



Facultad de Ingeniería

Trabajo de Investigación

“Diseño y desarrollo de un sistema portable de proximidad para invidentes que permite el uso de ambas manos”

Autores:

Adrianzen Brocq, Rodolfo Augusto - 1421120

Puma Carrasco, Giancarlo - 1420478

Para obtener el Grado de Bachiller en

Ingeniería Mecatrónica

Lima, junio del 2019

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo diseñar y desarrollar un sistema portable de proximidad para invidentes que permite el uso de ambas manos, utilizando sensores de distancia por ultrasonido y un sistema de aviso por vibración, los cuales permiten a las personas invidentes alertar ante los obstáculos que existan en su desplazamiento. Adicionalmente, en este trabajo de investigación se muestra de forma general el modelamiento de las distintas variables asociadas a los elementos empleados en la construcción así mismo la implementación y construcción del prototipo como el desarrollo del hardware y software del prototipo. También se incluye simulaciones y pruebas de funcionamiento del sistema electrónico cuya implementación será un gorro visera, por última parte se tienen las conclusión y recomendaciones obtenidas tras el desarrollo del prototipo electrónico.

Palabras clave: sensores de proximidad, Arduino, personas invidentes.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a nuestras familias por haber sido nuestro apoyo a lo largo de toda nuestra vida. Y a nuestros maestros que nos acompañaron en esta etapa, aportando a nuestra formación tanto profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por darnos siempre el apoyo y la motivación en cada paso de nuestros logros profesionales y por animarnos constantemente para finalizar cada meta que nos propongamos.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Alcance de la investigación	4
1.3.1. Importancia de la investigación	4
1.3.2. Viabilidad de la investigación	4
1.3.3. Limitaciones del estudio	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Problemas similares y análisis de soluciones empleadas	6
2.1.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.2. Diagrama de bloques	9
2.2. Modelamiento	9
2.2.1. Modelamiento del sensor ultrasónico	9
2.2.2. Modelamiento de la fuente de alimentación	13
2.2.3. Modelamiento de motores vibradores DC	16
2.2.4. Modelamiento del sensor de color	18
2.2.5. Modelamiento por parámetros	21
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN	22
3.1. Diseño electrónico del prototipo	22
3.1.1. Selección del controlador	22
3.1.2. Selección del Sensor ultrasonido	24
3.1.3. Diseño de la fuente de alimentación	29
3.1.4. Selección del motor vibrador DC	32
3.1.5. Selección del sensor de color	33
3.2. Pruebas de programación del prototipo	35
3.2.1. Propósito del diseño	38
3.2.2. Simulación del prototipo	39
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	41
4.1. Pruebas de programación del prototipo	41
4.2. Propuesta económica	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFIA	46
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características técnicas de circuitos integrados modelo 78xx	14
Tabla 2. Rango de vibración de amplitud	17
Tabla 3. Parámetros para el modelamiento electrónico.	21
Tabla 4. Datos técnicos de los diferentes sensores ultrasonidos.	25
Tabla 5. Parámetros sensor HC SR04.	25
Tabla 6. Potencia consumida del prototipo.	29
Tabla 7. Posición y distancia real vs medida.	42
Tabla 8. Tabla de detección obstáculos laterales.	45
Tabla 9. Costos de prototipo.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de bloques.	9
Figura 2. Operación de un sensor ultrasónico.	12
Figura 3. Diagrama electrónico del circuito integrado 78XX.	14
Figura 4. Esquema electrónico en configuración de protección de 78XX.	15
Figura 5. Características típicas de rendimiento del motor vibrador DC.	18
Figura 6. Pines Atmega328.	23
Figura 7. Arduino UNO.	23
Figura 8. Funcionamiento sensor ultrasonido.	24
Figura 9. Diagrama de conexión de sensor ultrasónico HC-SR04.	26
Figura 10. Angulo de incidencia y alcance del sensor ultrasónico HC-SR04	28
Figura 11. Entradas de alimentación del Arduino Uno.	30
Figura 12. Diagrama electrónico de alimentación del prototipo.	31
Figura 13. Vista física del Mini-Motor vibrador PMD.	32
Figura 14. Selección del filtro y el escalado a aplicar.	34
Figura 15. Sensor TCS3200 para medida de color (izquierda) y su conexión con Arduino (derecha).	34
Figura 16. Programación del sensor YCS3200 en la plataforma de Arduino.	35
Figura 17. Código de programación para sensor ultrasónico.	35
Figura 18. Diagrama de conexión Arduino y sensor ultrasónico.	36
Figura 19. Programación del sensor TCS3200 en la plataforma de Arduino.	37
Figura 20. Sistema electrónico del prototipo.	38
Figura 21. Ensamble del prototipo electrónico	38
Figura 22. Declaración de Variables de los sensores y actuadores.	39
Figura 23. Control condicional de motor vibradores.	40
Figura 24. Código de programación de sensor ultrasónico	40
Figura 25. Ensamble del circuito del prototipo en Proteus 8 Pro	41
Figura 26. Disposición de los obstáculos respecto al prototipo electrónico.	41
Figura 27. Prueba del sensor HC SR04 a 21cm	43
Figura 28. Pantala del computador HC SR04 a 21cm	44
Figura 29. Disposición de los obstáculos laterales respecto al prototipo	44

INTRODUCCIÓN

Indistintamente de raza, estatus social, cultural o nacionalidad, ha existido la discapacidad visual, debido a ello es necesario contar con sistemas que puedan permitirles a personas con poca o nula visibilidad adaptarse al ambiente en el que se desenvuelven, para que así puedan obtener una mejor calidad de vida. En el presente trabajo de investigación se realiza el diseño y desarrollo de un prototipo lo que facilitará al usuario portarlo como una prenda de vestir de modo que le permita el uso de ambas manos, contando con sensores comerciales, de tal forma que le permite esquivar un objeto, contando también con una comunicación inducida por vibraciones, las cuales le generará a la persona invidente el poder recibir la alerta de distintos obstáculos en distintos puntos cardinales ejerciendo una aproximación. Dicho prototipo será diseñado y desarrollado, tanto como en la parte física (hardware) como también en la parte de su programación (software). Habiendo culminado con el desarrollo del prototipo, de tal forma que se verá introducido a pruebas para así poder validar su funcionalidad y eficiencia, de la manera que se pueda obtener un sistema el cual brinde un apoyo tanto a la comunidad científica como a la población de personas invidentes.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

En el país se registra que el 10% de personas tienen algún tipo de discapacidad de los cuales 48,3% de este grupo tiene dificultad visual, tal como se evidencia en los censos realizados en el año 2017 por lo que se afirma que la cantidad de personas invidentes hasta el año 2018 es un aproximado de 1'473.928 personas con discapacidad visual según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (2018, 9 de setiembre). Realizando una comparativa con el artículo del INEI, se afirma que en el Perú el 5,2 % de la población peruana padece algún tipo de discapacidad, de los cuales 801 mil personas tienen limitaciones para ver de forma permanente según cifras estadísticas del Ministerio de Salud. (2013, 3 diciembre). Se verifica el crecimiento personas con discapacidad visual en los últimos 5 años, habiendo un porcentaje de crecimiento en 82% desde el año 2013 hasta el 2018.

La discapacidad visual limita a las personas a no realizar sus actividades cotidianas de manera independiente y al perjuicio de la calidad de vida,

puesto que es considerada como el principal problema entorno a los sentidos del ser humano, debido a que la mayor información sensorial, tiende a ser captada por el sentido de la vista con respecto al ambiente en el que se desenvuelve un ser humano. Por dicho motivo las personas que padecen de cualquier tipo de discapacidad en el sentido de la vista, completa o parcial, requiere de una asistencia especial para una mayor interacción entre el individuo invidente con la sociedad y su entorno.

La población que carece del sentido de la vista ha sido expuesta a un crecimiento alarmante, tiende a ser un porcentaje mínimo con respecto al resto de la población, debido a la ausencia de una abrumante demanda, los dispositivos electrónicos que benefician a las personas invidentes tienden a costar un precio muy elevado. Entre uno de los problemas que afecta esta discapacidad es la dificultad para trasladarse con autonomía e independencia, puesto que la persona invidente no puede movilizarse en su entorno, por tal mencionado motivo, recurren a medios alternativos de apoyo o de asistencia para desplazarse de un lugar a otro, como el uso de bastones de movilidad y a los perros guías, sin embargo, este tipo de ayuda resulta insuficiente ya que solo le brinda asistencia en relación a dependencia y falta de información, como el de desplazarse de un lugar a otro sabiendo la dirección a donde se dirige. Por lo tanto, se muestra la necesidad de desarrollar una solución que pueda suplir las dificultades expuestas que poseen las personas invidentes, principalmente en entornos abiertos, de modo que sea posible identificar todo tipo de obstáculos que interfieran en su entorno de desenvolvimiento. Por lo que, desde el enfoque tecnológico se solicita desarrollar un sistema que sea capaz de cubrir las

necesidades básicas de desplazamiento en las personas invidentes presentadas en un entorno cerrado como abierto, de modo que se pueda identificar obstáculos que interfieran durante el trayecto de desplazamiento. Con respecto al acápite anterior, se formulan las siguientes interrogantes con el fin de brindar alguna ayuda a las personas invidentes, cómo si sera posible diseñar y desarrollar un sistema portable de proximidad para invidentes que permite el uso de ambas manos y si esto será de ayuda a la mejora de la calidad de vida de casi dos millones de personas con el diseño de un dispositivo de detección ultrasónica y de color. Además, si será factible que el prototipo de bajo costo para la detección de obstáculos y que pueda sustituir al uso de sistemas ortodoxos como los convencionales.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema electrónico portable de proximidad para personas invidentes el cual le pueda permitir el uso de ambas manos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar la unidad de control y procesamiento de señales del prototipo.
- Seleccionar, dimensionar y calibrar los diferentes sensores de proximidad ultrasónicos, de identificación de color y actuadores.
- Diseñar e implementar el sistema de potencia y de control de alimentación del prototipo.
- Implementar el sistema de potencia de alimentación externa y portable del prototipo.

1.3. Alcance de la investigación

1.3.1. Importancia de la investigación

La importancia en la investigación, es de desarrollar un sistema electrónico a bajo costo, pero a su vez capaz de cumplir las necesidades requeridas, aplicando el control automático por medio de un controlador, como los sensores ultrasónicos y el sensor de color, así como también las salidas del sistema, la cual es la vibración que permitirá la comunicación entre el sistema y la persona, que conlleve al usuario invidente al beneficio de tener ambas manos libres, desempeñando así otras tareas de importancia.

1.3.2. Viabilidad de la investigación

Los dispositivos electrónicos son de factible alcance en el mercado actual, además del práctico manejo y operatividad lo que garantizara la eficiente funcionabilidad del prototipo. Así mismo, se contará con los diversos softwares para la programación y materiales para el diseño del prototipo, como los conocimientos de manejo de los sensores, actuadores y otros componentes que interactuaran en la implementación del prototipo.

1.3.3. Limitaciones del estudio

El dispositivo electrónico por desarrollar estará limitado al entorno en donde se desenvolverá, se debe contar con veredas señalizadas de color amarillas o blancas, para que el sensor de color tenga un óptimo funcionamiento, también se procederá con una calibración en los sensores de proximidad ultrasónicos antes de que se pueda operar el sistema, además de la calibración, el sistema electrónico

necesitará contar con un proceso de mantenimiento y de conservación. El prototipo será utilizado de manera portable, que será transportada como prenda de vestir llevada en la cabeza, algunas personas, por cuestiones de comodidad, no tienen el agrado de llevar accesorios en la cabeza.

La persona tendrá que hacer movimientos en su cabeza de forma constante para que los sensores puedan acceder a múltiples áreas. En el entorno social, la población logra identificar a una persona con discapacidad visual en una relación con el dispositivo que las personas invidentes suelen usar, el cual es el bastón. En el sistema portable no se requiere de un bastón para un óptimo funcionamiento, sin embargo, una persona vidente logra apreciar un objeto o persona acercándose de manera intempestiva hacia ellos, el sistema portable funcionará de una manera que tenga grados de intensidad en la aproximación de objetos, pero, si estos vienen de forma acelerada, la persona invidente no podrá esquivarlo, debido a al alcance del dispositivo, y la relación analógica que tiene la persona invidente con el sistema portable.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Problemas similares y análisis de soluciones empleadas

2.1.1. Antecedentes de la investigación

En la tesis de Diseño, implementación y experimentación de un sistema 3D de navegación para personas invidentes, se describe la idea de desarrollar una herramienta para ayudar a las personas invidentes, por lo que se plantea un mecanismo de ayuda basado en un sistema integrado por cámaras de tecnología CMOS y sensores 3D para la recopilación de datos del medio físico, los cuales envían los datos hacia un computador, para que sean procesados y posteriormente transformados en señales acústicas. Por consiguiente, el sistema es capaz de detectar obstáculos, estáticos, así como en movimiento en un rango no mayor de seis metros. Tras haber realizado diversas pruebas o test ante colisiones, movimientos básicos y de mayor complejidad, con personas invidentes de diferentes edades, capacidades conllevó al análisis que a medida que el usuario iba entendiendo el sistema electrónico era capaz de

brindarle a un usuario invidente la ayuda de orientación y de alerta ante los obstáculos. (Santiago, 2012, 10-12)

A raíz del avance tecnológico se han ido implementado nuevas e innovadoras soluciones tecnológicas tal como se desarrolló en la tesis de Sistema electrónico de detección de obstáculos aéreos para invidentes Diy, donde se puso en funcionamiento un dispositivo en forma de gorra, que contaba con tres sensores ultrasónicos distribuidos en la visera y en la zona interior con tres motores vibradores haciendo contacto con la cabeza, además de contar con una alarma dispuesta en la cara posterior de la visera, que se utilizaba para la alerta de obstáculos de manera auditiva. (Patón, 2018, 14-15). Todos estos dispositivos interactuaban por medio de enlace con un controlador de bajo consumo, para que el sistema de detección pueda informar acerca de la presencia de algún obstáculo que puedan detectarse en un área delimitada, sin embargo, en la tesis del Diseño de un Sistema De Asistencia Y Guía Para Personas Invidentes se propone el diseño de un dispositivo que sirve de guía para personas invidentes que ayude al desplazamiento de forma segura y confiable, por lo que emplea la metodología de estructuras de diseño y desarrollo de productos en las diferentes etapas del proceso. El prototipo funcional es un bastón de polietileno en el cual está distribuido los sensores de proximidad de ultrasónico como el controlador y su fuente de energía portátil, su desarrollo estaba orientado para efectos de asistencia y guía, cuando una persona invidente este trasladándose de un lugar a otro. Por medio de

pruebas de funcionamiento, sondeos y encuestas se llegó a que el prototipo era de fácil manejo y proporcionaba gran utilidad en comparación del bastón tradicional. (Peralta, 2014, 17-18)

Así mismo, en la tesis de Diseño de un dispositivo basado en ultrasonido para desplazamiento de personas en condición de Discapacidad Visual se desarrolla un prototipo electrónico que pueda ensamblarse a un bastón de guía, en el contara motores vibradores ubicados en la empuñadura ya que en la mano se logra obtener una mayor sensibilidad para detectar las vibraciones, esto le permitirá a la persona invidente aprovechar aquellas habilidades al usar un bastón, de tal forma puedan ejercer un desplazamiento con autonomía y seguridad. Como resultado del sistema se logra que pueda detectar objetos frente al usuario con un bajo costo, y un manejo relativamente no complicado obteniendo resultados favorables y de aceptación por parte de la comunidad de invidentes del Perú. (Parra,2014, 9-10).

Por otro lado, en la tesis de Diseño de un prototipo de un sistema electrónico por ultrasonido para medir distancia aplicada a un bastón blanco, se planteó el diseño un sistema electrónico de orientación y localización para personas invidentes que ayuda a evitar obstáculos durante el desplazamiento de la persona, así como para conocer la ubicación geográfica de la misma. Por esto se implementó módulos de GSM y GPS, que se comunican al controlador por medio serial operando íntegramente para dar la ubicación de la persona invidente mediante mensaje de voz. Desde el punto de vista tecnológico la

integración de sistemas de localización es más frecuente en estos prototipos de ayuda a las personas invidentes, así mismo se busca la mejora de calidad de vida, dar más comodidad y seguridad a las personas con discapacidad visual. (Azaña, 2017, 3-4)

2.1.2. Diagrama de bloques del prototipo

El diseño electrónico del prototipo estará dispuesto con una unidad de procesamiento y control, que perciba las señales de entradas del sensor de proximidad ultrasonido y otra de la identificación del color que se obtendrá del medio físico y como salida se tendrá las vibraciones generadas por un motor vibrador, como se muestra en la Figura 1.

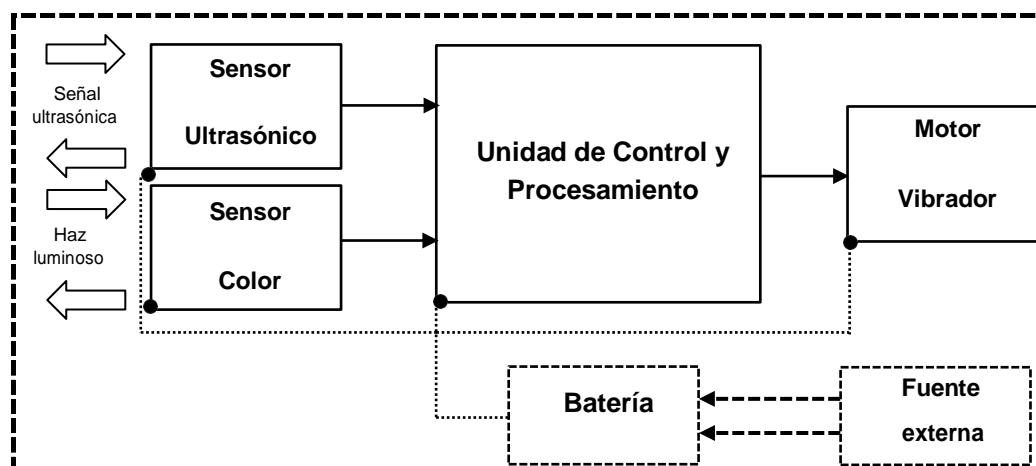


Figura 1. Diagrama de bloques prototipo.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Modelamiento

2.2.1. Modelamiento del sensor ultrasónico

La tecnología en la cual se basa el sensor de ultrasonido es emplear la resonancia de ondas de altas frecuencias que viajan a través del aire, como los que emiten los delfines y murciélagos, los cuales

permiten mediante un emisor y un receptor, la emisión de sonidos que reboten en el entorno y regresen hacia los mismos captando las variaciones de este, en el caso de los murciélagos, cuenta como receptores a sus orejas.

Del mismo modo, los sensores ultrasónicos, mediante un *echo* y un *trigger*, emitiendo altas frecuencias de hasta 40kHz (frecuencia que se encuentra sobrepasando el rango de audición de un ser humano) le permitirá localizar obstáculos que se encuentren próximos a dicho sensor. Se puede realizar modelo matemático para calcular la distancia entre el obstáculo y sensor ultrasónico, utilizando la velocidad del sonido y el tiempo el cual demora el sonido en volver al dispositivo siendo captado por el receptor en el rebote de la onda, así como también calcular el tamaño de dicho obstáculo, dicha tecnología es muy utilizada para registrar magnitudes físicas en un entorno donde se requiera la no invasión de un espacio.

Dentro de su descripción, un sensor ultrasónico es un módulo que presenta un tamaño muy reducido, además de ello, nos permite su enlace con un microcontrolador, entre sus características, se indica que un sensor ultrasónico convencional logra medir distancias desde 0.02m a 4m (rango suficiente para la detección y evasión de obstáculos) considerando la velocidad del sonido y con un sencillo cálculo que será plasmado para calcular las distancias entre tal mencionado sensor y el objeto a localizado.

La distancia se puede hallar usando la fórmula del movimiento rectilíneo uniforme, tal como se muestra a continuación en la ecuación 1.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\int_{t=0}^t v \, dt = \int_{x_0}^x dx$$

$$v \int_{t=0}^t dt = \int_{x_0}^x dx$$

$$v(t - 0) = x - x_0$$

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

Determinando la posición final restado con la posición inicial, muestra la distancia recorrida, como resultado se obtiene la siguiente fórmula.

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

Ecuación 1

Donde:

$$\Delta x = \text{distancia recorrida}$$

$$v = \text{velocidad constante}$$

$$\Delta t = \text{tiempo}$$

La velocidad del sonido se conoce por la siguiente fórmula.

$$v = 340 + 0.6(T - 15) \text{ m/s}$$

Ecuación 2

Donde:

$$v = \text{velocidad del sonido}$$

$$T = \text{temperatura en } ^\circ\text{C}$$

Debido a que se recorre el camino en ida y vuelta, se debe considerar la división entre dos, para conocer la distancia a la cual se encuentra el objeto a detectar.

$$D = \frac{v \cdot t}{2}$$

Ecuación 3

El sensor ultrasónico, con respecto a la información de Cytron Technologies SDN (2013). Un sensor ultrasónico cuenta con un alcance no mayor de 4 metros, dichas medidas siendo suficientes para el prototipo a realizar. Dicha hoja de datos manifiesta que el tiempo para detección de un objeto es como máximo de 38 milisegundos, así como también el tiempo de activación en el sensor es de 10us, cuando recibe un pulso en alto de 5VDC tal como se muestra en la Figura 2.

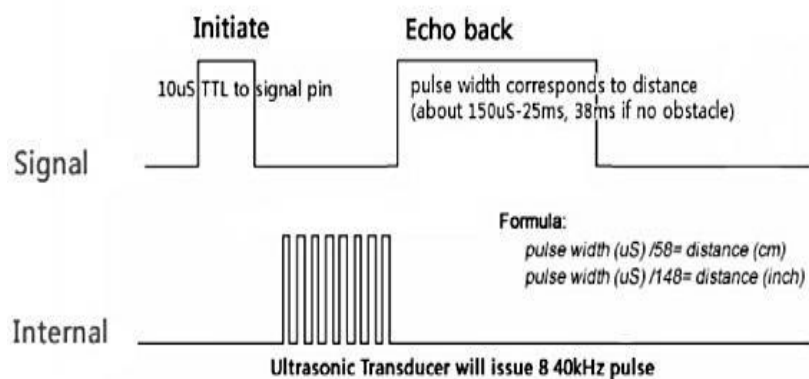


Figura 2. Operación de un sensor ultrasónico.
 Fuente: ELEC FREAKS Datasheet.

Con dicha información se puede verificar el ancho de pulso servirá para poder calcular la distancia como se muestra en la ecuación 4.

$$T(d) = T/58 \tag{Ecuación 4}$$

Para la conversión generada por el microcontrolador, se debe considerar la ecuación (5), la cual basa una relación de la distancia con la generación del ancho de pulso (medida que servirá como salida para los motores vibradores) Posada (2005) Las técnicas de modulación de ancho de pulso o PWM, se basan en una comparativa, la cual abarca una señal triangular y una de referencia modular. El microcontrolador por utilizar tendrá como función principal referente a la detección ultrasónica, convertir la distancia detectada por el sensor ultrasónico a una variable de bits que puede tomar como valor máximo 1024 bits, valor que será comparado con la distancia máxima, y con la distancia detectada, para que, de dicho modo, se ejecute la modulación de ancho de pulso requerida hacia el motor vibrador.

$$T(d) = \frac{1024 * T(d)}{1024} \tag{Ecuación 5}$$

Donde:

$T(d)$: tiempo de pulso de 0 a 1024

$T(d)$: tiempo de pulso de 0 a 1024

$T(d)$.

2.2.2. Modelamiento de la fuente de alimentación

La alimentación del dispositivo requiere ser realizada con una fuente de alimentación de bajo costo, por ello se necesitará se una placa de PCB placa de circuito impreso, la cual debe lograr ser una fuente estabilizada, pero a su vez debe ser muy compacta. Por esto se utilizará circuitos reguladores de tensión fija que cumplan la función de cargar una batería, así como también de estabilizar la tensión y corriente necesaria para alimentar el sistema.

En la siguiente tabla se muestra la familia de circuito integrados de tensión estabilizada, con sus características técnicas de construcción.

Tabla 1: Características técnicas de circuitos integrados modelo 78xx

	7833	7805	7808	7809	7812	7815	7818	7824
V _o	3,3V	5V	8V	9V	12V	15V	18V	24V
T _o	0 – 125 °C							
I _o	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A

Fuente: Circuito Integrador LM-78XX Datasheet

Tal como se representa en la Figura 3, el esquema eléctrico de un regulador integrado para obtener una tensión de salida estabilizada.

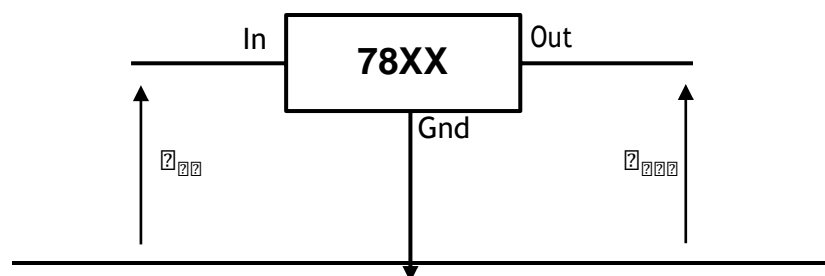


Figura 3. Diagrama electrónico del circuito integrado 78XX.

Fuente: Elaboración Propia.

En consiguiente existe otras configuraciones para el integrado 78XX, como la que se muestra en la Figura 4, agregando dispositivos a la configuración básica como protección al integrado y condensadores para evitar tensión de rizado inferior al voltaje de entrada.

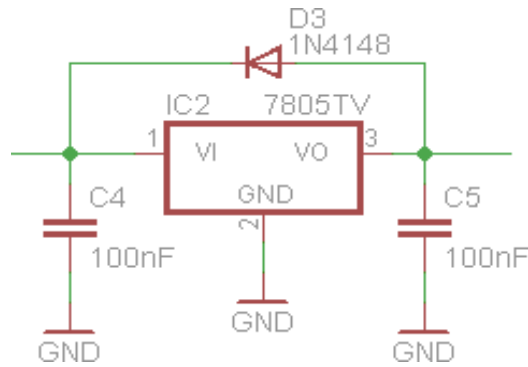


Figura 4. Esquema electrónico en configuración de protección de 78XX.
Fuente: ON Semiconductor Datasheet.

Debido a que la batería a utilizar en el sistema no contará con medidor o porcentaje de batería, se necesitará saber el tiempo de carga y descarga como se manifiestan en las siguientes ecuaciones 6 y 7, como (Dalton y Lenin, 2017) manifiesta concierne a las baterías, el uso del mAh (miliamperio por hora) es muy frecuente, equivalente a la milésima parte de Ah (amperios por hora) y a 3,6 C, lo cual nos indica la carga eléctrica máxima que puede almacenarse en la batería, estableciendo que a más carga en la batería, más tiempo tarde está en descargarse.

$$I_{\text{carga}} = \frac{Q_{\text{carga}}}{t_{\text{carga}}} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

P_{max} : Es un valor brindado por el fabricante que permite saber la durabilidad de esta.

I_{max} : Será el amperaje liberado por el dispositivo de carga, en este caso el transformador, al cual se conectará el sistema.

$$P_{consumo} = \frac{P_{max} \cdot I_{max}}{1000} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde el consumo eléctrico del dispositivo se verá previsto de todos los componentes a utilizar, sensores y actuadores, para conocer dichas magnitudes se necesitará de las siguientes ecuaciones.

$$P = V \cdot I \quad \text{Ecuación 8}$$

$$P = I^2 \cdot R \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

$$P = V \cdot I \quad [W]$$

$$P = I^2 \cdot R \quad [W]$$

Para efectuar la comprobación correcta de los cálculos realizados teóricamente, debemos saber que la suma de potencias en componentes activos (fuentes de voltaje) debe ser equivalente a la suma de componentes pasivos (sensores y actuadores).

2.2.3 Modelamiento de los motores vibradores eléctricos DC

En P.M Limited Vibration Motor, se plantea que para el dimensionamiento de motor vibradores DC se debe tener en cuenta la amplitud de oscilamiento mínima y máxima que está en función del número de revoluciones del motor vibrador, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 2: Rango de vibración de amplitud.

RPM	Amplitud (mm)	Amplitud (g)
16800	1.9	2.1
15600	1.6	1.9
14400	1.4	1.7
13200	1.2	1.5
12000	1.0	1.3
10800	0.9	1.1
9600	0.7	0.9

Fuente: P.M Limited, *Vibration Motor*

Donde:

$$A = \frac{2\pi r}{360} \cdot \frac{RPM}{60} \cdot \sin(\theta) \quad [mm]$$

$$a_{max} = \frac{2\pi r}{360} \cdot \frac{RPM}{60} \cdot \omega \cdot \sin(\theta) \quad [g]$$

$$a_{min} = \frac{2\pi r}{360} \cdot \frac{RPM}{60} \cdot \omega \cdot \cos(\theta) \quad [g]$$

Para el cálculo de la aceleración de un motor vibrador está dada por la ecuación 11.

$$a = 0.00285 * RPM * RPM^2 \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

$$r = \frac{2\pi r}{360} \cdot \frac{RPM}{60} \cdot \sin(\theta) \quad [mm]$$

$$a = \frac{2\pi r}{360} \cdot \frac{RPM}{60} \cdot \omega \cdot \sin(\theta) \quad [g]$$

$$a = \frac{2\pi r}{360} \cdot \frac{RPM}{60} \cdot \omega \cdot \cos(\theta) \quad [g]$$

Otras especificaciones de los motores vibradores es la relación entre la eficiencia y la fuerza de aceleración, en la figura 5 se muestra las características del motor vibrador PRECISION MICRODRIVES Model.310-318.

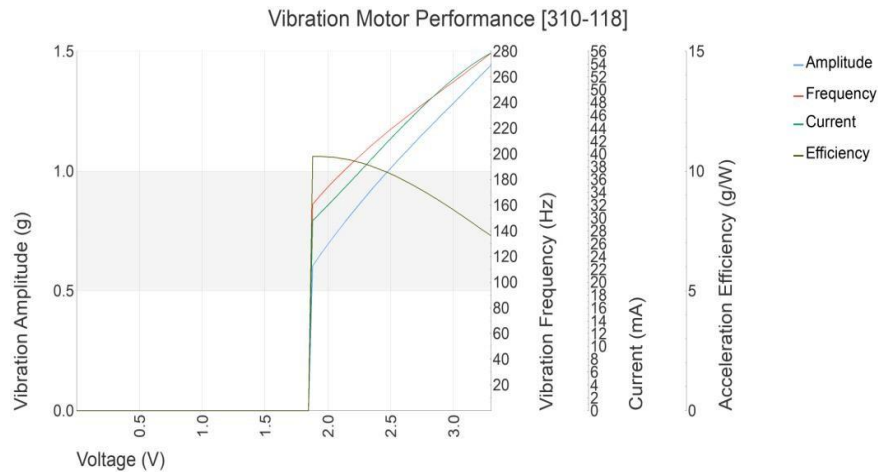


Figura 5. Características típicas de rendimiento del motor vibrador DC.
Fuente: PRECISION MICRODRIVES Datasheet.

2.2.4. Modelamiento del sensor del color

En la tesis de Mora (2016), el sensor de color este compuesto por una matriz de 64 fotodiodos, distribuidos en 16 para cada capa de color RGB y los otros sobrantes se encuentran sin filtrar. Su funcionamiento se basa en la conversión de la intensidad de luz en señal cuadradas de diversas frecuencias, de tal manera que la frecuencia de salida será mucho mayor cuanto más intensa sea la luminosidad.

La frecuencia de salida es directamente proporcional a la intensidad de luz de la entrada.

$$f_{out} = f_{dark} + (f_{light} - f_{dark}) * I_{in} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

$$f_{out} = \text{frecuencia de salida en condiciones de luz}$$

$$f_{dark} = \text{frecuencia de salida en condiciones oscuras}$$

$$I_{in} = \text{intensidad de luz de entrada} \quad [0 \leq I_{in} \leq 1]$$

$$f_{light} = \text{frecuencia de salida en condiciones de luz máxima}$$

De esto f_{dark} es una frecuencia de salida para condiciones oscuras.

Como se muestra en la ecuación anterior, esta frecuencia representa un término de luz independiente en el total de frecuencia de salida f_{out} .

En los niveles de luz muy bajas (colores oscuros), esta frecuencia oscura puede ser una porción significativa de f_{out} . La frecuencia oscura también es dependiente de la temperatura.

Como f_{out} es directamente proporcional a la frecuencia, es posible realizar un mapeo entre la frecuencia y el valor de color RGB (0-255 para cada uno de R, G y B) utilizando interpolación lineal.

Dos puntos en la línea RGB están bien determinados: Negro puro (RGB 0, 0, 0) y Blanco puro (255, 255, 255). Los valores devueltos por el sensor se pueden leer utilizando muestras de color fácilmente obtenibles:

Una tarjeta de color negro nos da la condición de oscuridad constante f_{dark} . Este es el origen (valor cero) para la conversión de

línea recta RGB. Una tarjeta de color blanco nos da el punto RGB extremo W , también conocido como balance de blancos. Al conocer W , este valor se puede usar para escalar todas las frecuencias intermedias a un valor RGB correspondiente.

La relación proporcional se expresa mediante la ecuación 13.

$$R = R_w + \frac{R * (W - R_w)}{255} \quad \text{Ecuación 13}$$

Despejando el valor deseado RGB tenemos la ecuación 14.

$$R = \frac{255 * (R - R_w)}{(W - R_w)} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

$$R = \text{valor de la frecuencia de la imagen}$$

$$R_w = \text{valor de la frecuencia de la imagen blanca [255]}$$

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCION

3.1. Diseño electrónico

3.1.1. Selección del Controlador

Para la selección del controlador se requerirá que este sea capaz de procesar señales de ancho de pulso (PWM) para los motores vibradores, 6 pines de entrada para el sensado de los módulos ultrasónicos, un cristal con rápida frecuencia para optimizar los tiempos, 5 pines para la conexión del sensor de color, así como también la posibilidad de una memoria capaz de almacenar el código y ejecutarlo con una alimentación inmediata, asimismo con una alimentación de 5v y una salida del mismo voltaje, debido a que los sensores operan a dicho voltaje .

El microcontrolador Arduino uno es una placa electrónica, operada por el circuito integrado Atmega328, posee 14 pines para las entradas y las salidas digitales, de los cuales 4 pueden ser utilizados para la modulación de ancho de pulso (PWM), 6 pines analógicos, un cristal de 16MHz, un conector USB tipo hembra, con el propósito de recibir la alimentación de 5v, simplemente conectamos

al PC por expediente del cable USB (de forma serial) que será de utilidad para la transmisión del programa y también la interfaz con el computador o una raíz de mando externa, que puede ser un adaptador Ac-dc o una hilera, con el uso de un JACK que recibirá la alimentación de 7v a 12v, cabe resolver que si se alimenta a través del puerto USB (Universal serial port) en el organizador no es automático una manantial externa.

Cada entrada y salida soporta 4mA aproximadamente. En la figura 6 se muestra una imagen del circuito integrado Atmega328 y en la figura 7 se encuentra la placa Arduino Uno.

Atmega328

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Figura 6. Pines Atmega328
Fuente: Learning about electronics.

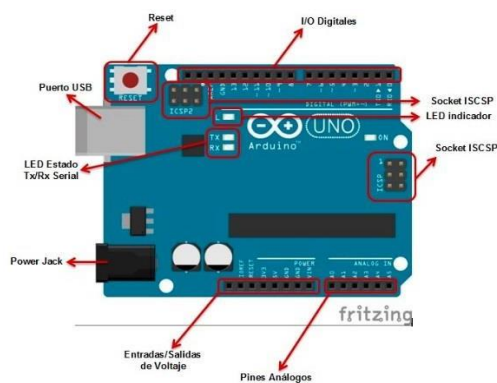


Figura 7. Arduino UNO
Fuente: Recuperado de J. Guerrero (2014)

3.1.2. Selección del sensor ultrasónico

Debido a las necesidades a cumplir, se necesita un sensor ultrasónico que cumpla con la esencia fundamental de transmitir un sonido a una frecuencia que no pueda ser escuchada por el portador como se muestra en la figura y ser receptado por el mismo, como se muestra en la Figura 8.

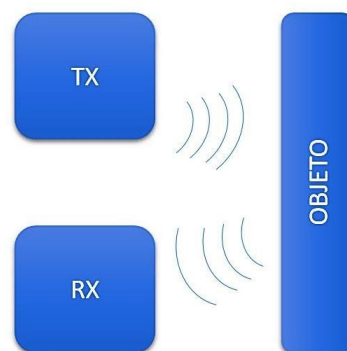


Figura 8. Funcionamiento sensor ultrasónico
Fuente: Elaboración propia.

Para elegir el sensor ultrasónico más adecuado al prototipo se da a conocer los diversos modelos que existen en el mercado actual. Como se muestra en siguiente tabla de características técnicas de sensores ultrasonidos.

El sensor ultrasónico HC-SR04, cumple con lo requerido para el diseño del prototipo, puesto que mediante un echo y un trigger, emitiendo altas frecuencias de hasta 40kHz (frecuencia que se encuentra sobrepasando el rango de audición de un ser humano) cumplirá con la función principal, cuenta con un bajo costo en el mercado.

Tabla 4: Datos técnicos de los diferentes sensores ultrasonidos

Características Técnicas	SR02	SR04	SR8	SR10
Tensión	5V	5V	5V	5V
Consumo	40mA	15-30mA	30-40mA	30-50mA
Frecuencia	40KHz	40KHz	40KHz	40KHz
Conexión	Bus I2C	Pulso-Eco-trigger	Bus I2C	Bus I2C
Distancia min.	15 cm	3 cm	0 cm	0 cm
Distancia máx.	600 cm	300 cm	600 cm	600 cm
Pulso de disparo		10 us min. TTL	3 us	3 us
Pulso de eco		100 us	200 us	200 us
Tamaño	24 x 20 x 17 mm	43 x 20 x 17 mm	24 x 20 x 17 mm	32 x 15 x 10 mm
Peso	4.6 gr	10 gr	10 gr	8 gr
Precio en el mercado	S/. 22.00	S/. 8.00	S/. 20.00	S/. 54.00

Fuente: Elaboración Propia.

Los sensores ultrasónicos cuentan con la característica de ligereza, disminuido tamaño y un bajo consumo de potencia eléctrica. Pero a diferencia con los demás sensores, es la relación de la efectividad (distancia máxima) con el precio y tamaño. El sensor ultrasónico será alimentado por el controlador, contando con una salida 5v, valor necesario para alimentar el sensor seleccionado. En la siguiente tabla, se muestran las características físicas del sensor según su fabricante.

Tabla 5. Parámetros sensor HC SR04

Parámetro	Min	Typ	Max	Unidad
Voltaje de operación	4,5	5	5,5	V
Corriente inactiva	1,5	2	2,5	mA
Corriente en trabajo	15	15	30	mA
Frecuencia ultrasónica	-	40	-	Khz

Fuente: Elaboración propia

El precio de este sensor en el mercado actual no excede el monto de 8 soles. El módulo HC SR04 está incorporado de un transmisor emisor que se encarga de enviar la señal ultrasónica inaudible y un receptor, ambos están separados lo cual permite deducir el tiempo de emisión hasta que este rebote con algún obstáculo durante el funcionamiento, además el módulo está incorporado con filtros para lograr obtener una señal ultrasónica clara y pueda ser recibida por la unidad de procesamiento y control.

En la siguiente Figura 9, se muestra el funcionamiento del módulo HC SR04, de la transmisión de emisión y recepción de las señales ultrasónicas.

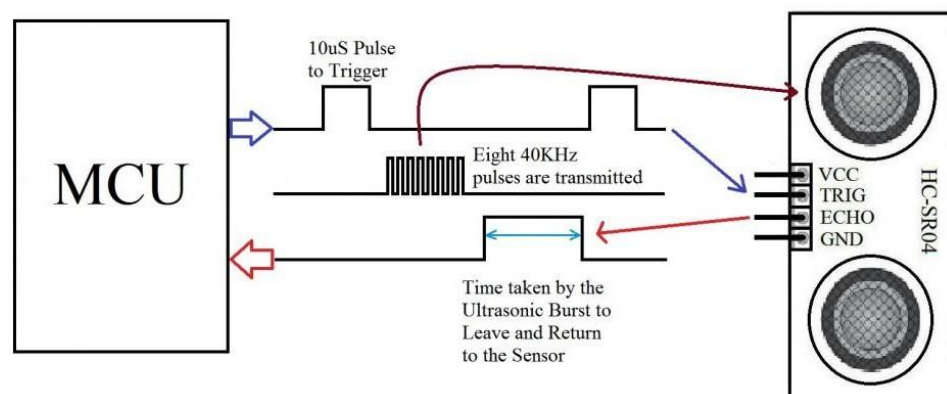


Figura 9. Diagrama de conexión de sensor ultrasónico HC-SR04
Fuente: Arduino HC SR04 Datasheet.

Dentro de su descripción, el sensor ultrasónico HC-SR04 es un módulo que, permite su enlace con cualquier microcontrolador. Entre sus características, como indica mide desde 3cm hasta 300 cm o de 1" a 13 pies. Su funcionamiento no se ve afectado por la luz del sol o material negro como Telémetros agudas son (aunque

acústicamente suaves materiales como paño pueden ser difíciles de detectar) Belden (2013). Indica que dicho sensor logra medir distancias desde 0.02m a 4m (rango suficiente para la detección y evasión de obstáculos) y no es afectado por el ambiente. El funcionamiento del sensor está en base a la velocidad.

La velocidad se conoce por la ecuación 2, en la cual se necesita saber la temperatura del ambiente de propagación, en este caso el aire.

Para trabajar con la temperatura, debemos conocer la variación de temperatura en la provincia de Lima, donde se desarrolla el dispositivo. Según el pronóstico del SENAMHI para la temporada de verano se alcanzará una temperatura de 27°C – 15°C y para las temporadas más frías se llegará a una temperatura mínima de 15°C según el artículo de Monitoreo y pronóstico del Clima (2018, 08 de agosto).

Reemplazando en la ecuación 2, la temperatura promedio máxima del día más caluroso, obtenemos la velocidad del sonido como:

$$v = 340 + 0.6 (27 - 15) \text{ m/s}$$

$$v = 347.2 \text{ m/s}$$

Reemplazando en la ecuación 2, la temperatura promedio mínima del día más frío, obtenemos la velocidad del sonido como:

$$v = 340 + 0.6 (15 - 15) \text{ m/s}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

Teniendo en consideración que el desplazamiento del sonido es de ida y vuelta se calcula el tiempo máximo y mínimo utilizando la ecuación 3. Tiempo máximo es hallado con la distancia máxima y velocidad máxima del sonido en el ambiente de lima.

$$0.02 = \frac{347.2}{2} * \varnothing$$

$$\varnothing = 0.00012 \varnothing$$

Tiempo mínimo es hallado con la distancia mínima y velocidad mínima del sonido en el ambiente de lima.

$$4 = \frac{347.2}{2} * \varnothing$$

$$\varnothing = 0.023 \varnothing$$

Como se manifiesta en la figura 10, se puede apreciar que el sensor ultrasónico HC-SR04 tiene una mejor actividad si el objeto se encuentra frente a él, con un rango de 30 grados.

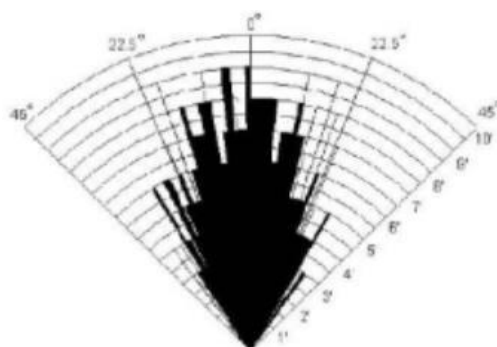


Figura 10. Angulo de incidencia y alcance del sensor ultrasónico HC-SR04.

Fuente: Parra, 2015

El sensor ultrasónico, con respecto a la información de Cytron Technologies SDN (2013). El sensor ultrasónico HC-SR04 cuenta con un alcance no mayor de 4 metros, pero con pruebas realizadas, la detección correcta máxima es de 2 metros, dicho resultado varia con respecto al objeto de detección. Dicha hoja de datos manifiesta que el tiempo para detección de un objeto es como máximo de 38 milisegundos, así como también el tiempo de activación en el sensor es de 10us.

3.1.3. Diseño de la fuente de alimentación

Para el dimensionamiento de la alimentación del prototipo tenemos que tener en cuenta la potencia consumida de cada elemento del diseño en el prototipo y la tensión de alimentación, por esto se elabora la siguiente tabla que nos mostrara estas características técnicas del prototipo.

Tabla 6: Potencia consumida del prototipo.

Descripción	Cantidad	Corriente por elemento	Voltaje de trabajo	Corriente Total
Mini motores vibradores	2	58 mA	5V	116 mA
Arduino Uno	1	500 mA	5V	500 mA
Ultrasonidos	3	30 mA	5V	90 mA
Sensor color	1	14 mA	5V	14 mA
Total de corriente (5V)				720 mA

Elaboración Propia.

Teniendo como base la corriente total de consumo del prototipo se utilizará el circuito integrado LM 7805, puesto que soporta una corriente máxima de 1^a, además de requerir un voltaje de salida estabilizado de 5V, además que la alimentación estará dada por baterías de Li-Ion, debido a que poseen larga durabilidad en miliamperios-horas y por ser prácticamente recargables.

En la Figura 11 se muestra los diferentes puntos de alimentación del controlador Arduino Uno, para el prototipo se dispondrá el puerto Jack con una entrada de 7.4V.

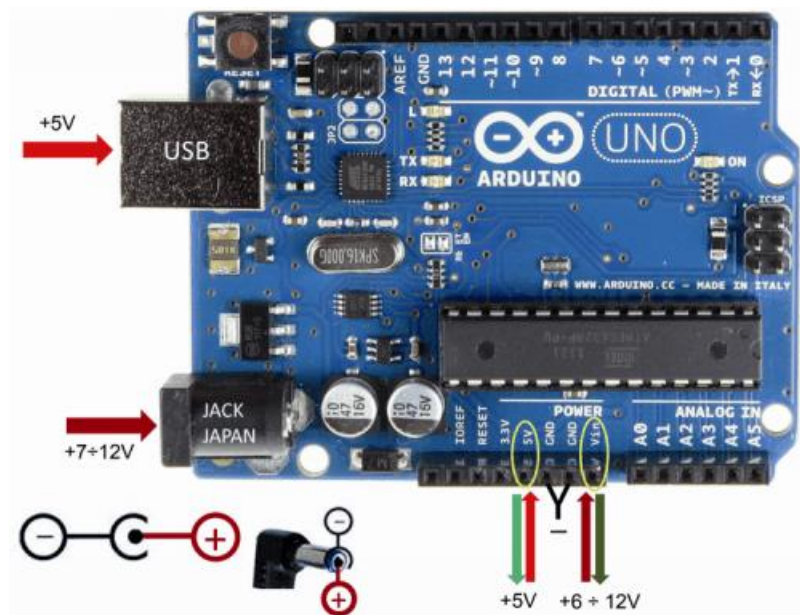


Figura 11. Entradas de alimentación del Arduino Uno.
Fuente: Arduino Uno Datasheet.

En la Figura 12 se realiza el circuito electrónico con el regulador LM7805 como fuente de alimentación para los diferentes sensores y actuadores del prototipo.

Como se indicó anteriormente se utilizarán baterías recargables de Li-Ion por ser un prototipo electrónico portable por cual se eligieron

baterías de IMR 18650 con una capacidad de 3000 mAh (miliamperios-hora), de 3.7V.

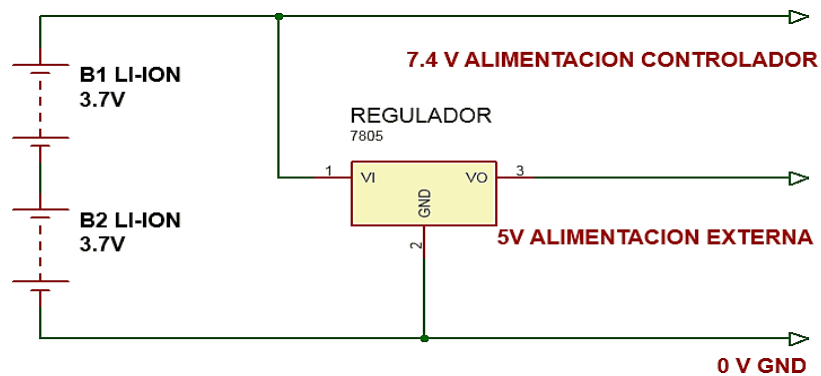


Figura 12. Diagrama electrónico de alimentación del prototipo.

Fuente: Elaboración Propia.

Realizando la ecuación de cálculo del tiempo de descarga y carga se tendría lo siguiente:

$$= \frac{\text{capacidad de la batería}}{\text{consumo eléctrico del dispositivo}}$$

$$= \frac{2 \times 3000 \text{ mAh}}{720 \text{ mA}}$$

$$= 8.33 \text{ h}$$

El prototipo estará disponible aproximadamente 8 horas de funcionamiento. Para el cálculo de tiempo de carga se usa como dato técnico el índice de carga de 500 mA promedio de los cargadores de baterías de Li-Ion que existen en el mercado actual

$$= \frac{\text{capacidad de la batería}}{\text{índice de carga}}$$

$$= \frac{3000 \text{ mAh}}{500 \text{ mA}}$$

$$= 6 \text{ h}$$

La duración de carga de las baterías del prototipo será de 6 horas

3.1.4. Selección del motor vibrador DC.

Se considera un motor vibrador PRECISION MICRODRIVERS de un diámetro de 10 a 18 mm, con un voltaje de alimentación de 3V –5V, entre los cuales está el modelo N° 310-118. Este dispositivo electrónico se empleará para la emisión y generación de las alertas al usuario en forma de pequeñas vibraciones. Su intensidad está relacionada a la distancia o ubicación del obstáculo. En la Figura 13 se observa la forma física del mini motor vibrador.



Figura 13. Vista física del Mini-Motor vibrador PMD.
Fuente: Elaboración Propia.

Otro alcance del dispositivo es que debido a su tamaño pequeño y su durabilidad es deseado para que se adhiera al cuerpo del usuario (brazos y/o hombros), seguidamente se realiza el cálculo de la aceleración del motor vibrador alimentando a 3V.

Según la figura 5 del rendimiento del motor vibrador *P.M. Limited VibrationMotor* se adquieren que la frecuencia 260Hz con corriente de consumo de 26 mA.

Convirtiendo la frecuencia a revoluciones por minuto se tiene:

$$260 \text{ Hz} * 60 = 1560 \text{ RPM}$$

De acuerdo a la tabla 2 de rango de vibración de amplitud se obtiene ω_{vib} y ω_{vib} vibración de amplitud (mm).

$$\omega_{vib} = 1.6 \text{ [mm]} \quad \omega_{vib} = 1.9 \text{ [mm]}$$

Se realiza el cálculo de la aceleración del motor vibración.

$$a = 0.00285 * \omega * \omega^2$$

$$a_{vib} = 0.00285 * 1.6 * 260^2 = 308.256 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

$$a_{vib} = 0.00285 * 1.9 * 260^2 = 366.054 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

3.1.5. Selección del sensor de color.

El fin del sensor de color es detectar el color amarillo de las líneas marcadas en las veredas, para esto se empleará un sensor compatible con el controlador y de fácil accesibilidad en el mercado, se usará el sensor de color TCS3200. Su funcionamiento está basado en la transformación de la frecuencia de la luminosidad del medio ambiente a través de la matriz de fotodiodos. La frecuencia obtenida será mayor a medida que la intensidad de luz sea grande cuando se detecte.

Se dispone de dos patillas en el sensor, S2 y S3, que sirven para configurar en qué momentos se ha de activar cada filtro.

En este proyecto, se va a coger la frecuencia escalada al 2% para poder obtener los valores RGB del color. Tanto para seleccionar el filtro, como para seleccionar la escala aplicada, se seguirán las tablas vistas en la figura 14, sacada directamente del 33atasheet del módulo.

Para la configuración del color amarillo de las calzadas de usar las patillas S2 en (L) nivel bajo y S3 en (L) nivel bajo.

S0	S1	OUTPUT FREQUENCY SCALING (f_o)	S2	S3	PHOTODIODE TYPE
L	L	Power down	L	L	Red
L	H	2%	L	H	Blue
H	L	20%	H	L	Clear (no filter)
H	H	100%	H	H	Green

Figura 14. Selección del filtro y el escalado a aplicar.
Fuente: Datasheet TCS3200

Una vez introducida la forma de funcionamiento y trabajo de este sensor, se procede a mostrar al mismo, así como su esquemático para observar sus patillas y cómo deben conectarse según la figura 15.

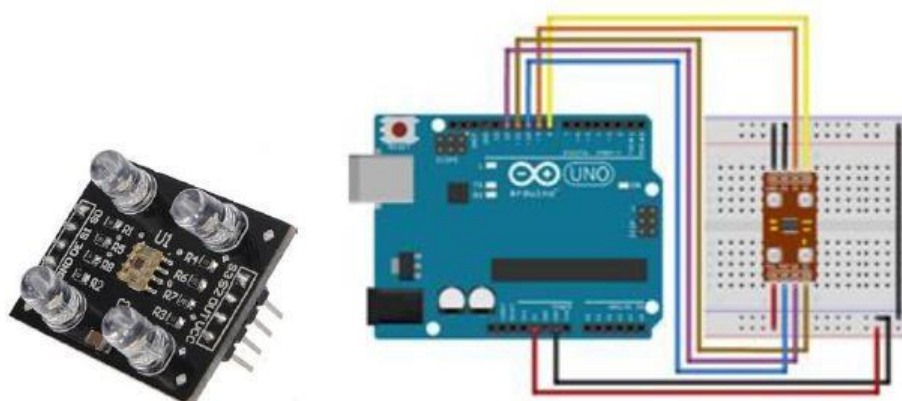


Figura 15. Sensor TCS3200 para medida del color (izquierda) y su conexión con Arduino (derecha).
Fuente: Hetpro (2018)

3.2. Pruebas de programación del prototipo

Para el desarrollo del prototipo se comienza con la elaboración del código en la plataforma de programación de Arduino, para el sistema de detección por los sensores ultrasonidos se elabora un código de “prueba 1A”, como se muestra en la figura 17.

```
prueba1A
long distancia;//variables para calcular según lo que devuelve el sensor
long tiempo;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(8, INPUT);
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite(9,LOW); /* Por cuestión de estabilización del sensor*/
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(9, HIGH); /* envío del pulso ultrasónico*/
  delayMicroseconds(10);
  tiempo=pulseIn(8, HIGH); /* Función para medir la longitud del pulso entrante. Mide el tiempo que transcurrido entre
  distancia= int(0.017*tiempo); /*fórmula para calcular la distancia obteniendo un valor entero*/
  /*Monitorización en centímetros por el monitor serial*/
  Serial.println("Distancia ");
  Serial.println(distancia);
  Serial.println(" cm");
  delay(1000);
}
```

Figura 17. Código de programación para sensor ultrasónico.
Fuente: Autoría propia

En la figura 18, se ve diagrama de conexionado del Arduino y el sensor ultrasónico HC-SR04. En la primera parte del algoritmo del control del ultrasonido se agregará variables tipo ‘long’ de 64 bits, que estarán asignadas a “distancia” y “tiempo”, estas serán utilizadas para calcular la distancia que existe entre el obstáculo. También se define el pin 9 como salida y el pin 8 como entrada, se usará la función *delayMicroseconds* para hacer un *delay* de 5 ms y luego el pin 9 a LOW.

En la segunda parte es enviar el pulso ultrasónico poniendo el pin 9 a HIGH, la variable tiempo, vendrá definida por el cálculo mediante el cual la función *pulseIn* mide el tiempo desde que el pin 8 recibe el rebote del pulso hasta que deja de recibirlo.

Por último, escribirá distancia por la pantalla del compilador con `Serial.println`, distancia es calculada con $0.017 \times \text{[valor]}$.

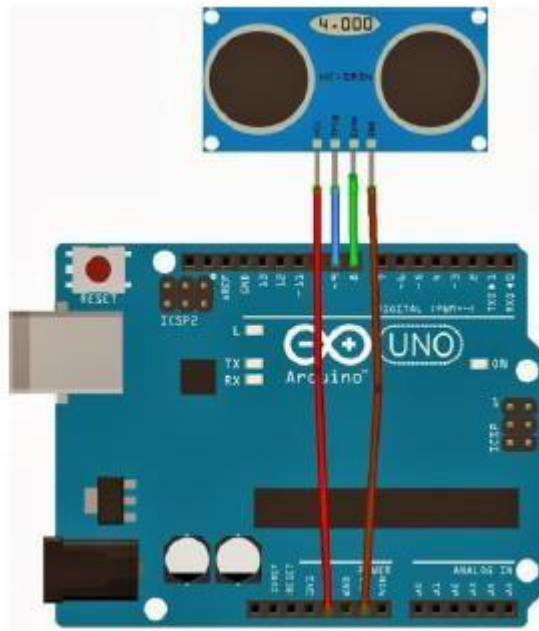


Figura 18. Diagrama de conexión Arduino y sensor ultrasónico.
Fuente: Autoría propia.

Como se puede observar, los pines del S0 al S3 van conectados a las entradas/salidas digitales de Arduino. Por otro lado, el pin OE (Output Enable) debe ir conectado a GND debido a que el módulo va a enviar información continuamente al Arduino. Por último, OUT también va a ir a otra salida/entrada digital del Arduino.

Teniendo todo conectado, y habiendo realizado un estudio teórico previo, se procede a mostrar la programación utilizada y a su posterior explicación, en varias figuras debido a la extensión del programa.

Primero, se mostrará una primera versión de este, como se muestra en la figura 19.

```
#include <TimerOne.h>

#define S0    3
#define S1    4
#define S2    5
#define S3    6
#define OUT   2
//INICIALIZACIÓN DE VARIABLES
int  s_count = 0;    // CONTADOR DE FRECUENCIA
int  s_array[3];    // VALOR RGB
int  s_flag = 0;    // filtros de RGB
float s_SF[3];      // factor de escala para RGB
int  j=0;

// Inicialización TSC3200
void TSC_Init()
{
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(OUT, INPUT);
  //AJUSTE DE FRECUENCIA; FRECUENCIA DE SALIDA ESCALADA AL 2%
  digitalWrite(S0, LOW);
  digitalWrite(S1, HIGH);
}

void TSC_Count()
{
  s_count ++ ;
}
```

Figura 19. Programación del sensor TCS3200 en la plataforma de Arduino.
Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1. Propósito del diseño

Nuestra proposición es el diseño de una visera, la cual tendrá 3 ultrasonidos posicionados en la parte frontal y a sus lados a 60 grados, 3 vibradores en la zona interior que roza con la cabeza y el sensor de color localizado en la parte inferior de la pierna. Además, tendrá una batería recargable conectada a la tarjeta, para que

alimente con el amperaje necesario la placa y todos los sensores. En la figura 20 se ve el sistema electrónico del prototipo.

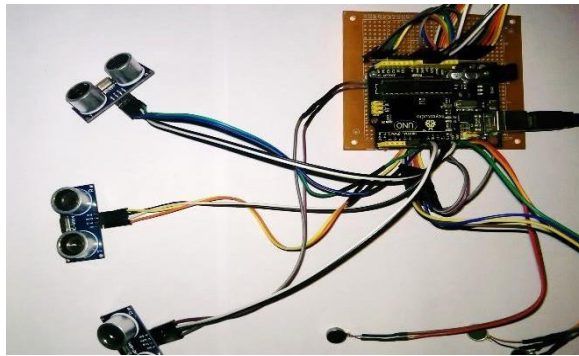


Figura 20. Sistema electrónico del prototipo.
Fuente: Autoría propia.

El rango de alcance de los sensores es de 2 metros y de unos 120 grados. En la figura 21 se observa el ensamble total del prototipo electrónico de detección de obstáculos.

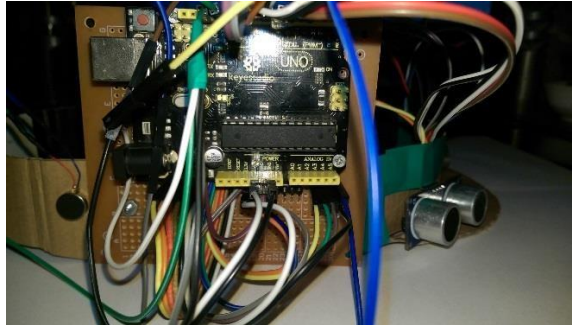


Figura 21. Ensamble del prototipo electrónico.
Fuente: Autoría propia.

3.2.2. Simulación del prototipo

Se utilizarán 3 vibradores, los cuales estarán relacionados con cada uno de los 3 sensores, y que vibrarán con mayor o menor frecuencia dependiendo de la distancia a la que esté el obstáculo, siempre teniendo en cuenta el umbral, que en este caso proponemos que sean 2m.

Una vez descrita la idea de código, procederemos a describir lo como están conectados los componentes. En la figura 22 se observa la primera parte del código, la declaración de las variables.

```
Prototipo §
}
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  toca = 0;
  Serial.println("Inicializacion");
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(8, INPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(6, INPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(4, INPUT);
  pinMode(12, OUTPUT); //Opcional
  pinMode(10, OUTPUT); //izquierda
  pinMode(11, OUTPUT); //centro
  pinMode(13, OUTPUT); //derecha
}
```

Figura 22. Declaración de Variables de los sensores y actuadores.
Fuente: Autoría Propia.

En la figura 23, el puerto de ultrasonido al que está asignado la distancia, llamará a las funciones que activan cada uno de los vibradores (ControlVibración1, ControlVibración2 y ControlVibración3), pasándoles la frecuencia a la que se activan, siendo 75 o 150 el valor analógico introducido a cada vibrador, dependiendo si se encuentra a más de un metro o menos respectivamente.

```
Prototipo $
#include <Time.h>
long distancia=0; //variables para calcular según lo que devuelve el sensor
long tiempo=0;
int toca; //variable que sirve para indicar el ultrasonido que hay que leer
//funciones que activan cada uno de los vibradores
void ControlVibracion0(int frec){
  analogWrite(11, frec);
  return;
}
void ControlVibracion1(int frec){
  analogWrite(13, frec );
  return;
}
void ControlVibracion2(int frec){
  analogWrite(10, frec);
  return;
}
```

Figura 23. Control condicional de motor vibradores.
Fuente: Autoría Propia.

En la figura 24, se observa el código para la activación de los motores vibradores centro, izquierda y derecha, que están conectados en los pines 10, 11 y 12 y configurados como salidas digitales.

```
Prototipo $
return;
}
void leer(int a,int b){
  digitalWrite(a,LOW); /* Por cuestión de estabilización del sensor*/
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(a, HIGH); /* envío del pulso ultrasónico*/
  delayMicroseconds(10);
  tiempo=pulseIn(b, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  distancia= int(0.017*tiempo); //cálculo de la distancia
  if(distancia<200){
    Serial.println(" distancia");
    Serial.print(distancia);
    switch(a){
      case 9:
        if(distancia<100){
          ControlVibracion0(150);
        }else{
          ControlVibracion0(75);
        }
        break;
      case 7:
        if(distancia<100){
          ControlVibracion1(150);
        }else{
          ControlVibracion1(75);
        }
        break;
      case 5:

```

Figura 24. Código de programación de sensor ultrasónico.
Fuente: Autoría Propia.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Pruebas de funcionamiento

Para la simulación del prototipo electrónico se realizaron pruebas de calibración de la distancia de detección del obstáculo respecto del sensor ultrasónico. En la figura 25 se muestra las simulaciones realizadas en la plataforma de Proteus 8 Pro.

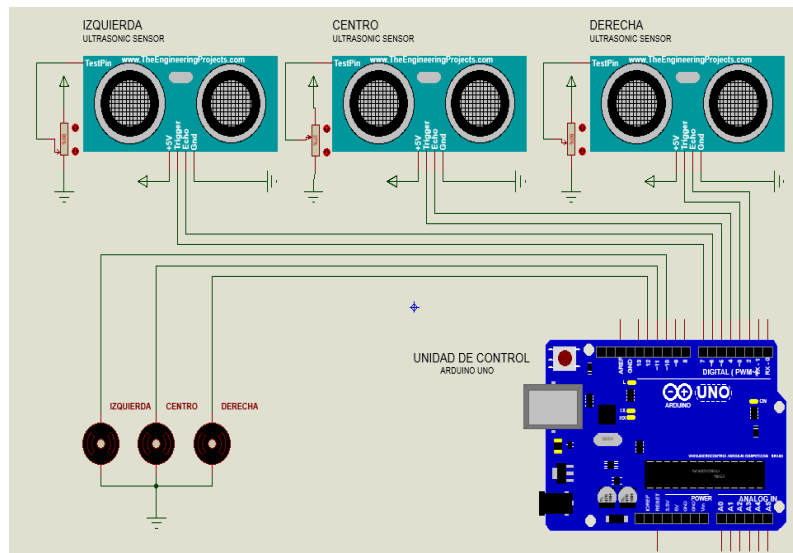


Figura 25. Ensamble del circuito del prototipo en Proteus 8 Pro.
Fuente: Autoría Propia.

Para la disposición de los ensayos de la detección de obstáculos se identifican los distintos puntos de alcance de los sensores ultrasonidos como se observa en la figura 26.

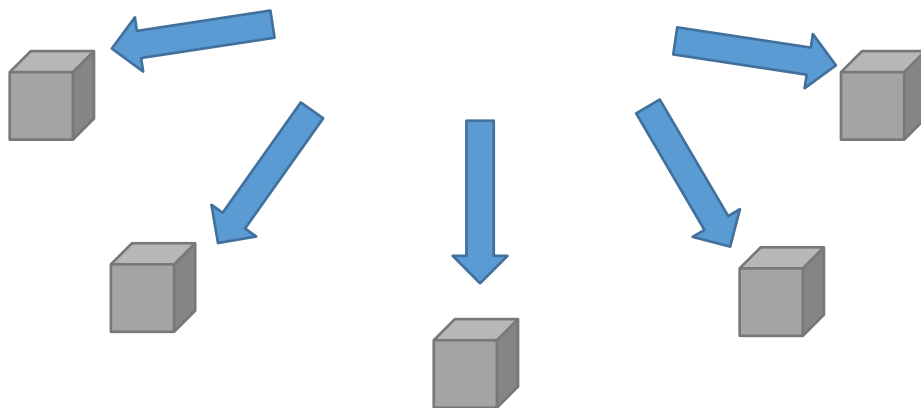


Figura 26. Disposición de los obstáculos respecto al prototipo electrónico.

Fuente: Autoría Propia.

En la tabla 7 se recopila las distintas pruebas que se realizaron con el obstáculo a distintos grados de variación respecto del sensor ultrasónico.

Tabla 7: Posición y Distancia real vs medida.

Distancia Real (m)	Posición Detectada	Distancia Medida (m)
0.25	Centro	0.27
0.25	Derecha	0.28
0.50	Izquierda	0.45
0.75	Centro	0.65
0.75	Derecha	0.70
1.00	Izquierda	0.95
1.00	Centro	0.95
1.00	Derecha	1.20
1.00	Izquierda	1.20
1.50	Centro	1.40
1.50	Derecha	1.35
1.50	Izquierda	1.45
2.00	Centro	1.90
2.00	Izquierda	1.85

Elaboración Propia.

Estos resultados muestran que la distancia real a la medida difiere ciertamente puesto que las ondas de alta frecuencia viajan a través de un medio físico que es cambiante con el tiempo.

El sensor ultrasónico HC-SR04 cuenta con un alcance no mayor de 2 metros, pero con pruebas realizadas, la detección correcta máxima es de 2 metros aproximadamente, dicho resultado varia con respecto al objeto de detección y fue realizado de manera experimental, en la experimentación del sensor también se logra verificar que el ángulo en el cual se encuentra el objeto compromete también al sensado, como se muestra en las siguientes figuras donde se utiliza el sensor ultrasónico para verificar el sensado y un código experimental.

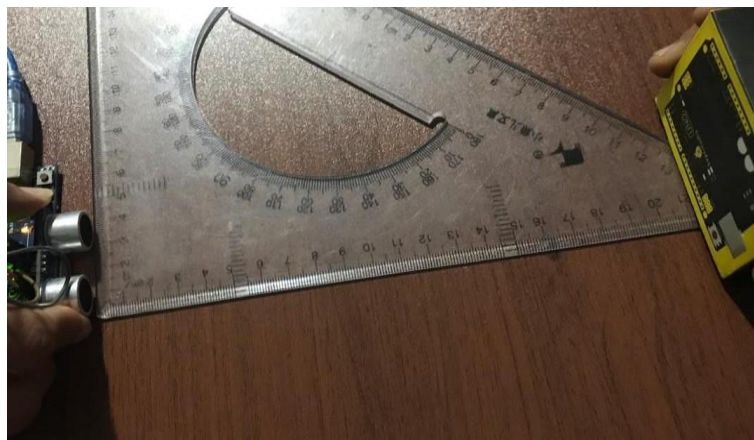


Figura 27. Prueba del sensor HC SR04 a 21cm
Fuente. Elaboracion propia.

Como se demuestra en las figuras 27, es posible que el objeto póstumo a detectar se encuentre ubicado en un ángulo, pero en distintos ángulos desvía el sensado, por ello se considera el uso de sensores ultrasónicos ubicados en distintos puntos cardinales, no solamente para tener una mayor área de sensado, sino que

también permitirle al usuario invidente la diferencia de obstáculos ubicados a la izquierda y derecha.

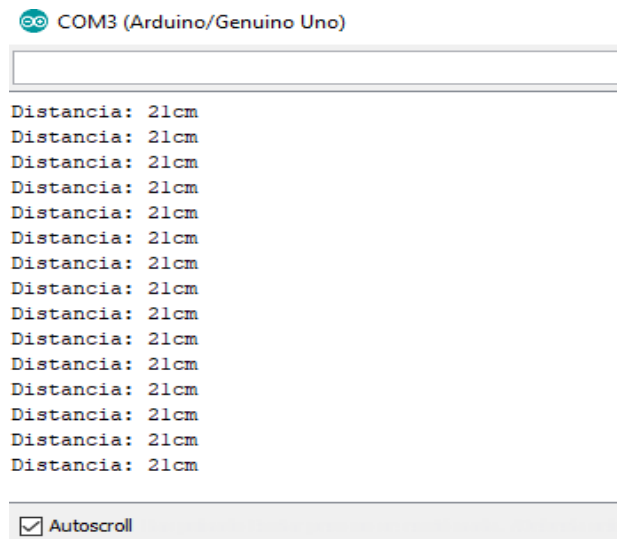


Figura 28. Pantalla del computador HC SR04 a 21cm
Fuente. Elaboracion propia.

También se realiza pruebas del prototipo cuando un obstáculo se acerca por los laterales como se aprecia en la figura 29.



Figura 29. Disposición de los obstáculos laterales respecto al prototipo.
Fuente: Autoría Propia.

Se toma el prototipo y se colocan los objetos a distancia laterales según las distancias reales de referencia se recopilan las distancias de detección en la siguiente tabla 8.

Tabla 8. Tabla de detección obstáculos laterales

Distancia Real (m)	Posición Detectada	Distancia Medida (m)
0.25	Derecha	0.28
0.25	Izquierda	0.20
0.50	Derecha	0.45
0.50	Izquierda	0.55
0.75	Derecha	0.85
0.75	Izquierda	0.74
1.00	Derecha	1.10
1.00	Izquierda	1.20
1.50	Derecha	1.60
1.50	Izquierda	1.55

Fuente: Autoría Propia.

Estos resultados nos dan referencia de la aproximación de objetos cuando estos se dirigen por los lados laterales del prototipo. No existe una exactitud con la distancia real, pero está muy próxima a la medida. Se observa que lograr una medida exacta a una frecuencia de detección alta es difícil, esto se debe que las ondas ultrasónicas no viajarán de manera idéntica en cada activación del sensor.

4.2. Propuesta económica

Se busca diseñar un prototipo electrónico capaz de detectar obstáculos que sea a bajo costo en los materiales y la construcción para el desarrollo del equipo, en la tabla 9 se ve detalladamente los materiales y el costo de los materiales a implementar del prototipo.

Puesto que los costos de los equipos electrónicos ascienden alrededor de 180 nuevos soles, el prototipo de detección de obstáculos aun es accesible en comparación de los otros dispositivos que existen actualmente en el mercado.

Tabla 9. Costos del prototipo

Descripción	Costo (Nuevo Soles)
Arduino UNO	S/. 35.00
3 sensores HC-SR04	S/. 18.00
3 motores vibradores	S/. 15.00
1 sensores TCS3200	S/. 12.00
Placa impresa PCB	S/. 10.00
Componentes electrónicos	S/. 8.00
Costo de diseño	S/. 35.00
2 batería de Li-Ion de 3,7 V	S/.37.00
1 cargador portable de baterías	S/. 12.00
Costo Total de Diseño	S/.178.00

Elaboración Propia.

También se observa que el costo acumulativo de los sensores conforma el valor más costoso del prototipo esto se debe a que estos sensores pueden lograr los objetivos del diseño y la funcionalidad que se requiere para el prototipo.

CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó un prototipo electrónico que detecta los obstáculos a distancia de un metro, el cual es capaz de ayudar a evitar los obstáculos durante el desplazamiento de las personas invidentes.
- Se concluye que el prototipo electrónico puede ser una alternativa de ayuda a las personas invidentes debido al costo consideradamente bajo, el prototipo se categoriza como alternativa debido a que la placa de control es el Arduino, que es una alternativa económica y fácil de utilizar, así como los sensores con los que opera el prototipo.
- La implementación del prototipo se desarrolló de manera óptima lo que facilitó la realización de ensayos de pruebas de funcionabilidad.
- Se desarrolló de manera satisfactoria la relación de distancia y posición del objeto respecto a la detección con el funcionamiento de los motores vibradores mediante el uso de las señales PWM de los sensores ultrasónicos.
- El prototipo construido fue elaborado de manera cómoda para que el usuario pueda portarlo y le permita el uso de ambas manos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el cargador tenga las especificaciones recomendadas para la carga de las baterías que utilizaría el prototipo según el diseño descrito.
- Se deberá realizar pruebas de ensayo con personas invidentes para asegurar el correcto funcionamiento del prototipo, así como la adaptación de este.
- La persona invidente podría llevar un bastón plegable por si el sistema electrónico tendría alguna falla completa.
- Se recomienda mantener el prototipo apagado en caso no se esté utilizando con el fin de ahorrar el tiempo de vida de los componentes electrónicos y el ahorro de energía de las baterías.

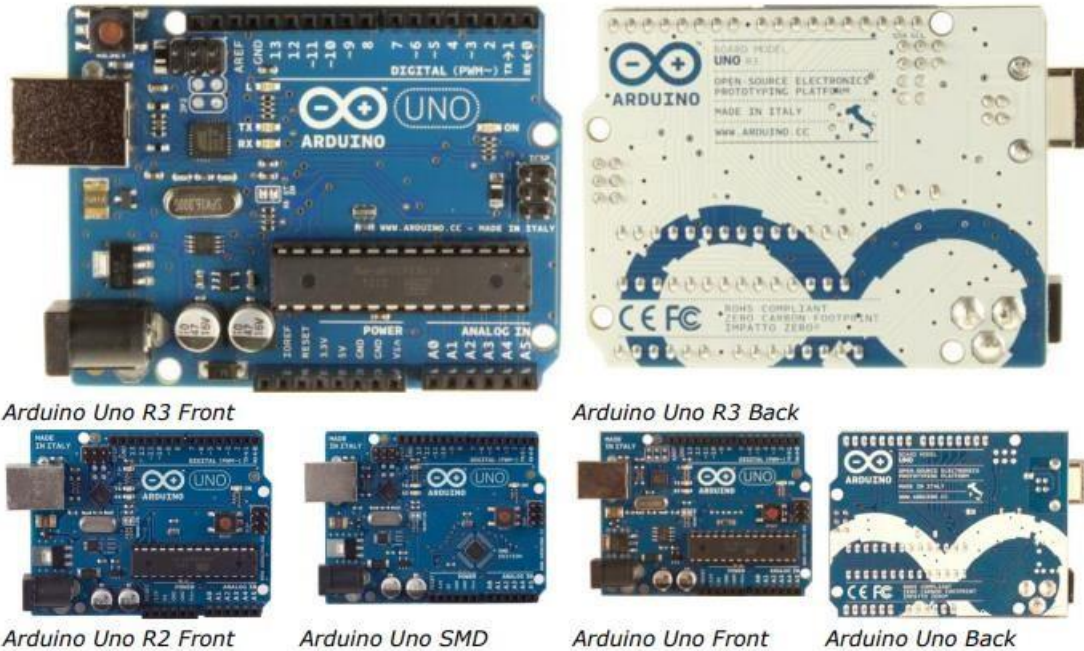
BIBLIOGRAFIA

- [1] Arduino, 2017. *Arduino Mega 2560*. Consultado el 21 septiembre 2018, de <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>.
- [2] Ayala Cruz, E. L. (2011). *Diseño y Diseño del Prototipo de un Sistema Electrónico por Ultrasonido para medir distancia aplicada a un bastón blanco* (tesis de pregrado). Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- [3] Azaña Toapanta, C. R., & Vizquete Franco, J. C. (2018). *Diseño y Construcción de un Prototipo de Guante con Orientación y Localización para Ayuda en la Movilidad de Personas Invidentes* (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- [4] Benstein, J. (1997). EE.UU. Patente N°. 5,687,136. User-driven active guidance system.
- [5] Boletín Climático Nacional (8 de agosto de 2018). SENAMHI. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02215SENA-60>.
- [6] Caballero Martínez, M., García Macías, F. & Espinosa López, J. (2005). *Asistente Móvil Electrónico Para Personas Invidentes (Amepi)* (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México.
- [7] Cabezas Gagñay, A.P. (2017). *Diseño De Un Bastón Guía Para Personas No Videntes, Con Sensores De Luz, Humedad Y Ultrasonido* (tesis de pregrado). Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, Guayaquil, Ecuador.
- [8] Censos 2017: El 10% de los peruanos tiene algún tipo de discapacidad. (9 septiembre de 2018). El Comercio. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/censos-2017-10-peruanos-tipo-discapacidad-noticia-555610>
- [9] Cortes Valencia, J.H., Castaño Acosta, L.A. & Morales Aristizabal, W.H. (2010). *Prototipo Experimental De Un Sistema De Detección De Objetos Por Medio De Imágenes Y Sensores Para Invidentes* (tesis de pregrado) Universidad Tecnológica De Pereira, Pereira, Colombia.
- [10] CYTRON TECHNOLOGIES SDN. BHD. (2013). Product User's Manual – HC-SR04 Ultrasonic Sensor. Johor.
- [11] ELEK FIT FREAKNS, (2000)). Ultrasonic Ranging Module HC - SR04
- [12] Guía de sensores para fábricas clasificados por principios Fundamentos del sensor. *Fundamentos del sensor*. Consultado el 21 septiembre 2018, de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>
- [13] Herrera Velásquez, A. & Jaramillo Morales, R. (2007). Diseño Y Construcción De Un Dispositivo Para La Alerta De Obstáculos. *Revista Ingeniería Biomédica*, 1(1), pp.23-27.

- [14] Hetpro, (2018). Sensor de color TCS3200. Recuperado el 21 septiembre 2018, de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-color-tcs3200-con-arduino>.
- [15] INEI: El 5,2% de peruanos tiene alguna discapacidad. (3 diciembre de 2013). La Prensa. Recuperado de <https://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-inei-52-peruanos-tiene-alguna-discapacidad-16558/>
- [16] Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite. *Sistema de posicionamiento Global*. Consultado el 21 septiembre 2018, de www.gps.gov/spanish.php.
- [17] Mineduc, (2007). Guía portable. Recuperado el 21 septiembre 2018, de <http://especial.mineduc.cl/wpcontent/uploads/sites/31/2016/08/GuiaVisual.pdf>
- [18] Mora Salcedo, J. (2016) Desarrollo y Calibración de un Sensor de Luz Direccional Mediante Fotodiodos (tesis de pregrado). Universidad Politécnica De Valencia, Valencia, España.
- [19] Parra Farfán, M. (2015). *Diseño De Dispositivo Basado En Ultrasonido Para Desplazamiento De Personas En Condición De Discapacidad Visual*. Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, Perú.
- [20] Patón Valentín, P. (2018). *Sistema De Detección De Obstáculos Aéreos Para Invidentes Diy*. Universidad de Alicante, España.
- [21] Peralta Mosquera, M. & Urmendiz Terreros, J. (2014). *Sistema De Asistencia Y Guía Para Personas Invidentes* (tesis de pregrado), Universidad Autónoma De Occidente, Colombia.
- [22] Pérez Oria, J.M., Llata García, J.R., Arce Hernando, J., & González Sarabia, E. (2001). España Patente N°. 2,158,786. *Sistema De Visión Ultrasónica Para Invidentes*.
- [23] P.M Limited, *Vibration Motor*, Consultado el 28 marzo 2019 de <https://www.precisionmicrodrives.com/product/310-118-10mm-vibration-motor-2mm-type>.
- [24] Roberto Azaña, C. (2018). *Diseño Y Construcción De Un Prototipo De Guante Con Orientación Y Localización Para Ayuda De La Movilidad De Personas Invidentes*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- [25] Santiago Praderas, V. (2012). *Diseño, Integración Y Experimentación De Un Sistema 3D De Navegación Para Personas Invidentes* (tesis doctoral). Universidad Politécnica De Valencia, Valencia, España.

ANEXOS

ANEXO 1: Datasheet de Arduino UNO.



Arduino Uno R3 Front

Arduino Uno R3 Back

Arduino Uno R2 Front

Arduino Uno SMD

Arduino Uno Front

Arduino Uno Back

Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

[Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

[Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

ANEXO 2: Datasheet sensor HC-SR04.



1.0 INTRODUCTION

The [HC-SR04](#) ultrasonic sensor uses sonar to determine distance to an object like bats or dolphins do. It offers excellent non-contact range detection with high accuracy and stable readings in an easy-to-use package. From 2cm to 400 cm or 1" to 13 feet. Its operation is not affected by sunlight or black material like Sharp rangefinders are (although acoustically soft materials like cloth can be difficult to detect). It comes complete with ultrasonic transmitter and receiver module.

Features:

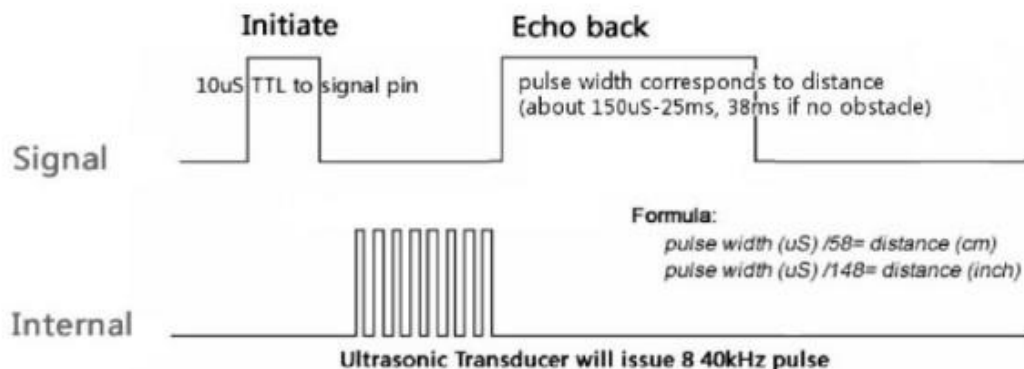
- Power Supply :+5V DC
- Quiescent Current : <2mA
- Working Current: 15mA
- Effectual Angle: <15°
- Ranging Distance : 2cm – 400 cm/1" - 13ft
- Resolution : 0.3 cm
- Measuring Angle: 30 degree
- Trigger Input Pulse width: 10uS
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm

5.0 OPERATION

The timing diagram of [HC-SR04](#) is shown. To start measurement, Trig of SR04 must receive a pulse of high (5V) for at least 10us, this will initiate the sensor will transmit out 8 cycle of ultrasonic burst at 40kHz and wait for the reflected ultrasonic burst. When the sensor detected ultrasonic from receiver, it will set the Echo pin to high (5V) and delay for a period (width) which is proportion to distance. To obtain the distance, measure the width (T_{on}) of Echo pin.

Time = Width of Echo pulse, in uS (micro second)

- Distance in centimeters = Time / 58
- Distance in inches = Time / 148
- Or you can utilize the speed of sound, which is 340m/s



Prototipo §

```
case 3:
analogWrite(10, 0);
break;
}
}
return;
}
void setup() {
Serial.begin(9600);
toca = 0;
Serial.println("Inicializacion");
pinMode(7, OUTPUT);
pinMode(6, INPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(4, INPUT);
pinMode(3, OUTPUT);
pinMode(2, INPUT);
pinMode(10, OUTPUT); //izquierda
pinMode(11, OUTPUT); //centro
pinMode(12, OUTPUT); //derecha
}
void loop() {
long int tiempo = millis();
switch(toca%3){
case 0: leer(7,6);break;
case 1: leer(5,4); break;
case 2: leer(3,2); break;
}
toca++;
```


ANEXO 4:

FICHA DE TAREA DE INVESTIGACIÓN – FISE

Carrera: Ingeniería, Mecatrónica, Electrónica, Biomédica

1. Título del trabajo de la tarea de investigación propuesta

Título: diseño y desarrollo de un sistema portable de proximidad y localización para invidente que permite el uso de ambas manos.

2. Indique la o las competencias del modelo del egresado que serán desarrolladas fundamentalmente con esta tarea de investigación:

- Trabajo en equipo
- Visión interdisciplinaria
- Pensamiento creativo y crítico
- Innovación social
- Ser profesional integral y emprendedor
- Visión integradora

3. Indique el número de alumnos posibles a participar en este trabajo. (máximo 2) Número de Alumnos: 2

Indique si el trabajo tiene perspectivas de continuidad después que el alumno obtenga el Grado Académico para la titulación por la modalidad de tesis o no.

El trabajo tiene perspectivas de continuidad para la titulación por la modalidad de tesis.

4. Enuncie 4 o 5 palabras claves que le permitan al alumno realizar la búsqueda de información para el trabajo en revistas indizadas en WOS, SCOPUS, EBSCO, SciELO, etc. desde el comienzo del curso y obtener información de otras fuentes especializadas.

Ejemplo:

Palabras Claves	SCHOLAR	DOAJ	SciELO
1. Sistemas embebidos	Exitoso	Exitoso	Exitoso
2. Sensores	Exitoso	Exitoso	Exitoso
3. Localización	Exitoso	Exitoso	Exitoso
4. Microcontroladores	Exitoso	Exitoso	Exitoso
5. Discapacidad	Exitoso	Exitoso	Exitoso

5. Como futuro asesor de investigación para la titulación colocar: (Indique sus datos personales)

- a. Nombre: Deyby Maycol Huamanchahua Canchaya
- b. Código docente _____
- c. Correo: deymihuca@hotmail.com Teléfono: 992339449

6. Especifique si el trabajo de investigación:

(Marcar con un círculo la que corresponde, puede ser más de una)

- a. Contribuye a un trabajo de investigación de una Maestría o un doctorado de algún profesor de la UTP.
- b. Si está dirigido a resolver algún problema o necesidad propia de la organización.
- c. Si forma parte de un contrato de servicio a terceros.
- d. Corresponde a otro tipo de necesidad a causa (Explica cual)

El trabajo está dirigido a resolver una necesidad específica y común que presentan las personas con discapacidad visual. Muchas personas invidentes para poder movilizarse utilizan un bastón para identificar los objetos que tienen al frente. De esta manera, una mano está obligada a ser utilizado para dicho objeto. Este dispositivo puede ser beneficioso porque permite a la persona invidente utilizar ambas manos y de esa manera poder realizar actividades que requieren usarlas.

7. Explique de forma clara y comprensible al alumno los objetivos o propósitos del trabajo de investigación.

- Revisión bibliográfica de los dispositivos electrónicos para invidentes que hay hasta la actualidad.
- Estado de arte de los dispositivos para invidentes.
- Diseño y desarrollo de un prototipo.
- Desarrollo de un sistema embebido para el control del prototipo.
- Pruebas de funcionamiento de prototipo.

8. Binde al alumno una primera estructuración de las acciones específicas que debe realizar para que le permita al alumno iniciar organizadamente su trabajo.

- Búsqueda de información sobre los antecedentes, situación actual y la problemática referida al trabajo planteado.
- Búsqueda de información de investigaciones validadas con el fin de justificar el trabajo que se está planteando.
- Búsqueda de información sobre conocimientos específicos o fundamento teórico sobre el tema planteado.
- Búsqueda de información sobre metodologías validas existentes y/o mecanismos que se utilizan para el desarrollo el trabajo planteado.
- Búsqueda de información sobre recursos (personal, materiales, instrumentos y equipos) que se requerían para el trabajo que se está planteando.
- Planteamiento de los objetivos específicos según el propósito del trabajo planteando y el análisis de la información encontrada.
- Planteamiento en un diagrama de bloques sobre el trabajo propuesto según metodologías validas existentes.

- Planteamiento de los resultados esperados pudiendo ser: aportes a la solución del problema plantado o prototipo como un nuevo producto.
- Planteamiento sobre impactos y limitaciones sobre el trabajo propuesto.
- Implementar u prototipo y un sistema embebido para el control.

9. Incorpore todas las observaciones y recomendaciones que considere de utilidad al alumno y a los profesores del curso para poder desarrollar con éxito todas las actividades.

- La búsqueda de la información debe realizarse tanto a nivel nacional como internacional.
- Identificar información específica sobre el estado de arte sobre exosqueletos superiores.
- Preparar un adecuado diagrama de Gantt de la realización del proyecto para cumplir a tiempo todas las actividades.

10. Fecha y docente que propone la tarea de investigación

Fecha de elaboración de ficha: 04/08/2018

Docente que propone la tarea de investigación: Deyby Maycol Huamanchahua Canchanya, PhD

11. Esta Ficha de Tarea de Investigación ha sido aprobada como Tarea de Investigación para el Grado de Bachiller en esta carrera por:

(Solo para ser llenada por la Dirección Académica)

Nombre: Osniel Pozo Mederas

Código: E16379

Cargo: Coordinador académico

Fecha de aprobación de ficha 07 / 08 / 2018

Vo.Bo. FISE

