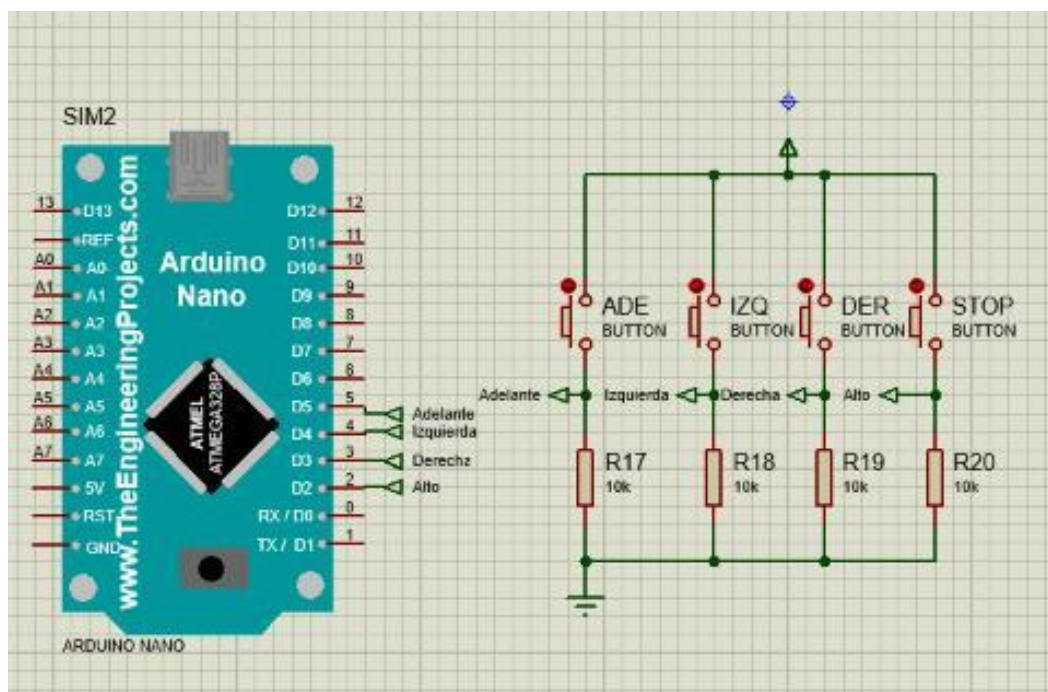
Fuente: Circuito diseñado por el alumno en el programa Proteus

Figura 2 - 2 Sistema indicador de detención

2.1.2. Control del chaleco

Para darle la orden al chaleco de reproducir la imagen deseada, se utilizará un control ubicado en el manubrio, este contará con 4 botones para dar las 4 órdenes al

chaleco. Estos botones, al ser pulsados, enviarán un 1 lógico a la entrada del Arduino, mientras que, cuando no se presionen, estarán constantemente recibiendo un 0 lógico mediante una resistencia de Pull-Down de 10KΩ conectada a tierra. El esquema de este circuito se muestra a continuación en la figura 2 – 3.



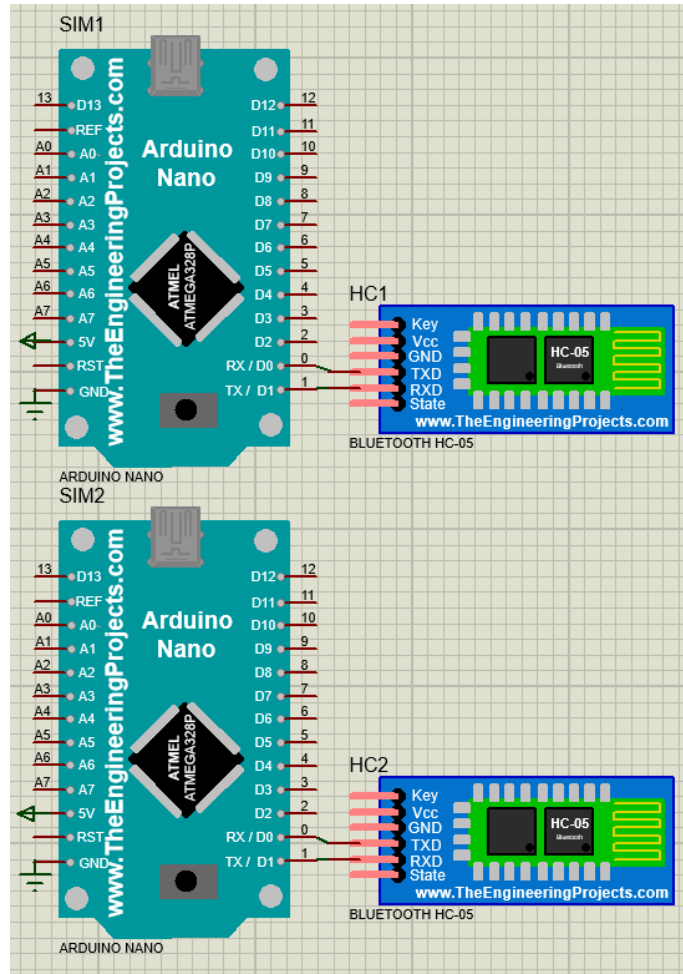
Fuente: Circuito diseñado por el alumno e implementado en el programa Proteus

Figura 2 - 3 Control del chaleco

2.1.3. Conexión

Para que el control pueda enviar las órdenes al chaleco para que reproduzca las imágenes se necesita una conexión, específicamente una inalámbrica mediante bluetooth, para este caso ambos contarán con un Módulo Bluetooth HC-05 conectados a sus puertos seriales, el módulo bluetooth del control configurado en maestro y el módulo del chaleco configurado en esclavo, como otra opción se puede utilizar el módulo bluetooth HC-06 en el chaleco, ya que este está fabricado para operar como esclavo. La conexión de los módulos bluetooth a los Arduinos se puede observar a continuación en la figura 2 – 4. Tanto la

configuración del envío y recepción como la configuración de los módulos se verán en la sección de programación en este mismo capítulo.



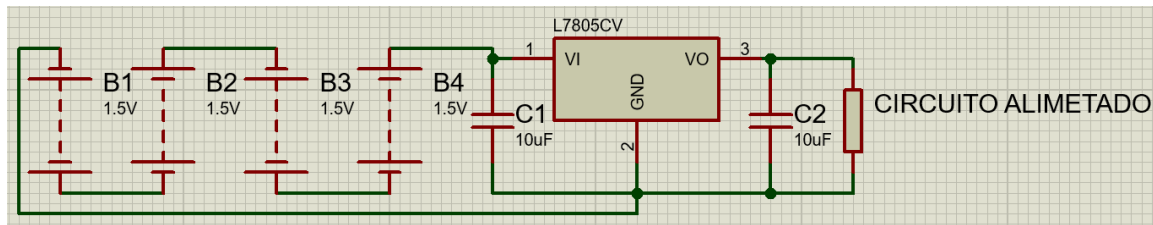
Fuente: Diagrama diseñado por el alumno en el programa Proteus

Figura 2 - 4 Conexión entre dos Arduinos mediante módulos bluetooth

2.1.4. Circuito de alimentación

Tanto para el chaleco como para el control se diseñó el mismo sistema para alimentarlo, el cual se compone de 4 baterías AA de 1,5V conectadas en serie y la salida de estas irá conectada a un regulador de voltaje 7805 que reducirá el voltaje de 6V a 5V como

se puede observar en la figura 2 – 5 mostrada a continuación, se utilizó un condensador de 10uF a la entrada del regulador y uno de 10uF a la salida de este.



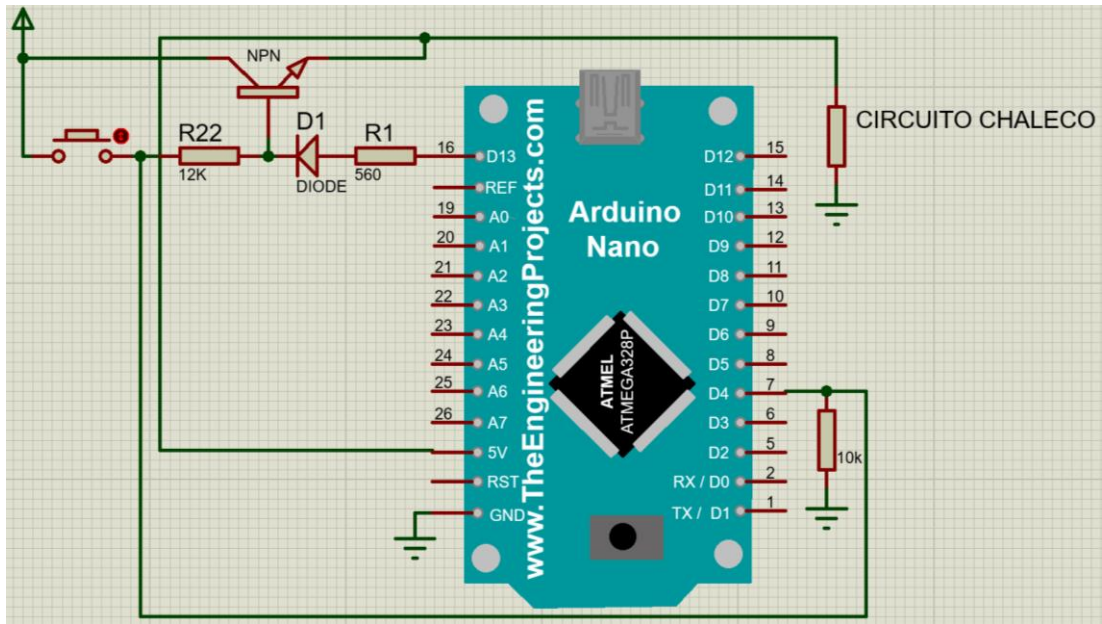
Fuente: Circuito diseñado e implementado por el alumno en el programa Proteus

Figura 2 - 5 Circuito de alimentación

2.1.5. Circuito de encendido

El circuito de encendido consiste en un sistema cuya función es controlar el encendido del circuito a partir de una acción que realice el usuario, que, de no realizarla, el circuito permanecerá sin ser alimentado.

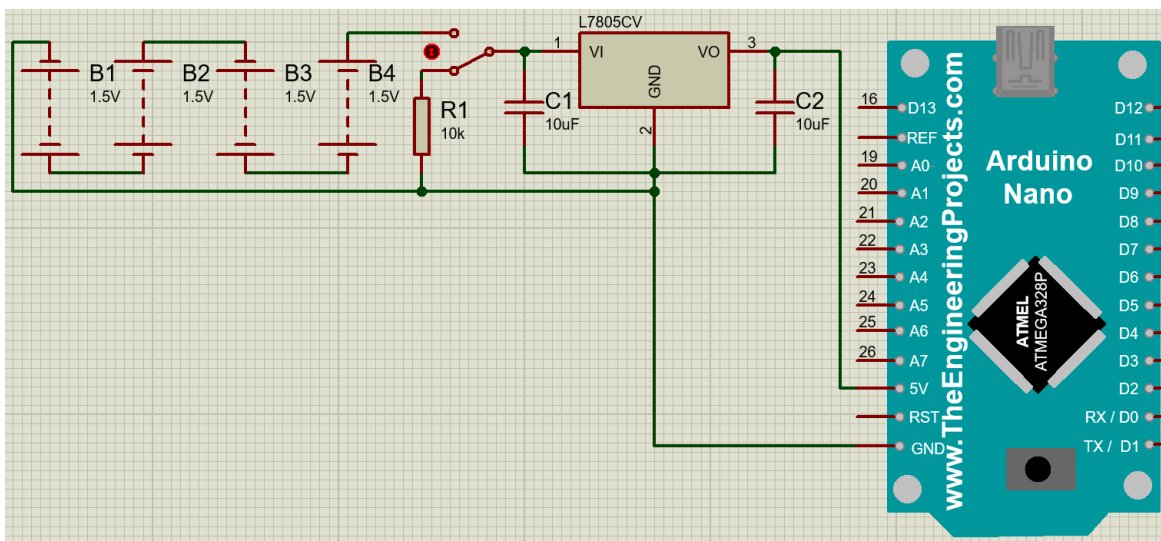
En la figura 2 – 6 se muestra que en el chaleco tendrá un pulsador, el cual, al ser presionado, alimentará un transistor 2N2222A con el colector conectado a la alimentación, con una resistencia de base de 12KΩ para alimentar el Arduino conectado al emisor con una corriente de aproximadamente 15mA que es su consumo habitual. De forma simultánea, el pulsador enviará un 1 lógico a la entrada digital D4 conectada a su vez a una resistencia de pull-down de 10KΩ, esta entrada le indicará al Arduino que debe encender un 1 lógico a la salida digital D13, esta saturará, a través de una resistencia de 560Ω, el mismo transistor 2N2222A conectado a la alimentación por el colector y este conducirá la alimentación al Arduino y el resto de las partes del circuito ya descritas en los puntos anteriores de esta sección del informe. El pulsador apagará el circuito completamente al ser presionado nuevamente estando el Arduino encendido, de esta forma el Arduino enviará un 0 lógico desactivando el transistor que alimenta todo el circuito y el Arduino se apagará en cuando el pulsador se suelte. Entre la base del transistor y la resistencia de 560Ω se encuentra un diodo rectificador cuya función es que, al pulsar el botón, se evite que la corriente circule a través de dicha resistencia de 560Ω en vez de la base del transistor.



Fuente: Circuito diseñado e implementado por el alumno en el programa Proteus

Figura 2 - 6 Circuito de encendido del chaleco

En el caso del control remoto, como se muestra en la figura 2 – 7, el circuito consistirá en un switch que conserve el estado hasta que sea cambiado manualmente, el switch estará ubicado dentro del circuito de alimentación, donde un estado estará conectado a las baterías en serie, el pin común estará conectado al regulador de voltaje y el otro pin de estado estará conectado a una resistencia de pull-down de 10KΩ.

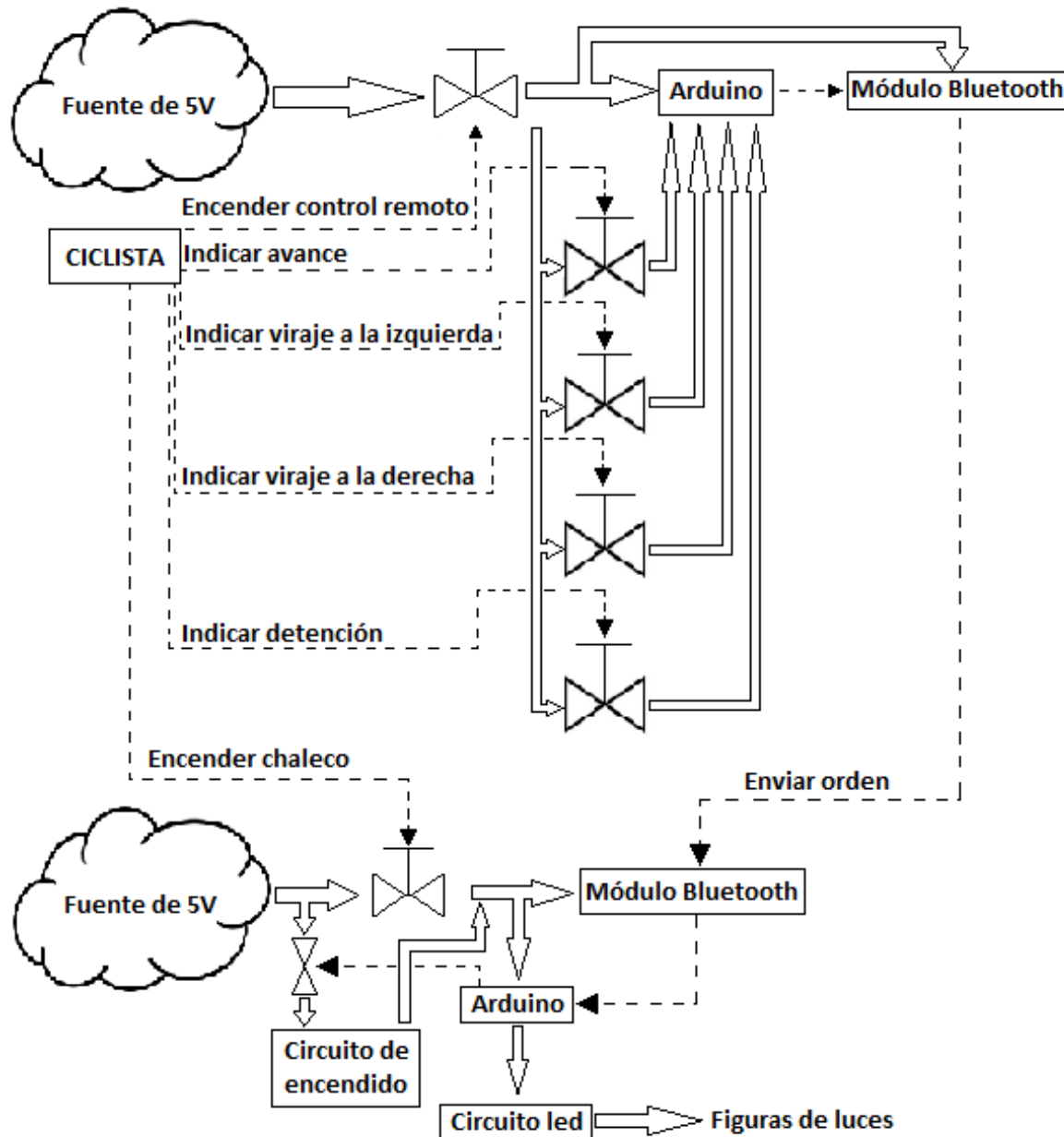


Fuente: Circuito diseñado e implementado por el alumno en el programa Proteus

Figura 2 - 7 Circuito de encendido del control remoto

2.1.6. Circuito completo

A continuación, en la figura 2 – 8, finalizando con la sección de diseño de circuitos, se mostrará el diagrama de bloque que resume todos los circuitos previamente descritos relacionados e indicando sus respectivas funciones.



Fuente: Diagrama realizado por el alumno

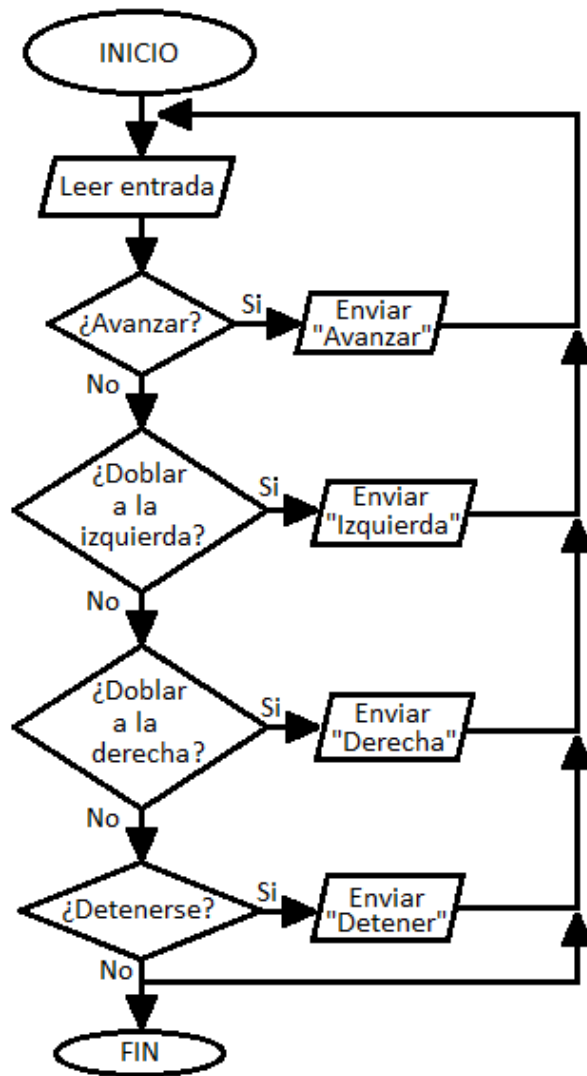
Figura 2 - 8 Diagrama de bloques del circuito del control remoto y chaleco

2.2. PROGRAMACIÓN

Diseñados ya todos los circuitos correspondientes para el control del chaleco y el control del control remoto en el punto anterior de este capítulo, se deben programar los Arduinos de ambos circuitos para que, al entregar y recibir información desde estos circuitos, se ejecute la respuesta correspondiente en forma de instrucción por parte del Arduino hacia el circuito, en esta sección del capítulo se presentarán los programas como diagrama de flujos para después describir el funcionamiento de dicho programa, para facilitar su comprensión, como este trabajo se compone de dos circuitos separados, se mostrarán y explicarán dos diagramas de flujos igualmente separados, los cuales corresponderán a la programación del Arduino de cada circuito. Además, la programación de este proyecto no se limita solamente a las placas Arduino, sino también a los módulos bluetooth que posee tanto el circuito del chaleco como el circuito del control remoto, por lo que se incluirá igualmente en esta sección del capítulo la configuración correspondiente de cada módulo bluetooth para poder establecer su conexión y lograr una comunicación bidireccional entre ambos circuitos.

2.2.1. Programa del control remoto

Como se ha especificado anteriormente, el control remoto, cuya ubicación física para su funcionamiento se encontrará en el manubrio de la bicicleta del usuario, contará con un Arduino en su interior, el cual tendrá la función de controlar el funcionamiento principal del circuito, como se puede observar en la figura 2 – 9 mostrada a continuación se puede observar el diagrama de flujos que explica su programación.



Fuente: Diagrama diseñado y realizado por el alumno

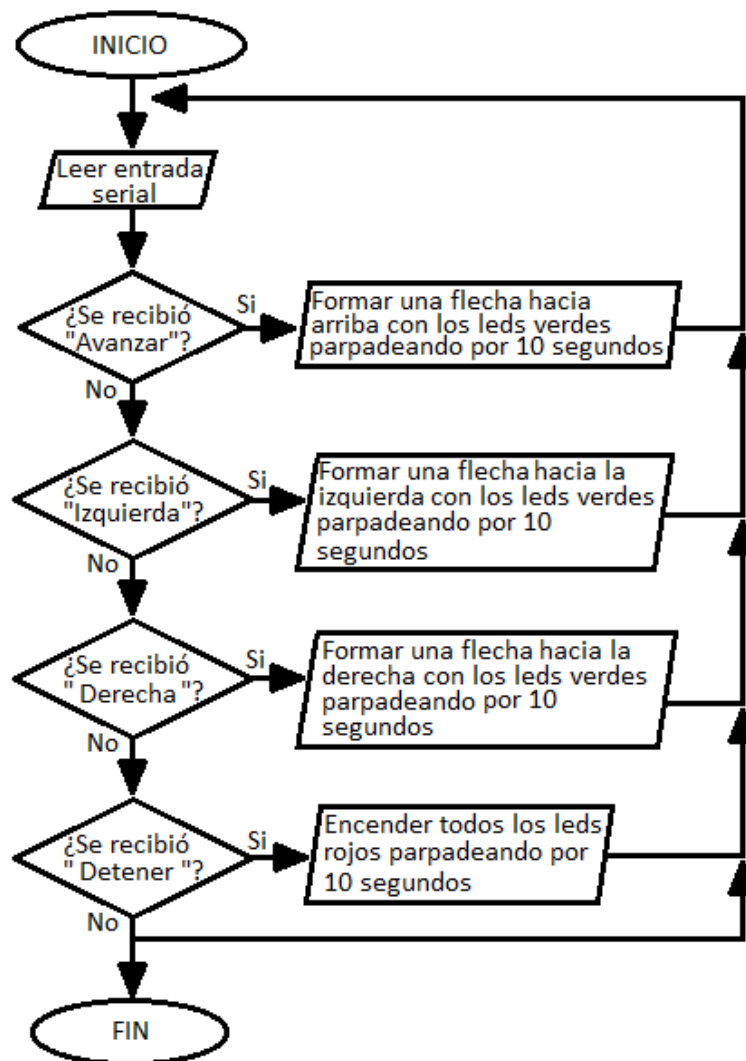
Figura 2 - 9 Diagrama de flujo del control del chaleco

El programa consiste en leer las 4 entradas configuradas del Arduino, si se carga un 1 lógico en la entrada para indicar la acción de avanzar, el Arduino escribirá la palabra "Avanzar" en su puerto serie y será enviada mediante el módulo bluetooth conectado a este. Si se carga un 1 a la entrada correspondiente al viraje a la izquierda, el Arduino escribirá la palabra "Izquierda" en su puerto serial y será enviada mediante el módulo bluetooth conectado a este. Si se carga un 1 a la entrada correspondiente al viraje a la derecha, el Arduino escribirá la palabra "Derecha" en su puerto serial y será enviada mediante el módulo bluetooth conectado a este. Si se carga un 1 a la entrada

correspondiente a la detención, el Arduino escribirá la palabra “Detener” en su puerto serial y será enviada a través del módulo bluetooth conectado a este.

2.2.2. Programa del chaleco

El chaleco tendrá en su interior un Arduino que recibirá las órdenes del control y las aplicará en el circuito ubicado dentro del chaleco donde están todos los diodos led que se mencionaron anteriormente. La programación representada en diagrama de flujos se observa a continuación en la figura 2 – 10.



Fuente: Diagrama diseñado e implementado por el alumno

Figura 2 - 10 Diagrama de flujos del chaleco

El programa se basa en lo que reciba por parte del control a través de los módulos bluetooth que permiten el envío de información inalámbrica. Si el Arduino recibe la palabra “Avanzar”, este encenderá las salidas conectadas a los grupos que, en conjunto, formarían una flecha apuntando hacia arriba. Si recibe la palabra “Izquierda”, este encenderá las salidas conectadas a los grupos que, en conjunto, formarían una flecha apuntando hacia la izquierda. Si recibe la palabra “Derecha”, este encenderá las salidas conectadas a los grupos que, en conjunto, formarían una flecha apuntando hacia la derecha. Si recibe la palabra “Detener”, este encenderá la salida que encenderá todos los diodos led rojos formando un signo de exclamación (!).

2.2.3. Declaración de variables

Las variables corresponden a un nombre para representar el valor de un dato cuyo valor, el cual especificará qué tipo de dato es (por ejemplo: número, carácter, boolean, etc.). Estas variables, dependiendo de su ubicación, serán globales o locales, es decir, si una variable está mencionada antes del VOID SETUP, corresponderá a una variable global, y si ésta se encuentra dentro de una función corresponderá a una variable local.

Las variables globales utilizadas en el programa a confeccionar se pueden observar en las figuras 2 – 11 y 2 – 12, correspondientes a las variables de los programas del control y el chaleco respectivamente.

```
int  avanzar;  
int  izquierda;  
int  derecha;  
int  detener;
```

Fuente: Programa realizado por el alumno en el programa Arduino

Figura 2 - 11 Variables del Arduino del control

```
int resetA=0;  
int resetI=0;  
int resetD=0;  
int resetS=0;  
char orden=0;
```

Fuente: Programa realizado por el alumno en el programa Arduino

Figura 2 - 12 Variables del Arduino del chaleco

Las variables globales del control son para nombrar al valor de las entradas, mientras que las variables globales del chaleco son para mantener un bucle y, en el caso de la variable char, para nombrar la palabra que se recibirá al puerto serie.

2.2.4. Funciones

Toda programación posee dos funciones principales, una de ellas es el “VOID Setup”, la cual es la primera en ejecutarse dentro del código. Esta función es el núcleo de todos los programas y se usa para el control activo de la placa, es decir, es donde se establecen algunos criterios que requieren una ejecución única, para configurar, inicializar variables, comenzar a usar librerías, habilitar entradas y/o salidas. La función VOID Setup del control y el chaleco se muestran a continuación en las figuras 2 – 13 y 2 – 14 respectivamente.

```

void setup() {
  pinMode(5, INPUT);
  pinMode(4, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(2, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

```

Fuente: Programa realizado por el alumno en el programa Arduino

Figura 2 - 13 Función VOID Setup del control

```

void setup() {
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

```

Fuente: Programa realizado por el alumno en el programa Arduino

Figura 2 - 14 Función VOID Setup del chaleco

La función del control establece las entradas en los pines 2, 3, 4 y 5 e inicia la comunicación serial a una velocidad de 9600 bits por segundo. En la función del chaleco se establecen las salidas del circuito en los pines 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 y se inicia la comunicación serial a una velocidad de 9600 bits por segundo.

La otra función principal es el “VOID Loop” que es donde se establecen todas las funciones que realizará el programa, estas funciones fueron explicadas de forma general en los diagramas de flujo descritos previamente. Las funciones VOID Loop del control y parte de la del chaleco se mostrarán a continuación en la figura 2 – 15 y 2 – 16 respectivamente.

```
void loop() {
  avanzar = digitalRead(5);
  izquierda = digitalRead(4);
  derecha = digitalRead(3);
  detener = digitalRead(2);
  if (adelante == HIGH) {
    Serial.print("Avanzar");
    delay(1000);
  }
  else if (izquierda == HIGH) {
    Serial.print("Izquierda");
    delay(1000);
  }
  else if (derecha == HIGH) {
    Serial.print("Derecha");
    delay(1000);
  }
  else if (detener == HIGH) {
    Serial.print("Detener");
    delay(1000);
  }
}
```

Fuente: Programa realizado por el alumno en el programa Arduino

Figura 2 - 15 Función VOID Loop del control

```

void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    orden=Serial.read();
  }
  if(orden=="Avanzar"){
    resetI=0;
    resetD=0;
    resetS=0;
    digitalWrite(12, HIGH);
    digitalWrite(11, HIGH);
    digitalWrite(10, HIGH);
    digitalWrite(7, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(12, LOW);
    digitalWrite(11, LOW);
    digitalWrite(10, LOW);
    digitalWrite(7, LOW);
    delay(500);
    resetA=resetA+1;
    if(resetA==10){
      orden=0;
      resetA=0;
    }
    else{
      orden="Avanzar";
    }
  }
}

```

Fuente: Programa realizado por el alumno en el programa Arduino

Figura 2 - 16 Extracto de la función VOID Loop del chaleco

En la función VOID Loop del control se asignan las variables globales a la función de leer las entradas, dependiendo de la entrada, el Arduino escribirá en su puerto serial la palabra correspondiente a la opción seleccionada por cada segundo que se presione el botón, este tiempo porque el tiempo que se mantiene presionado el pulsador tiende a ser menor a un segundo, por lo que en la práctica sólo se escribiría la orden una vez. En la función VOID Loop, que no se mostró completamente por lo extenso del programa, se ejemplifica que, de recibir la orden "Avanzar", se encenderán las salidas 7, 10, 11 y 12 por medio segundo y se apagaran por medio segundo hasta que hayan transcurrido 10 segundos. La totalidad de este programa se podrá encontrar en la parte de anexos al final de este informe.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN Y ESTUDIO DE COSTOS

3. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN Y ESTUDIO DE COSTOS

En los capítulos anteriores se expuso acerca de la problemática que inspiró a este proyecto, la solución y los diseños tanto de los circuitos como de la programación. En el capítulo a continuación se tratarán los costos de los materiales para la implementación física de este prototipo y el resultado de esta, donde se mencionarán los pasos que se siguieron para la implementación de los circuitos individuales tratados de forma específica en el capítulo 2 de este informe, las problemáticas que se presentaron durante este proceso y, como es mencionado en el título, cómo resultó esta implementación, si se cumplió con lo que se esperaba al momento de diseñar los circuitos y programa, o si surgió un imprevisto, requiriendo de algún cambio que no estaba considerado previamente.

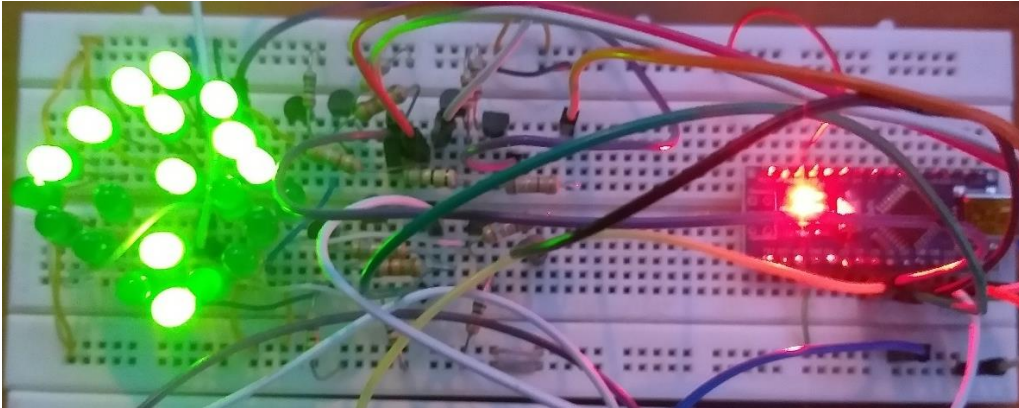
3.1. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN

En el siguiente punto se hablará acerca del resultado de implementación del proyecto, el cual lamentablemente no se pudo implementar de la forma correcta, que correspondía a la implementación en el chaleco con placa, pero si se implementó un prototipo con todos los componentes descritos en los capítulos anteriores en una protoboard que se mostrará a continuación.

3.1.1. Indicadores led verdes

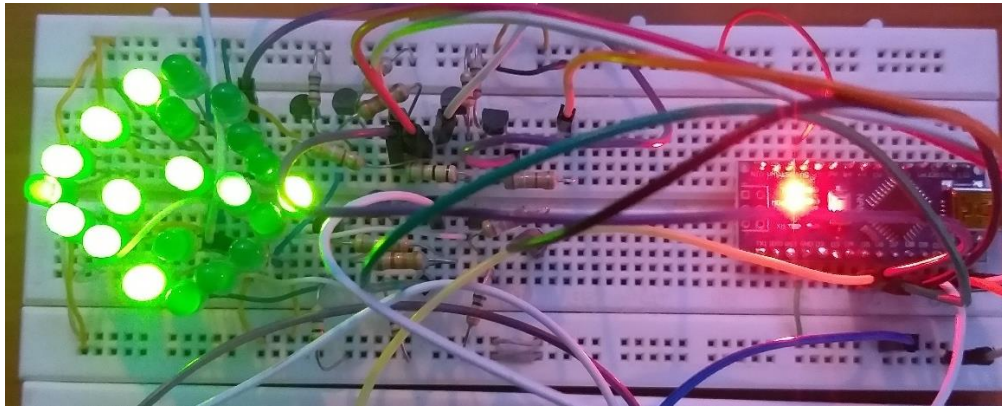
Se implementó el circuito de luces leds verdes para indicar movimientos hacia adelante y virajes hacia la izquierda y derecha, el circuito funcionó correctamente luego de añadirle una función while a cada caso en el código del Arduino, a continuación, se mostrarán las

flechas indicadoras de avanzar, viraje a la izquierda y viraje a la derecha en las figuras 3 – 1, 3 – 2 y 3 – 3, respectivamente.



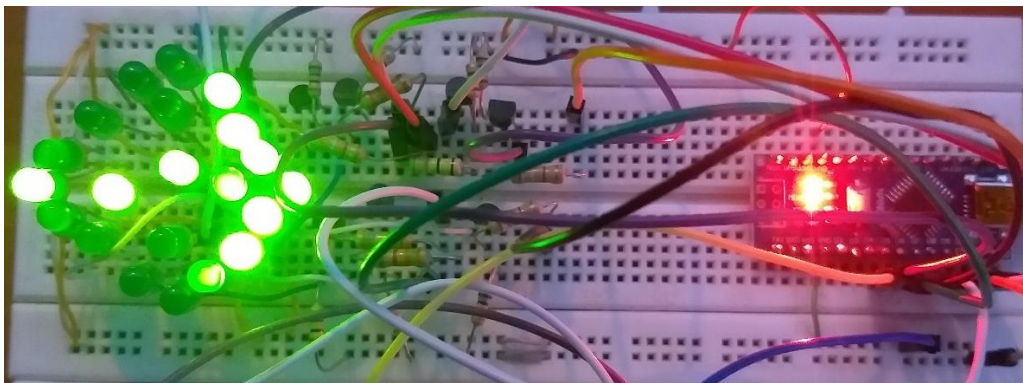
Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 1 Indicador de avanzar funcionando



Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 2 Indicador de viraje a la izquierda funcionando

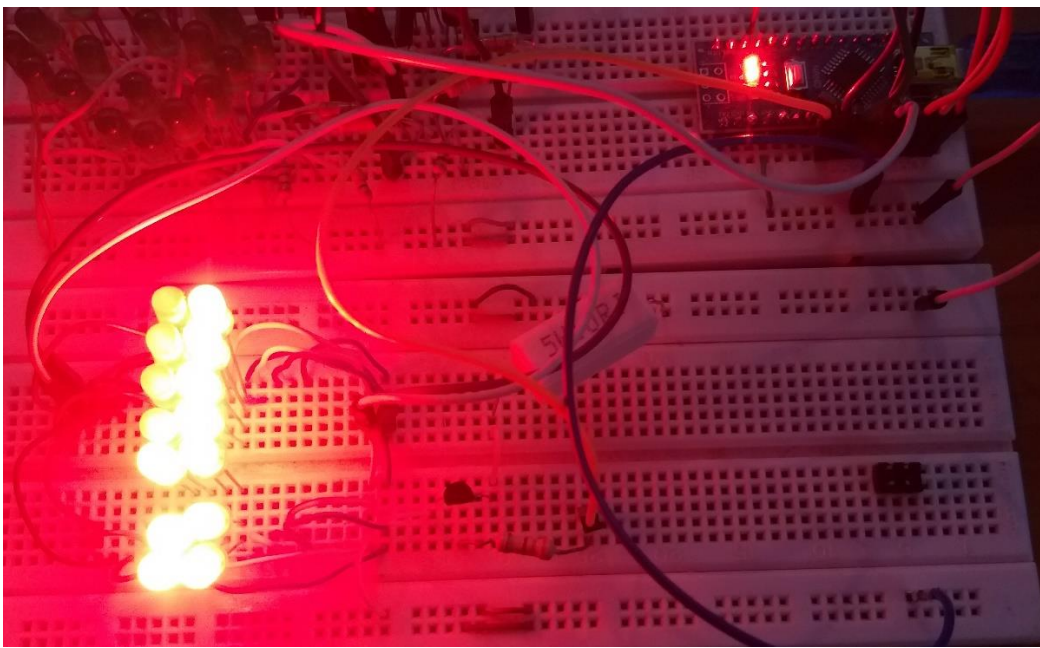


Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 3 Indicador de viraje a la derecha funcionando

3.1.2. Indicadores led rojos

Como se muestra en la figura 3 – 4, se implementó el circuito de luces rojas para indicar la detención del ciclista, al igual que el circuito anterior, este parpadeó correctamente por 10 segundos luego de agregarle una función while a su caso en el código de Arduino.

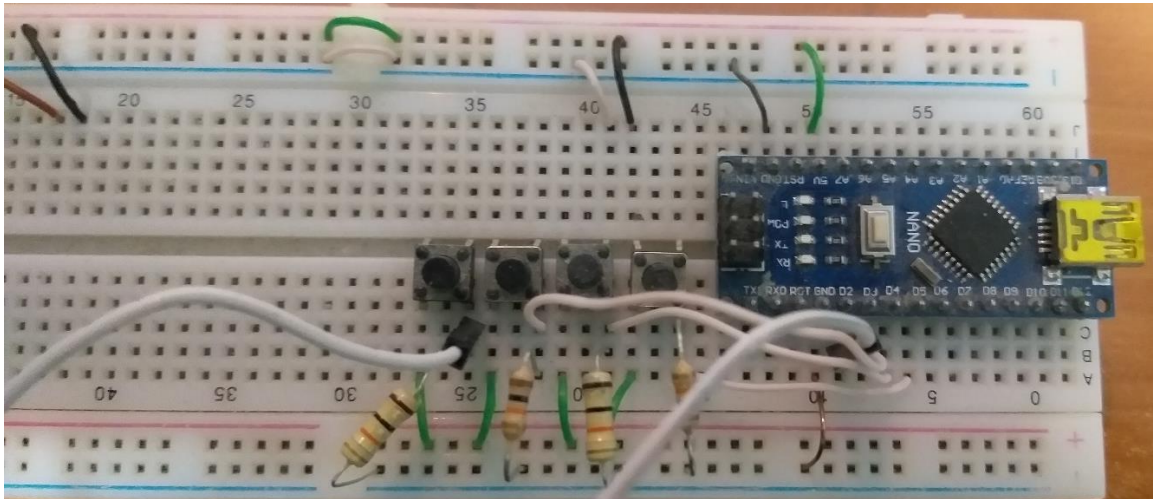


Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 4 Indicador de detención funcionando

3.1.3. Botoneras del control

Los que controlan qué imagen se debe reproducir corresponden a las botoneras, las cuales se implementaron acorde al circuito descrito en el capítulo 2, demostrando que su funcionamiento corresponde al previsto del control como se observa a continuación en la figura 3 – 5 al recibir el Arduino correctamente las señales a sus respectivas entradas las cuales dependen de la botonera presionada.

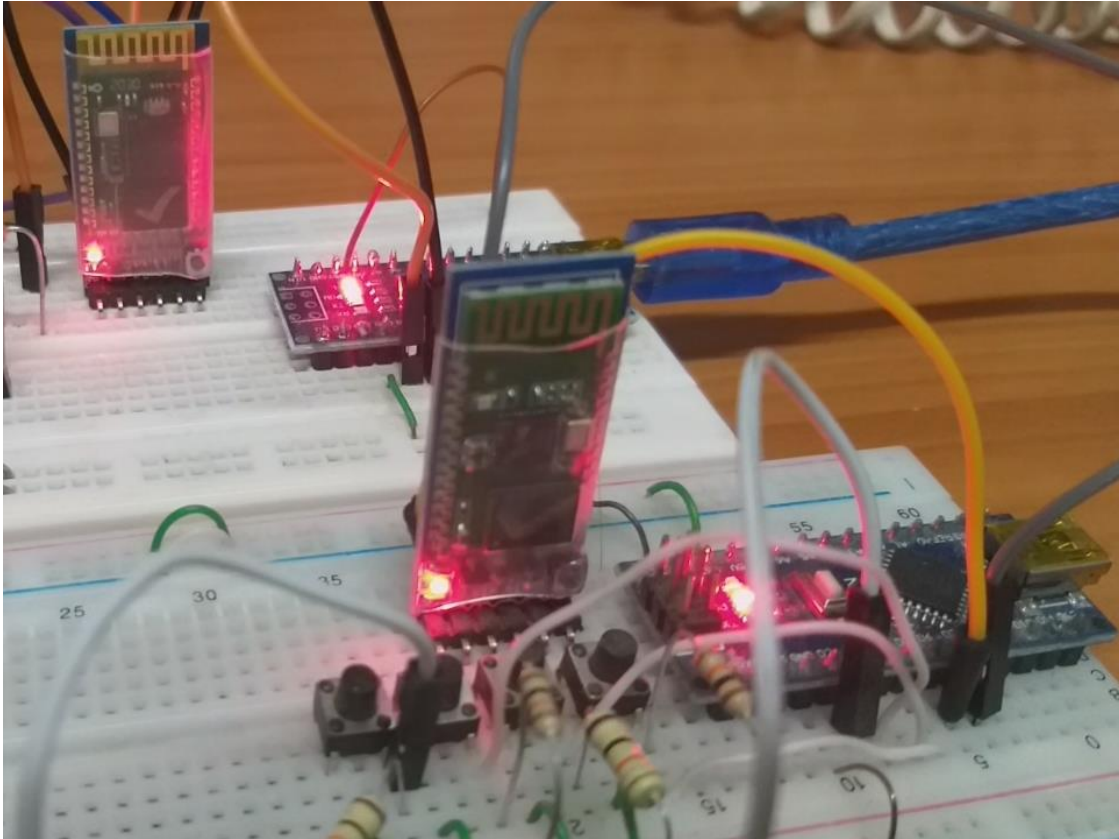


Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 5 Control de luces funcionando

3.1.4. Módulos Bluetooth

Se utilizaron dos módulos bluetooth HC-05, mediante los comandos AT ingresados a través del monitor serial de Arduino, se configuraron en maestro y esclavo, registrando la dirección MAC del módulo bluetooth configurado como esclavo en el módulo configurado en maestro, de esta forma los módulos bluetooth se conectarán entre sí en cuanto se enciendan. Los pines TX y RX de los módulos no se conectaron a los puertos seriales por defecto de los Arduinos, sino a los pines 2 y 3 respectivamente del Arduino del chaleco y los pines 7 y 6 respectivamente del Arduino del control, esto mediante la librería “SoftwareSerial.h” que permite habilitar un puerto serial en pines distintos a los TX y RX del Arduino, esto con la finalidad de habilitar una comunicación serial en otros pines mientras que los pines TX y RX se utilizan internamente para comunicar el Arduino al computador para cargar programas, de esta forma se evita tener que desconectar y conectar constantemente los módulos de los Arduinos cada vez que se cargue un nuevo código. Las conexiones a estos pines junto con los módulos bluetooth se observan a continuación en la figura 3 – 6 junto con su correcto emparejamiento y comunicación.

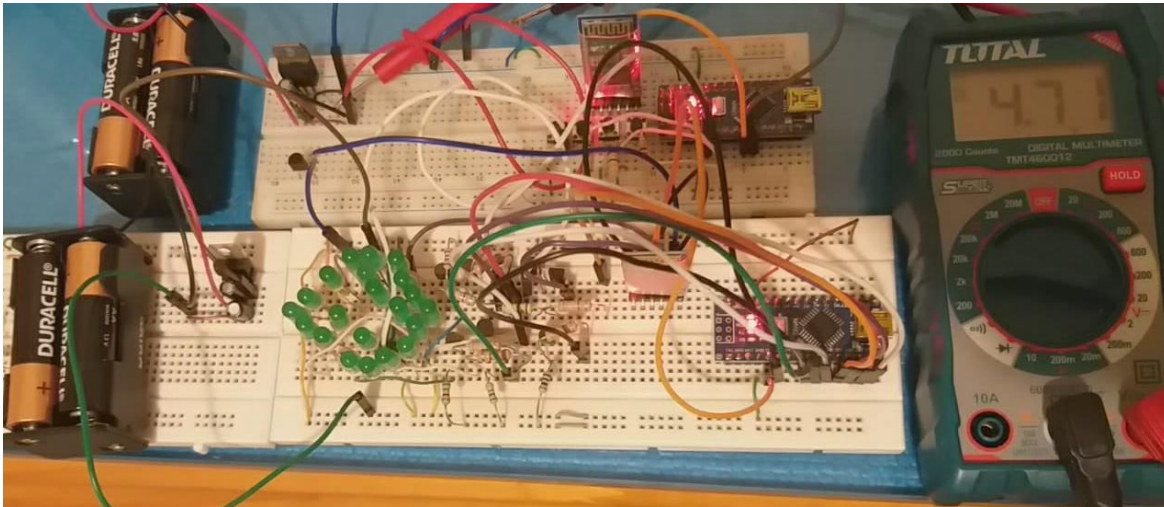


Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 6 De izquierda a derecha: Módulos bluetooth del chaleco y control remoto

3.1.5. Alimentación del circuito

Se implementaron los circuitos descritos en el punto 2.1.4., como se observa en la figura 3 – 7, se obtuvo como voltaje 4,71V y la corriente necesaria para permitir que el funcionamiento de ambos circuitos se desarrolle de forma correcta y óptima al encender sus componentes con normalidad.

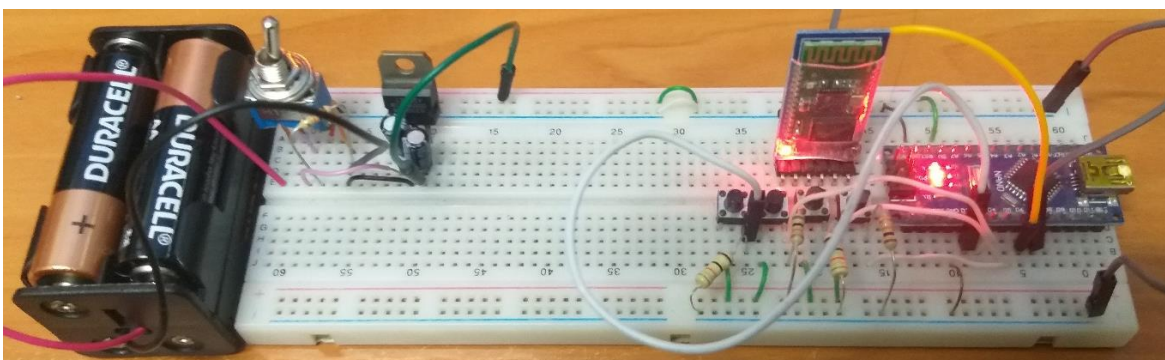


Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 7 Regulador de 5V alimentado por las baterías de 1,5V en serie

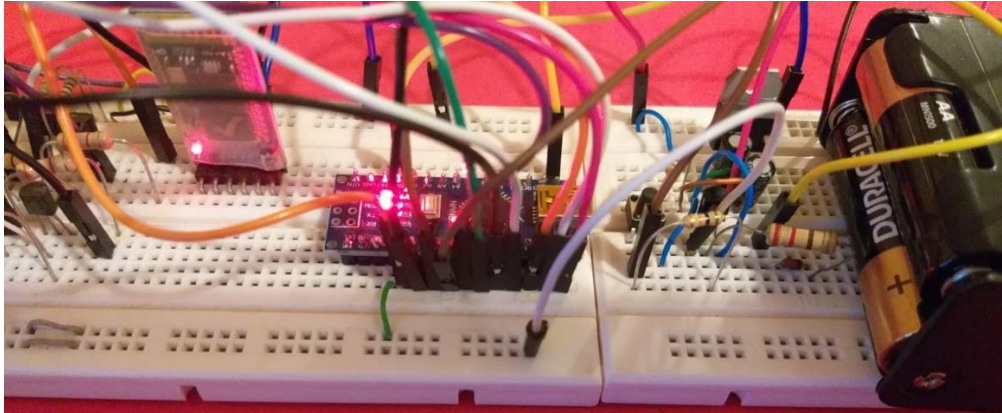
3.1.6. Circuito de encendido

Implementados los circuitos del punto 2.1.5., se observó que, en el caso del control remoto mostrado en la figura 3 – 8, el circuito recibió el voltaje necesario para funcionar sin inconvenientes. Sin embargo, en el caso del circuito de alimentación del Arduino hacia el sistema de luces y comunicación bluetooth que dicho módulo bluetooth no recibía suficiente voltaje a partir de los transistores encargados, por lo que se disminuyó la resistencia de base del transistor a una resistencia de 220Ω , una vez realizado este cambio, se observó que el módulo pudo encenderse y la totalidad del circuito funcionar correctamente como se muestra en la figura 3 – 9.



Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 8 Circuito de encendido del control remoto

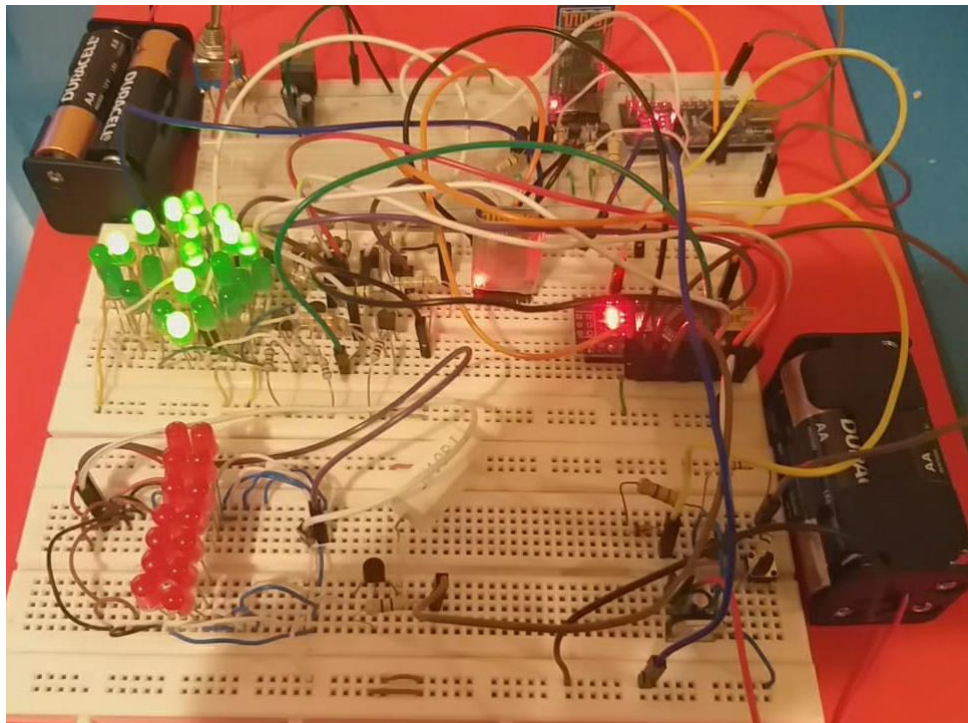


Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 9 Circuito de encendido del Chaleco

3.1.7. Circuito completo

Luego de describir los detalles del prototipo en los puntos anteriores de esta sección de implementación, se muestra a continuación en la figura 3 – 10 el prototipo completo encendido y funcionando, el cual funcionó cumpliendo con todos los puntos descritos en este informe. Debido a la poca oferta de servicio de tallado en placa de cobre, se implementó en protoboard.

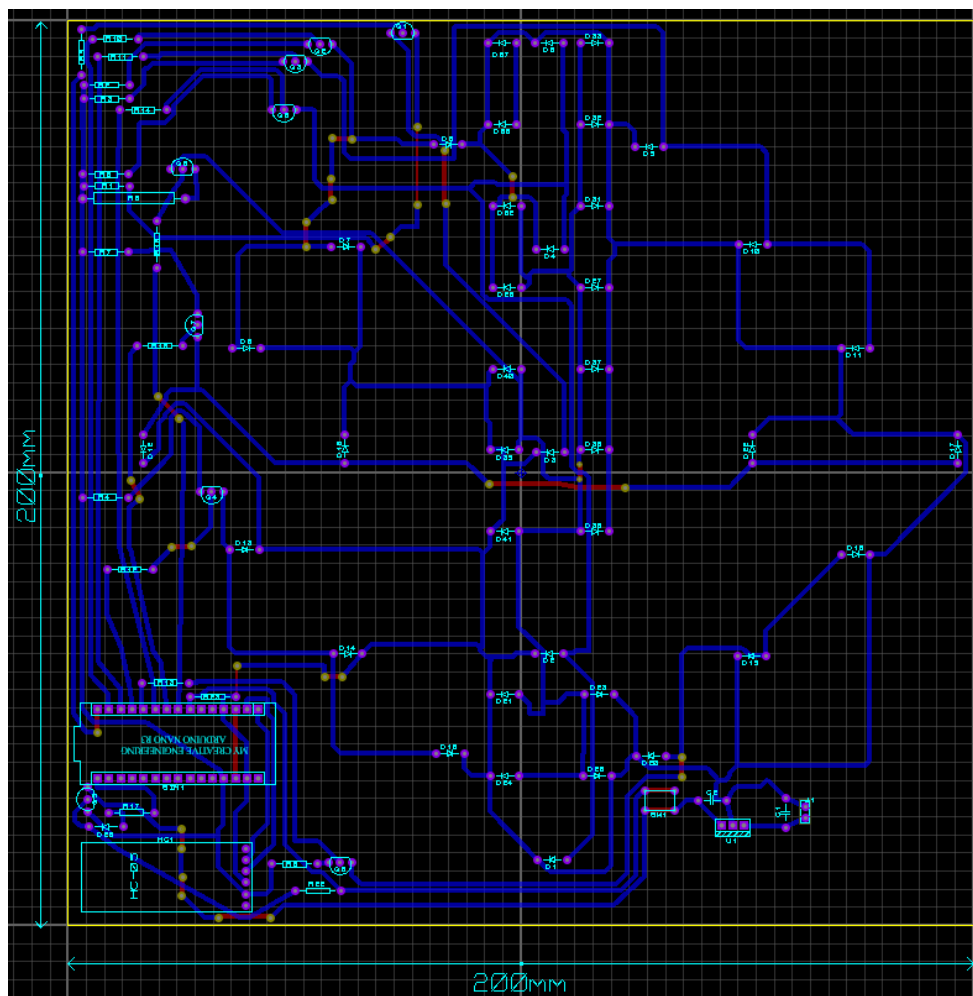


Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 10 Prototipo completo del chaleco para ciclistas

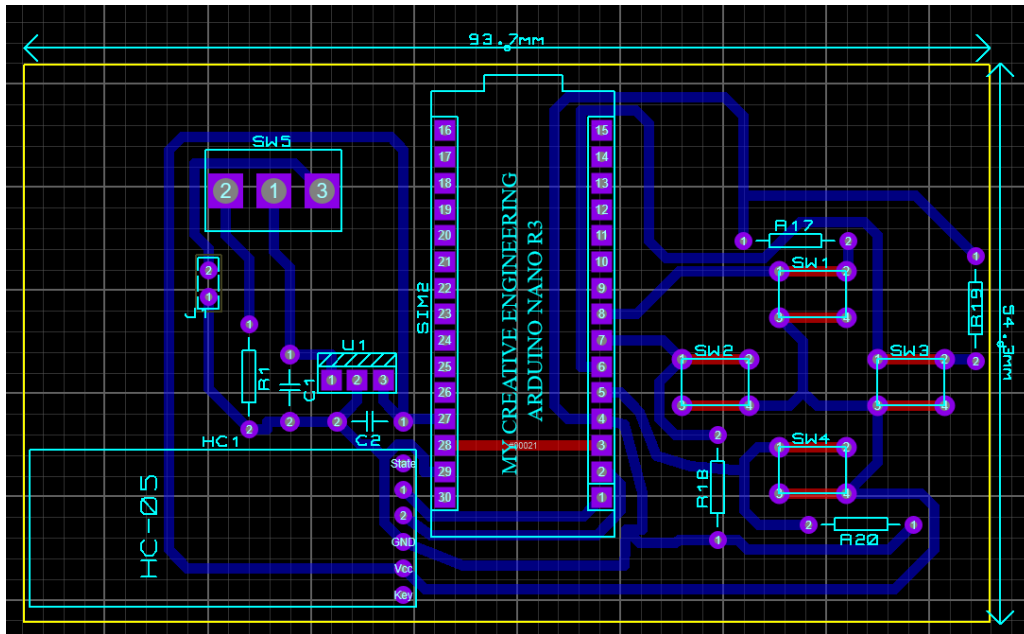
3.1.8. Diseño en PCB

Para una fabricación comercial, se deberá soldar en una placa PBC, por lo que a continuación, se presenta en las figuras 3 – 11 y 3 – 12 los esquemas PCB del circuito del chaleco y control remoto respectivamente junto con las dimensiones que tendrían las placas, siendo 20 centímetros x 20 centímetros la placa del circuito del chaleco y 93,7 milímetros x 54,3 milímetros. La placa de cobre con el circuito del chaleco de ciclista estaría ubicada físicamente en un chaleco reflectante a la espalda del ciclista, mientras que la placa de cobre del circuito del control remoto estaría dentro de una caja plástica unida al manubrio de la bicicleta mediante un soporte para ser operado por el ciclista.



Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 11 Esquema PCB del circuito del chaleco



Fuente: Fotografía del circuito del alumno

Figura 3 - 12 Esquema PCB del circuito del control remoto

3.2. COSTOS DEL PROYECTO

A continuación, se presentará el estudio de los costos que fueron necesarios para la construcción de este prototipo, los cuales están relacionados a los materiales y componentes que se compraron y/o cotizaron para la composición física del dispositivo, las herramientas que fueron utilizadas junto con los materiales y componentes y una estimación de costos de mano de obra para luego finalizar con el resumen de estos estudios recién mencionados en la tabla 3 – 4. Cabe señalar que para todo este punto se utilizaron valores en dólares estadounidenses, valiendo este 803,65 CLP con fecha 06/07/2023.

3.2.1. Componentes

En la tabla 3 – 1 mostrada a continuación, se realizó de forma detallada el estudio de precios de los componentes y materiales que se necesitaron para que este proyecto operara correctamente respecto a las funciones de los circuitos descritos y diseñados en los capítulos anteriores, por lo que estos componentes están directamente relacionados a la composición física de este proyecto.

Tabla 3 - 1 Costo de componentes

Componente/Material	Proveedor	Precio unitario (CLP)	Cantidad	Costo final (CLP)	Costo final (USD)
Arduino Nano	Global electronics	\$7.500	2	\$15.000	\$18,66
Modulo Bluetooth HC-05	Global electronics	\$7.150	2	\$14.300	\$ 17,79
Diodos Leds Verdes	Global electronics	\$50	21	\$1.050	\$ 1,31
Diodos Leds Rojos	Global electronics	\$50	18	\$900	\$ 1,12
Resistencia de 47 Ω	Global electronics	\$15	2	\$30	\$ 0,037
Resistencia de 180 Ω	Global electronics	\$15	1	\$15	\$ 0,019
Resistencia de 56 Ω	Global electronics	\$15	4	\$60	\$ 0,075
Resistencia de 3,3K Ω	Global electronics	\$15	2	\$30	\$0,037
Transistor NPN 2N2222	MaxElectrónica	\$149	9	\$1.341	\$1,67
Resistencia de 10K Ω	Global electronics	\$15	7	\$105	\$0,13
Resistencia de 3,9K Ω	Kowka	\$250	4	\$1.000	\$1,24
Resistencia de 560 Ω	Global electronics	\$70	1	\$70	\$0,087
Resistencia de 12K Ω	Global electronics	\$15	1	\$15	0,019
Diodo rectificador	Global electronics	\$20	1	\$20	\$0,025
Resistencia de 12 Ω 1W	Global electronics	\$40	1	\$40	\$0,050
Pulsadores TS0761	Global electronics	\$150	5	\$750	\$0,93
Regulador de voltaje L7805CV	Global electronics	\$500	2	\$1.000	\$1,24
Condensador de 10uF	Mercado Libre	\$125	4	\$500	\$0,62
Interruptor de 3 pines	Mercado Libre	\$520	1	\$520	\$0,65
Placas PCB PER1520	Global electronics	\$900	2	\$1.800	\$2,24
Batería 1,5V AA	Mercado Libre	\$1.495	8	\$11.960	\$14,88
Soporte de 4 baterías AA en serie	FS Electronics	\$1.600	2	\$3.200	\$3,98
Chaleco reflectante	Mercado Libre	\$1.490	1	\$1.490	\$1,85
Alambre de Estaño	Tektronik	\$1.990	1	\$1.990	\$2,48
			Total	\$57.186	\$71,16

Fuente: Compras y cotizaciones realizadas por el alumno

3.2.2. Herramientas

Los costos de las herramientas necesarias para la construcción de este prototipo se muestran a continuación en la tabla 3 – 2.

Tabla 3 - 2 Costo de herramientas

Herramienta	Proveedor	Precio unitario (CLP)	Cantidad	Costo final (CLP)	Costo final (USD)
Cautín	Tektronik	\$4.990	1	\$4.990	\$6,21
			Total	\$4.990	\$6,21

Fuente: Compras y cotizaciones realizadas por el alumno

3.2.3. Costos de mano de obra

Si bien para este proyecto no se realizó ningún gasto en la mano de obra, esta variable es muy importante al momento de considerar comercializar el proyecto y contratar personal para una mayor producción. Según la página mi futuro, un Técnico Universitario en Electrónica de la Universidad Técnica Federico Santa María recibe, al cuarto año, un salario promedio de 1.050.000 CLP, al trabajar 180 horas mensuales resultaría en 5.834 CLP por hora, si se estima que para construir este proyecto 100% funcional se requieren de 12 horas, se puede realizar un cálculo estimado del costo de mano de obra mostrado en la tabla 3 – 3.

Tabla 3 - 3 Costos de mano de obra

Horas dedicadas	Costo hora por hombre (CLP)	Costo Hora por hombre (USD)	Costo Total Mano de obra (CLP)	Costo Total Mano de obra (USD)
12	\$5.834	7,3	\$70.000	87,10

Fuente: <https://www.mifuturo.cl/busador-de-empleabilidad-e-ingresos/>

3.2.4. Resultados de estudio de costos

Finalizados los estudios de costos de materiales/componentes, herramientas y mano de obra, se realizará en la tabla 3 – 4 la suma entre ellos sacando el resultado final del costo de construir un chaleco led para ciclistas.

Tabla 3 - 4 Suma de estudio de costos

Componentes/Materiales (CLP)	Herramientas (CLP)	Mano de obra (CLP)	Total (CLP)	Total (USD)
\$57.186	\$4.990	\$70.000	\$132.176	164,47

Fuente: Cálculos realizados previamente

El valor final corresponde a 132.176 CLP equivalentes a 164,47 USD, cabe aclarar que esto es una estimación y podría variar con el tiempo, entre algunas cosas porque el presupuesto de componentes se realizó con los que se utilizaron de reemplazo a los que habían sido originalmente escogidos para la implementación del proyecto, también porque las herramientas se comprarían una vez cada cierto periodo de tiempo correspondientes a la vida útil de dichas herramientas, por lo que el costo de producción se reduciría a aproximadamente 127.186 CLP equivalentes a 158,26 USD que consisten en el costo de los componentes y la mano de obra. Sumado a lo anterior, especialmente en periodos como hoy donde la economía sufre altibajos constantemente y los precios son cada vez mayores, donde directamente puede variar el salario de un técnico en electrónica, teniendo como consecuencia que a su vez alteraría el valor calculado para la mano de obra en la tabla recién presentada, por lo que el resultado obtenido es referencial.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo de título se pudo evidenciar que la seguridad de las personas puede mejorar mediante la tecnología, y que aún existen problemáticas de años de antigüedad que necesitan ser atendidas mediante una solución encontrada en la tecnología, como es el caso de este trabajo de título, que tiene como finalidad aumentar la comunicación entre ciclistas y conductores de vehículos buscando de esta forma reducir los accidentes entre ambos e, idealmente, salvar vidas. Por lo que este trabajo se desarrollará en mayor profundidad buscando comercializarlo.

Se aprendió acerca de los módulos bluetooth HC-05 y HC-06, los cuales tienen distintas formas de configurarse, siendo la del módulo HC-06 mucho más limitada por lo que presentó problemas para utilizarse en conjunto con el módulo HC-05, sin embargo, no se debe descartar como alternativa a futuro, ya que, por su limitado funcionamiento, puede servir como una alternativa más económica a la opción de usar dos módulos HC-05.

Se observó además que el Arduino UNO es una alternativa para programar y comprobar el funcionamiento del circuito como se tenía considerado al iniciar este trabajo de título, sin embargo, se reemplazó por el Arduino Nano por su reducido tamaño y costo, por lo que, para una implementación de un modelo comercial, se utilizará un Arduino Nano en lugar del Arduino UNO que sigue siendo una buena alternativa de herramienta de experimentación e incluso de configuración de los módulos Bluetooth en laboratorio.

Entre las opciones de alimentación se observaron varias opciones, por lo que se considerará para próximos prototipos el uso de una batería recargable de 3,7V conectada a un elevador de tensión a 5V y a un módulo cargador especial para esta, de esta forma se podría reducir considerablemente el costo final del producto ya que se reduciría la cantidad de componentes a comprar y se abriría la posibilidad de obtenerlas de celulares en desuso, ya que las baterías corresponden precisamente a baterías recargables de 3,7V.

BIBLIOGRAFÍA

MI FUTURO. Sueldo promedio de Técnico Universitario en Electrónica. [En línea].

<<https://www.mifuturo.cl/buscador-de-empleabilidad-e-ingresos/>> [consulta: 17 de agosto de 2022].

CURIOSFERA. Historia y evolución de la bicicleta. [En línea].

<<https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-bicicleta/>> [consulta: 3 de mayo de 2022].

CYCLE HELMETS. The Health Benefits of Cycling. [En línea].

<<https://www.cyclehelmets.org/1015.html>> [consulta: 3 de mayo de 2022].

ADN RADIO. Ministro de Transportes y Telecomunicaciones responde dudas sobre uso de chaleco reflectante. [En línea].

<<https://www.adnradio.cl/tiempo-libre/2016/01/05/ministro-de-transportes-y-telecomunicaciones-responde-dudas-sobre-uso-de-chaleco-reflectante-3031468.html>> [consulta: 3 de mayo de 2022].

OSSBY. Bicicleta como medio de transporte: Ventajas y desventajas. [En línea].

<<https://ossby.com/bicicleta-como-medio-de-transporte/>> [consulta: 5 de mayo de 2022].

ROCK AND POP. ¿Llegaron para quedarse?: Estudio afirma el aumento del uso de bicicletas en pandemia. [En línea].

<<https://www.rockandpop.cl/2021/02/llegaron-para-quedarse-estudio-afirma-el-aumento-del-uso-de-bicicletas-en-pandemia/>> [consulta: 6 de mayo de 2022].

EL MOSTRADOR. Preocupación por aumento de ciclistas fallecidos en accidentes de tránsito en un 28%. [En línea].

<<https://www.elmostrador.cl/generacion-m/2020/11/12/aumentan-en-un-28-los-ciclistas-fallecidos-en-accidentes-de-transito/>> [consulta: 10 de mayo de 2022].

EMOL. En dos años murieron 184 ciclistas en más de 6 mil accidentes de tránsito que involucró bicicletas. [En línea].

<<https://www.emol.com/noticias/Nacional/2022/01/20/1044503/accidentes-fallecidos-ciclistas-dos-anos.html>> [consulta: 10 de mayo de 2022].

SEGUROS SURA. Ocho errores frecuentes que cometen los ciclistas. [En línea].

<<https://segurossura.com/co/blog/movilidad/ocho-errores-frecuentes-que-cometen-los-ciclistas/>> [consulta: 11 de mayo de 2022].

BTT BIKE. Derechos y obligaciones para circular en bicicleta por la ciudad y la ruta. [En línea].

<<https://www.bttbike.com/mtb/625077-ruta-plata-obligaciones-derechos-cuidad-circular-bicicleta-argentina-aires>> [consulta: 13 de mayo de 2022].

ATHENA. HC-05 Bluetooth. [En línea].

<https://athena-robots.readthedocs.io/en/latest/hc05_bluetooth.html#:~:text=After%20pairing%2C%20the%20current%20consumption,device%20is%20about%2020%20mA.> [consulta: 4 de marzo de 2023]

ALL SPARES. ¿Qué es una batería 18650? [En línea].

<<https://all-spares.com/es/articles-and-video/what-is-18650-battery/>> [consulta: 28 de mayo de 2023]

CONASET. Ciclistas. [En línea].

<<https://www.conaset.cl/ciclistas/>> [consulta: 4 de julio de 2023]

PROMETEC. ¿Cuánto consume Arduino? [En línea].

<<https://www.prometec.net/consumos-arduino/>> [consulta: 5 de julio de 2023]

GLOSARIO

RESISTENCIA DE PULL-UP: Resistencia conectada a la alimentación, significando esto un 1 lógico a la salida, hasta que se presiona un interruptor que cierra el circuito resultando un 0 lógico a la salida.

RESISTENCIA DE PULL-DOWN: Resistencia conectada a tierra que a su salida corresponde un 0 lógico, hasta que se presiona un interruptor conectado a la fuente de voltaje, resultando a la salida del circuito un 1 lógico.

ETIQUETA: Función del programa proteus destinado a unir dos puntos sin la necesidad de dibujar un cable en el esquema, de esta forma se ve más ordenado y entendible.

BLUETOOTH: Bluetooth es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPAN) creado por Bluetooth Special Interest Group, Inc. que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz.

ANEXOS**PROGRAMA DEL CHALECO****ARDUINO NANO**

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

```
SoftwareSerial BT(2,3);
```

```
int resetA=0;
```

```
int resetI=0;
```

```
int resetD=0;
```

```
int resetS=0;
```

```
char dato;
```

```
int ad=0;
```

```
int iz=0;
```

```
int de=0;
```

```
int st=0;
```

```
void setup() {
```

```
    pinMode(12, OUTPUT);
```

```
    pinMode(11, OUTPUT);
```

```
    pinMode(10, OUTPUT);
```

```
    pinMode(9, OUTPUT);
```

```
    pinMode(8, OUTPUT);
```

```
pinMode(7, OUTPUT);

pinMode(6, OUTPUT);

pinMode(5, OUTPUT);

BT.begin(9600);

}
```

```
void loop() {

    if (BT.available() > 0) {

        dato=BT.read();

        switch (dato){

            case 'A':

                ad=ad+1;

                st=0;

                de=0;

                iz=0;

                break;

            case 'I':

                iz=iz+1;

                st=0;

                de=0;

                ad=0;

                break;
```

```
case 'D':  
  
    de=de+1;  
  
    ad=0;  
  
    st=0;  
  
    iz=0;  
  
    break;  
  
case 'S':  
  
    st=st+1;  
  
    ad=0;  
  
    iz=0;  
  
    de=0;  
  
default:  
  
    ad=ad;  
  
    iz=iz;  
  
    de=de;  
  
    st=st;  
  
}  
  
if(ad>=1){  
  
    while(ad>=1){  
  
        st=0;  
  
        de=0;  
  
        iz=0;
```

```
resetI=0;

resetD=0;

resetS=0;

digitalWrite(12, HIGH);

digitalWrite(11, HIGH);

digitalWrite(10, HIGH);

digitalWrite(7, HIGH);

delay(500);

digitalWrite(12, LOW);

digitalWrite(11, LOW);

digitalWrite(10, LOW);

digitalWrite(7, LOW);

delay(500);

resetA=resetA+1;

if(resetA==10){

    ad=0;

    resetA=0;

}

else{

    ad=1;

}

}
```

```
}  
  
else if(iz>=1){  
  
    while(iz>=1){  
  
        st=0;  
  
        de=0;  
  
        ad=0;  
  
        resetA=0;  
  
        resetD=0;  
  
        resetS=0;  
  
        digitalWrite(12, HIGH);  
  
        digitalWrite(11, HIGH);  
  
        digitalWrite(9, HIGH);  
  
        digitalWrite(6, HIGH);  
  
        delay(500);  
  
        digitalWrite(12, LOW);  
  
        digitalWrite(11, LOW);  
  
        digitalWrite(9, LOW);  
  
        digitalWrite(6, LOW);  
  
        delay(500);  
  
        resetI=resetI+1;  
  
        if(resetI==10){  
  
            iz=0;
```

```
    resetI=0;

}

else{

    iz=1;

}

}

}

else if(de>=1){

    while(de>=1){

        ad=0;

        st=0;

        iz=0;

        resetA=0;

        resetI=0;

        resetS=0;

        digitalWrite(12, HIGH);

        digitalWrite(10, HIGH);

        digitalWrite(8, HIGH);

        digitalWrite(6, HIGH);

        delay(500);

        digitalWrite(12, LOW);

        digitalWrite(10, LOW);
```

```
digitalWrite(8, LOW);

digitalWrite(6, LOW);

delay(500);

resetD=resetD+1;

if(resetD==10){

    de=0;

    resetD=0;

}

else{

    de=1;

}

}

}

else if(st>=1){

    while(st>=1){

        ad=0;

        iz=0;

        de=0;

        resetA=0;

        resetD=0;

        resetI=0;

        digitalWrite(5, HIGH);
```

```
delay(500);

digitalWrite(5, LOW);

delay(500);

resetS=resetS+1;

if(resetS==10){

    st=0;

    resetS=0;

}

else{

    st=1;

}

}

}

else{

    digitalWrite(12, LOW);

    digitalWrite(11, LOW);

    digitalWrite(10, LOW);

    digitalWrite(9, LOW);

    digitalWrite(8, LOW);

    digitalWrite(7, LOW);

    digitalWrite(6, LOW);

    digitalWrite(5, LOW);
```

```

    }

    }

}

```

PROGRAMA DEL CONTROL REMOTO

ARDUINO NANO

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

```
SoftwareSerial BT(7,6);
```

```
int adelante;
```

```
int izquierda;
```

```
int derecha;
```

```
int detener;
```

```
void setup() {
```

```
    pinMode(5, INPUT);
```

```
    pinMode(4, INPUT);
```

```
    pinMode(3, INPUT);
```

```
    pinMode(2, INPUT);
```

```
    BT.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
adelante = digitalRead(5);

izquierda = digitalRead(4);

derecha = digitalRead(3);

detener = digitalRead(2);

if (adelante == HIGH){

    BT.print('A');

    delay(900);

}

else if (izquierda == HIGH){

    BT.print('I');

    delay(900);

}

else if (derecha == HIGH){

    BT.print('D');

    delay(900);

}

else if (detener == HIGH){

    BT.print('S');

    delay(900);

}

}
```