



Implementación de un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares en el Comando Logístico N° 25 “Reino de Quito” año 2021

Iza German, Alex Fernando y Pumashunta Ortega, Luis Alfredo

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Monografía, previa a la obtención del título de Tecnólogo en Electromecánica

Ing. Lara Jácome, Oscar Rodrigo

2021



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “Implementación de un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares en el Comando Logístico N° 25 “Reino de Quito” año 2021” fue realizada por los señores Iza German Alex Fernando y Pumashunta Ortega Luis Alfredo, la cual ha sido revisada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

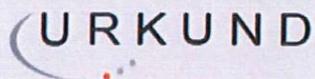
Latacunga, 26 de agosto 2021



Firmado electrónicamente por:
OSCAR RODRIGO
LARA JACOME

ING. LARA JÁCOME OSCAR RODRIGO
C.C: 0502960594

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO_TÉCNICO_IZA_PUMASHUNTA FINAL.docx
(D111490427)
Submitted: 8/20/2021 8:31:00 AM
Submitted By: orlara@espe.edu.ec
Significance: 5 %

Sources included in the report:

G7_ReporteVF.pdf (D54525130)
AVANCE DEL DOCUMENTO.docx (D69480215)
CORRECCION2_TESIS_JEFFERSON_CORELLA[31704].docx (D76297287)
STALIN FLORES TESIS 2.1.pdf (D47418702)
JAMI JOEL_MONOGRAFÍA.docx (D99544233)

Instances where selected sources appear:

13



Firmado electrónicamente por:
OSCAR RODRIGO
LARA JACOME

ING. LARA JÁCOME OSCAR RODRIGO
C.C: 0502960594



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

RESPONSABILIDAD DE AUDITORÍA

Yo, Iza German Alex Fernando y Pumashunta Ortega Luis Alfredo con cédula de ciudadanía N° 1550013633, y N° 1804823316 respectivamente declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Implementación de un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares en el Comando Logístico N° 25 “Reino de Quito” año 2021**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 26 de agosto 2021

Iza German Alex Fernando

CC.: 1550013633

Pumashunta Ortega Luis Alfredo

CC: 1804823316



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN DE PUBLICIDAD

Yo, Iza German Alex Fernando y Pumashunta Ortega Luis Alfredo con cédula de ciudadanía N° 1550013633, y N° 1804823316 respectivamente, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación de un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares en el Comando Logístico N° 25 “Reino de Quito” año 2021**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 26 de agosto 2021



Iza German Alex Fernando
CC.: 1550013633



Pumashunta Ortega Luis Alfredo
CC: 1804823316

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación va dedicado principalmente a Dios y a la Virgen del Quinche, que con sus bendiciones diarias me dieron el vigor y el cuidado para cumplir un objetivo más en mi vida.

A mi madre, Mélida Susana German Iza, por cuidarme y guiarme en el sendero de la vida ya que sin su apoyo incondicional no habría logrado nada, por sus bendiciones diarias en cada amanecer que me cuida y me protege, por eso te doy en regalo este mi trabajo a tu paciencia y amor, a mi padre Víctor Fernando Iza Sánchez, que siempre está apoyándome a cumplir mis sueños con sus consejos, siendo el pilar fundamental para todos en mi familia.

A mis hermanos por acompañarme en cada decisión que he tomado siendo mi amparo y protección en mi vida.

IZA GERMAN ALEX FERNANDO

CBOS. de TRP.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios y la Virgen del Carmen que con su bendición me brindaron salud para culminar una meta más en la vida y a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares fundamentales para seguir adelante.

A mis amados padres Segundo Pumashunta y Rosa Ortega quienes han sido mi ejemplo y motivación, acompañándome en mis logros profesionales.

A mis hermanos Jessica y Wilson, porque son la razón de mi superación, gracias por confiar siempre en mí.

A mi esposa Janeth, mis hijas Lady y Camila por ser mi fortaleza en cada uno de los retos que asumo en la vida. Hubo momentos difíciles, pero lo superamos juntos.

PUMASHUNTA ORTEGA LUIS ALFREDO

CBOS. de TRP.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y la Virgen del Quinche por este objetivo alcanzado en la vida y poder compartir el mismo junto a mi hermosa familia.

Agradezco a mi madre por estar siempre junto a mi apoyándome en cada momento de mi vida en mis fracasos y triunfos, es la bendición más hermosa que Dios le dio a mi vida.

Agradezco a los ingenieros de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" quienes me impartieron los conocimientos en las aulas para en el futuro poner en práctica en beneficio de la Logística Militar y poder tener una herramienta más para crecer profesionalmente.

IZA GERMAN ALEX FERNANDO

CBOS. de TRP.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y la virgen del Carmen por permitirme compartir este logro profesional junto a mi amada familia. Agradezco a mi esposa Janeth, a mis hijas Lady y Camila quienes son el obsequio más hermoso que Dios le dio a mi vida gracias porque siempre me brindan su apoyo y su amor incondicional a pesar de los momentos difíciles que hemos pasado.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" quienes me compartieron sus experiencias profesionales y conocimientos en las aulas para en el futuro poderlos poner en práctica en beneficio del Ejército Ecuatoriano y tener una herramienta más para crecer profesionalmente.

PUMASHUNTA ORTEGA LUIS ALFREDO

CBOS. de TRP.

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de auditoría	4
Autorización de publicidad	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Tabla de contenidos	13
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras	14
Resumen	15
Abstract	16
Planteamiento del problema	17
Tema	17
Antecedentes	17
Planteamiento del Problema	18
Justificación	19
Objetivos	20

<i>Objetivo General</i>	20
<i>Objetivos Específicos</i>	21
Alcance	21
Marco teórico	23
Sueño y somnolencia	23
Etapas del sueño.....	23
Sistema de detección de fatiga.....	25
Postura al conducir.....	27
Arduino	29
Sensor ultrasonido	30
Buzzer pasivo.....	32
App Inventor	33
<i>El proceso de creación App inventor</i>	34
Bluetooth	34
Desarrollo del tema.....	36
Selección de elementos electrónicos del dispositivo	36
Sistema de alerta de somnolencia.....	38
Sistema de alerta de somnolencia.....	39
<i>Lectura de datos con ultrasonido lateral</i>	39
<i>Lectura de datos con ultrasonido posterior</i>	42
<i>Programa de somnolencia</i>	45

Conclusiones y recomendaciones	49
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
Bibliografía	51
Anexos.....	52

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Características de sensor ultrasonido</i>	31
Tabla 2 <i>Sensor HC-SR04</i>	37
Tabla 3 <i>Buzzer</i>	37
Tabla 4 <i>Distancia entre sensor individuo</i>	41
Tabla 5 <i>Distancia entre sensor cabeza</i>	43
Tabla 6 <i>Análisis de resultados</i>	48

Índice de figuras

Figura 1 <i>Etapas o fases del sueño</i>	24
Figura 2 <i>Etapas o fases del sueño</i>	26
Figura 3 <i>Postura adecuada para sentarse al conducir</i>	27
Figura 4 <i>Arduino UNO</i>	29
Figura 5 <i>Ultrasonido HC-SR04</i>	30
Figura 6 <i>Espectro sonoro de un sensor ultrasonido</i>	32
Figura 7 <i>Espectro sonoro de un sensor ultrasonido</i>	32
Figura 8 <i>Plataforma de Mit app inventor para aplicaciones android</i>	33
Figura 9 <i>Bluetooth para arduino</i>	35
Figura 10 <i>Prototipo de somnolencia con Arduino</i>	38
Figura 11 <i>Simulación del sistema de somnolencia</i>	39
Figura 12 <i>Sensores de ultrasonido para posición adecuada al conducir</i>	40
Figura 13 <i>Sensores de ultrasonido posición lateral</i>	40
Figura 14 <i>Sensores de ultrasonido para posición lateral</i>	42
Figura 15 <i>Sensor de ultrasonido cabecera</i>	43
Figura 16 <i>Sensores de ultrasonido para posición cabecera</i>	44
Figura 17 <i>Código para app Mitt app inventor</i>	46
Figura 18 <i>Código para app Mitt app inventor</i>	47

Resumen

El presente trabajo de titulación consiste en la implementación de un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares en el Comando Logístico N° 25 “Reino de Quito”, este mal también conocido como somnolencia será detectado mediante un sistema de seguridad desarrollado en software libre (Arduino), el cual detectara la fatiga de los conductores del Comando Logístico N° 25 “Reino de Quito” según el movimiento que tenga la persona durante la operación de la misma con la ayuda de dispositivos electrónicos de medición de distancia, con un algoritmo que recopilara información y alertara sobre cualquier anomalía que esté presente durante la operación del vehículo. El prototipo propuesto en el trabajo es un sistema dividido o compuesto de dos subsistemas que permitirán al conductor estar siempre alerta, el sistema principal compuesto con sensores ultrasónicos HC-SR04 detectará cualquier cambio de postura del individuo al momento de conducir y este alertará con un sonido mediante buzzer, adicional el segundo subsistema está compuesto por una app y será otra forma de advertir al conductor, en la investigación se expondrá los beneficios de este prototipo así como las limitaciones del sistema propuesto y las futuras mejoras que se podrán realizar al mismo.

Palabras clave:

- **SOMNOLENCIA**
- **VEHÍCULOS - SEGURIDAD**
- **SOFTWARE INVENTOR APK**
- **COMANDO LOGÍSTICO N° 25 REINO DE QUITO**

Abstract

The present degree work consists of the implementation of an intelligent safety device using electrical and electronic elements to detect fatigue in military drivers in the Logistics Command No. 25 Kingdom of Quito, this disease, also known as drowsiness, will be detected by a system of security developed in free software (Arduino), which will detect the fatigue of the drivers of the Logistics Command N ° 25 Reino de Quito according to the movement that the person has during the operation of the same with the help of electronic distance measurement devices, with an algorithm that collects information and alerts on any anomaly that is present during the operation of the vehicle. The prototype proposed in the work is a system divided or composed of two subsystems that will allow the driver to be always alert, the main system composed of HC-SR04 ultrasonic sensors will detect any change in the individual's posture when driving and it will alert with a sound. through buzzer, additionally the second subsystem is composed of an app and will be another way of warning the driver, the research will expose the benefits of this prototype as well as the limitations of the proposed system and the future improvements that can be made to it.

Keywords:

- **DROWSINESS**
- **VEHICLE - SAFETY**
- **INVENTOR APK**
- **COMANDO LOGÍSTICO N° 25 REINO DE QUITO**

Capítulo I

1 Planteamiento del problema

1.1 Tema

Implementación de un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares en el Comando Logístico N° 25 “Reino de Quito” año 2021.

1.2 Antecedentes

El Batallón de Transportes “CHASQUIS” fue creado según acuerdo ministerial con fecha junio de 2008 por disposición del Comando General del Ejército por la evolución tecnológica y la necesidad de movilizar sus medios para el cumplimiento de su misión, el Batallón de Transportes ha recibido en dotación vehículos administrativos y tácticos modernos que les ha permitido cubrir las diferentes necesidades institucionales.

El cansancio al conducir los vehículos administrativos y tácticos que ocasiona en los conductores del Batallón de Transportes “CHASQUIS” son fenómenos complejos, que implican disminuciones en los niveles de alerta y conciencia de parte del que maneja. Estas situaciones conllevan a accidentes eludibles ante la identificación de situaciones peligrosas. El cansancio mental, como el físico, provoca el adormecimiento del conductor, y representa un factor que contribuye a los accidentes al menos en el 24 % de ellos.

En el tema “Prototipo de un sistema detector de somnolencia con alertas vía tuits para conductores vehiculares” el presente trabajo de titulación indica que al manejar un vehículo a menudo se convierte en un desafío para muchas personas a nivel mundial, no solo al momento de evadir ciertos obstáculos en las carreteras o al transitar por vías de difícil acceso, sino también por varios factores que influyen en la capacidad de conducir, uno de esos factores es la somnolencia, la cual puede tener consecuencias

trágicas no solo sobre los conductores que se arriesgan a manejar en tal estado sino también sobre otras personas que circulan por la misma vía, causando un daño colateral irreparable. Por lo que se concluye que existe la necesidad de elaborar un prototipo de sistema que cumpla la función de detectar la somnolencia y a su vez pueda ser utilizado por los conductores vehiculares para de esa manera alertarlos ante un posible caso de adormecimiento detrás del volante y de esa manera prevenir posibles accidentes en carreteras. (Marcillo, 2017).

En el trabajo sobre “Diseño y construcción de un sistema de alerta al asiento del conductor y disminución de la velocidad del vehículo por agotamiento del conductor.” el presente trabajo de titulación indica que el diseño y la construcción, se lo hizo pensando en obtener un sistema que detecte rápidamente y alerte al conductor con el fin de evitar accidentes derivados del agotamiento dando como resultado de este trabajo un dispositivo que sea estético y de fácil de manejar, adicionalmente la investigación concluye que se puede tener un punto de partida para investigaciones futuras en la detección de uso de drogas y alcohol. (Cerón, 2017).

1.3 Planteamiento del Problema

La importancia de la logística viene desde la creación de los ejércitos en el mundo, pues es parte del arte militar que tiene por objeto el estudio de las normas para satisfacer las necesidades de una fuerza.

Desde sus inicios el militar que pertenece al servicio de transportes tiene la responsabilidad de aprender a conducir todo tipo de vehículos que tiene el Ejército Ecuatoriano en su parque automotor para transportar todo tipo de material, equipo y personal, es ahí donde aparece el problema del cansancio al conducir un medio de transporte terrestre por varias horas y largas distancias.

En el Batallón de Transportes “CHASQUIS” existe todo tipo de vehículos en su parque automotor para cumplir las diferentes actividades designadas por el escalón

superior y las consecuencias de conducir por varias horas estos vehículos causa cansancio y las consecuencias que trae este son accidentes de tránsito, pérdidas económicas, retrasos en el transporte de unidades militares entre otros problemas que se puede producir al no tener un sistema que permita evitar la somnolencia de los conductores.

Este problema que aqueja al personal del servicio de transportes de no ser solucionado puede conllevar a que la actividad y desempeño del personal no sea óptimo y adecuado al conducir una unidad de transporte ya que puede mermar su trabajo al estar cansado o estresado y como se indica en estudios una persona debe tomar descansos cuando conduce por largas distancias por lo que es importante solucionar este problema aunque sea imperceptible sería una seguridad adicional tener un sistema de seguridad que alerte al militar de su somnolencia y evitar catástrofes.

Por lo mencionado, es necesario la implementación de un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares pertenecientes al Batallón de Transportes "CHASQUIS", para evitar accidentes no deseados y cuidar la integridad del personal militar.

1.4 Justificación

El Director Ejecutivo de la Comisión Nacional y los Directores de las Comisiones Provinciales, serán los encargados de elaborar y supervisar los planes, programas, proyectos y campañas de prevención, educación y seguridad vial, la realización de estudios, formulación de soluciones y ejecución de acciones para la reducción de la accidentabilidad, con base en los factores y causas de incidencia, y el sistema integrado de seguridad en las instituciones militares es el ente encargado de cuidar la integridad del personal.

Por lo tanto, el motivo que lleva a la implementación de un sistema detector el cansancio, es la de proporcionar al conductor militar un sistema capaz de reconocer

cuando el individuo presente síntomas de adormecimiento y de esta manera alertar para que tome ciertas medidas preventivas, como un respectivo descanso a orillas de la carretera, lavarse la cara u otras medidas de seguridad para evitar un posible accidente que afecte su vida o la vida de las demás personas que transitan por la misma vía (Marcillo, 2017).

Se beneficiarán del presente trabajo de titulación el militar que cumple la función como conductor en el Batallón de Transportes “CHASQUIS”, esto les permitirá cumplir con responsabilidad las funciones encomendadas por parte del escalón superior de forma segura, durante sus días de labores cotidianas como conductor de vehículos administrativos y tácticos.

Los resultados obtenidos permitirán garantizar la seguridad y evitar accidentes por causa del cansancio que adquiere un conductor militar en sus actividades diarias con el régimen de trabajo del Batallón de Transportes “CHASQUIS” así ayudará al Sistema Integrado de Seguridad a cuidar del bienestar del personal.

Por lo que antecede es de importancia que el Batallón de Transportes “CHASQUIS” del Comando Logístico “REINO DE QUITO”, tenga un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares, para proporcionar de seguridad al conductor militar de este Batallón y evitar accidentes no deseados cuidando la integridad del personal, material y equipo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General.

- Implementar un dispositivo inteligente de seguridad mediante elementos eléctricos y electrónicos para detectar el cansancio en conductores militares.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Investigar los dispositivos eléctricos y electrónicos que permitan medir los signos vitales de una persona y los factores de somnolencia.
- Realizar un análisis para seleccionar los elementos adecuados que conformarán este dispositivo
- Implementar un dispositivo inteligente para detectar el cansancio de los conductores militares.
- Realizar pruebas y resultados para detectar el cansancio en los conductores militares.

1.6 Alcance

El presente trabajo de titulación abarca la investigación, de la implementación de un dispositivo inteligente para detectar el cansancio del conductor militar, mediante el uso de dispositivos eléctricos y electrónicos con los conocimientos adquiridos durante la formación académica en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica de la Universidad de la Fuerzas Armada "ESPE", que permita generar un nivel de seguridad y confianza al momento de la conducción de un vehículo administrativo o táctico según sea el caso. Este trabajo a la vez beneficiará a los conductores de la unidad de transporte en el cual está instalado.

Esta implementación será posible realizarla gracias a los dispositivos eléctricos y electrónicos, vista que en la actualidad la seguridad en la conducción es de gran importancia para cuidar la integridad del personal del Servicio de Transportes.

Este dispositivo es implementado con un tarjeta Arduino Uno, la tarjeta es la que adquiere las señales de dos sensores de ultrasonido, mediante un algoritmo desarrollado en Lenguaje C (IDE Arduino), se identifica la buena postura de los conductores dependiendo la distancia que tenga el individuo con los sensores, por tal razón se los ubica estratégicamente y así mismo deben ser calibrados, si estos alertan

del cambio de distancia inusual al que estén calibrado se activa la alarma (Buzzer) alertando al individuo y activa la alerta en el celular.

Al finalizar este trabajo de titulación se busca que el personal de conductores del Batallón de Transportes "CHASQUIS", pueda acceder a este dispositivo inteligente, para detectar el cansancio.

Capítulo II

2 Marco teórico

2.1 Sueño y somnolencia

El sueño de un ser vivo biológicamente no es una falta total de actividad, más bien se considera como un estado de conducta de un ser vivo. Para que el sueño suceda se precisa de un ambiente y una postura adecuada, estas variables son distintas en cada persona según los estudios realizados a través de los años. A diferencia del coma, el estado del sueño es reversible en respuesta a estímulos adecuados y genera cambios electroencefalográficos que lo distinguen del estado de somnolencia, es decir que la persona puede despertar frente a un estímulo pequeño como un movimiento pequeño o brusco, un sonido leve cuando la etapa del sueño está comenzando es decir estamos en la somnolencia y esto depende de cada persona. La disminución en la motricidad de la musculatura esquelética y en el umbral de reactividad a estímulos son otros síntomas del estado de sueño que tiene una persona durante su etapa de cansancio cuando realiza una actividad repetitiva como lo es manejar.

La presencia del sueño en una persona es periódico y en general espontáneo, y se acompaña con la pérdida de conciencia y descanso del mismo. Sin embargo, aun cuando la persona tenga sueño, puede, voluntariamente, no dormir como se evidencia en conductores que presentan cansancio, pero evitan dormir lo que provoca somnolencia al no poder dormir a causa de que siguen cumpliendo con una actividad en este caso conducir. (J. L. Velayos, 2007).

2.2 Etapas del sueño

El sueño de una persona está dado por diferentes etapas que varían entre los individuos, las cuales están divididas en NREM (sin movimiento ocular rápido) Y REM

(movimiento ocular rápido) como se muestran en la figura 1, no todas las personas pasan o presentan todas las etapas cuando descansan. (SANTIAGO, 2016).

Figura 1

Etapas o fases del sueño.



Nota. En la figura se puede ver las 4 etapas del sueño que tiene un individuo divididas en dos NO REM. Tomado de (SANTIAGO, 2016).

El sueño REM son los movimientos oculares rápidos se produce cuando el ser humano está en la etapa de sueño y NO REM (NREM) es cuando no se tiene movimientos oculares rápidos, pero se presenta la pérdida de tono muscular debido al cansancio y entre en somnolencia. (Medico, 2016).

- **Fase 1:** en esta fase trata de un periodo de adormecimiento en el cuales se realizan unos movimientos oculares lentos y se pasa de despierto al sueño. Se la conoce como sueño ligero, esta etapa es donde se basa la investigación para evitar la somnolencia en los conductores según las posturas al manejar. (SANTIAGO, 2016).
- **Fase 2:** en esta etapa se disminuye el ritmo cardíaco y respiratorio, la persona presenta una relajación muscular que conduce a la inconsciencia y bloqueo de la percepción sensorial e información exterior lo que ayuda a dormir.
- **Fase 3:** en esta fase se presenta el descanso de las personas, ya que el bloqueo sensorial se hace más intenso y el sueño es más profundo. Al

levantarse durante esta etapa de sueño, la persona sufre de desorientación y confusión.

- **Fase 4:** en la fase 4 el sueño es más profundo y reparador para los individuos. Durante este periodo el descanso es mayor, el tono muscular es mucho menor que en las fases 1, 2 y 3 por lo que se consigue restauración física y psíquica del cuerpo.

2.3 Sistema de detección de fatiga

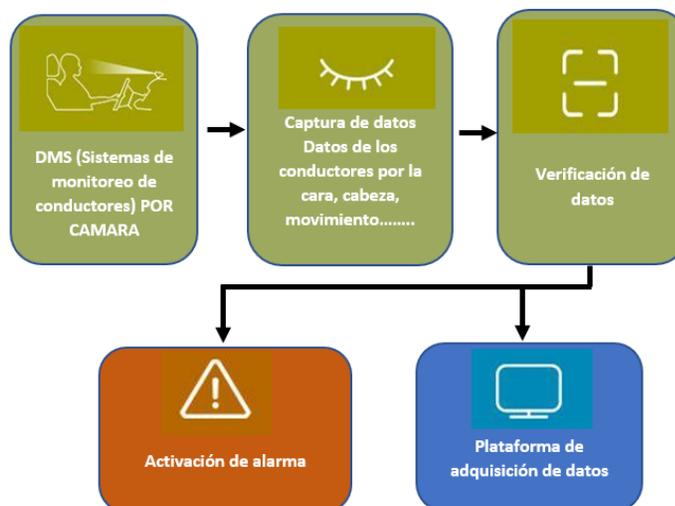
Este sistema puede alertar al conductor si este pierde la concentración al volante cuando está conduciendo, ya sea por cansancio o sueño (somnolencia). De esta forma, el conductor debe detenerse, hasta que se encuentre en perfectas condiciones para seguir operando o conduciendo maquinaria o automotores.

El sistema de alerta para cansancio analiza el patrón de comportamiento del conductor o individuo desde el principio de que esto pone en funcionamiento el automotor, y empieza a evaluar permanentemente durante el tiempo de movilización como la velocidad angular del volante como se muestra en la figura

Una vez que el sistema compruebe que las maniobras de dirección que esté realizando el conductor difieran mucho de su comportamiento normal registrado al inicio de encender el automotor esté activa la alarma acústica ubicada en el tablero, visual o sensorial según sea el modelo del sistema puede incluir vibraciones en el volante o asiento del conductor. (MAPFRE, 2019).

Figura 2

Etapas o fases del sueño.



Nota. En la figura se muestra el diagrama de bloques de un sistema de alarma de cansancio o somnolencia tradicional. Tomado de (Traclogis, 2018).

Hay sistemas que pueden activar además de la alerta un bloqueo central del vehículo o automotor por un lapso de 2 horas que es lo recomendable para descansar. Así mismo hay sistemas que evolucionan con la tecnología y estos son capaces de detectar la somnolencia del individuo utilizando una cámara de detención facial, dirigida al rostro del conductor para la detección de la actividad de los ojos, la cara y la cabeza en todo momento (Navarrete, 2004).

La regulación de cada país cambia y los dispositivos pueden estar equipados por un sensor de ángulo de volante para analizar los micro movimientos que realiza el individuo a lo largo de su actividad frente al volante, incluso se incorpora una centralita en el motor para conocer el tiempo que lleva el conductor sin parar completamente el vehículo o automotor integrada con una consola central o pantalla para ofrecer toda la información al conductor.

Para regular los sistemas de alarma en los automotores hay entidades gubernamentales que los supervisan, en el mercado existen varios dispositivos y en algunos países se propone que los sistemas de reconocimiento de somnolencia, cansancio y distracción al momento de conducir u operar maquinaria automotriz sea obligatoria para todos los vehículos de menos de 3,5 T (excluidas motocicletas) la regulación incluye a modelos nuevos a partir de 2022. (MAPFRE, 2019).

2.4 Postura al conducir

La buena postura resulta muy fundamental al prevenir molestias, lesiones y dolores a causa de las malas posiciones que son repetitivas en acciones cotidianas que se tiene un individuo al conducir un vehículo. Debido a esto, al manejar un automotor también se debe cuidar la postura para protegerse ante potenciales dolores que se pueden generar a futuro, además de seguridad al momento de conducir como se muestra en la figura 3 todas las recomendaciones que se deben tener cuando se está sentado al volante. (Gottau, 2010).

La tensión que se genera al conducir tiene consecuencias, por lo general se ocasionan algunas molestias en varias zonas, sobre todo en la zona del cuello de los individuos. Sin embargo, se puede seguir los siguientes consejos para cuidar la postura al momento de conducir, podemos prevenir dolores y molestias como consecuencia de la postura al momento de conducir.

Figura 3

Postura adecuada para sentarse al conducir.



Nota. En la figura se muestran todas las recomendaciones sobre la postura al conducir.

Tomado de (Gottau, 2010).

Se recomienda que el asiento debe estar situado aproximadamente a unos 30 cm del piso del auto sin importar el modelo, esto es para favorecer la correcta posición de las piernas cuando el auto es manual o automático. Adicionalmente se debe tener una inclinación hacia atrás de entre 15 a los 25 grados, de manera que entre el muslo y la cadera se presente un ángulo de 110 a 120 grados de cada persona, esto puede presentar variaciones dependiendo de la altura del conductor, se recomienda ajustar el asiento adecuadamente. (Gottau, 2010).

Con el fin de evitar los comunes dolores de espalda que se presentan como consecuencia de largos viajes conduciendo, la posición del respaldo del asiento del conductor no se debe hacer que la persona se encuentre muy rígidamente sentado al volante y tampoco muy tumbado en el mismo. La manera ideal de colocar el asiento es aquella que permita que el cuerpo forme poco más de un ángulo recto viéndolo de forma más fácil, también se debe tener en cuenta que la espalda, cabeza, y los muslos

tienen que estar completamente apoyados en el asiento del conductor. (WebConsultas Healthcare, 2017).

2.5 Arduino

La tarjeta Arduino es una plataforma de creación por código de electrónica de software abierto, la cual tiene hardware y software libre, flexible y de fácil sintaxis al momento de utilizar para los creadores y desarrolladores profesionales, estudiantes y aficionados. Esta plataforma le permite al usuario crear diferentes tipos de microordenadores de una sola tarjeta a los que la comunidad de desarrolladores puede darles diferentes tipos de aplicaciones en proyectos.

Figura 4

Arduino UNO.



Nota. En la figura se muestra el Arduino UNO. Tomado de (Arduino, 2021)

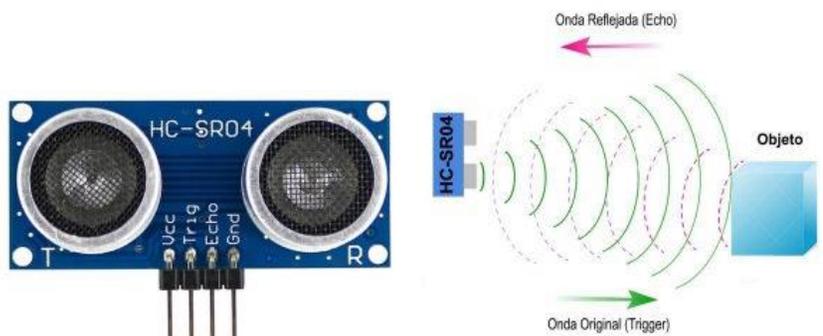
La ventaja que tiene Arduino es que al ser libre puede ser extensible, así cualquier persona que necesite ampliar o mejorar el diseño de la tarjeta y el entorno que tiene para el desarrollo de programas, puede hacerlo sin inconvenientes. A las librerías que tiene cargado el software se le puede añadir la de terceros debido a que pueden adaptarse mejor a las necesidades de cada uno. (Arduino, 2021)

2.6 Sensor ultrasonido

El sensor de ultrasonido al ser un módulo que se puede integrar con Arduino permite medir distancias a través de los ultrasonidos como se muestra en la figura 5. Al ser un kit de la marca HC-SR04, es muy común encontrar este tipo de sensores en el mercado, el funcionamiento de este dispositivo es sencillo, el pin Trigger está conectado con el transductor izquierdo (T), una vez que hace eso envía pulsos de ultrasonido, mientras que el pin Echo que se encuentra comunicado al transductor de la derecha (R), el cual se encarga de recibir el eco del sensor enviado previamente y de esta manera se obtiene la distancia entre el objeto y el sensor.

Figura 5

Ultrasonido HC-SR04.



Nota. En la figura se muestra el sensor ultrasónico HC-SR04. Tomado de (Smelpro, 2019).

En la actualidad se puede construir sistemas de detección de objetos reales, determinar la posición, crear mapas entre otras aplicaciones que se pueden realizar con esta placa de prototipado ya que tiene garantía de Arduino también proporciona un código fuente de ejemplo con el cual se puede implementar cualquier prototipo, la desventaja del sensor es su error un poco considerable por esa razón se puede reemplazarlos con sensores de mejores prestaciones que sean compatibles con la

tarjeta solo deben tener especificaciones similares a los expuestos en la tabla 1 las características del sensor HC-SR04. (Hernández, 2021)

Tabla 1

Características de sensor ultrasonido.

Ítem	Característica	Rango
1	Voltaje de trabajo	5V
2	Corriente	15mA
3	Frecuencia de trabajo	40HZ
4	Distancia máxima	4m
5	Distancia mínima	2cm
6	Ángulo de apertura	15°
7	Margen de error	3mm o 0.3cm
8	Duración mínima del pulso de disparo (TTL)	10 μ S
9	Duración del pulso de eco de salida (TTL)	100-25000 μ S
10	Tiempo mínimo de espera entre mediciones	20 mS

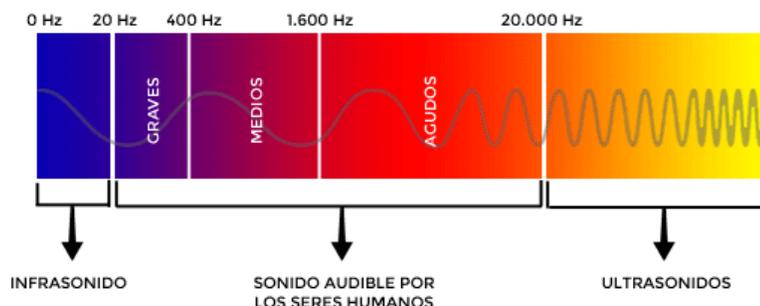
Nota. En la tabla se muestra las características del sensor de ultrasonido HC-SR04.

Tomado de (Smelpro, 2019).

Para medir distancias con Arduino puede hacerlo de varias maneras, en el mercado existen sensores de infrarrojos, que utilizan las propiedades de la luz para medir la distancia del objeto y el sensor ultrasónico HC de Arduino aprovecha las propiedades de propagación del sonido para medir la distancia entre el objeto. Las ondas sonoras se encuentran por encima del espectro audible por los seres humanos como se muestra en la figura 6, la frecuencia del ultrasonido.

Figura 6

Espectro sonoro de un sensor ultrasonido.



Nota. En la figura se muestra las frecuencias en las cuales se encuentra las ondas de ultrasonido. Tomado de (Hernández, 2021).

2.7 Buzzer pasivo

El buzzer o también llamado zumbador piezoeléctrico tiene una estructura sencilla plástica en la que se encuentra pegado un disco cerámico piezoeléctrico sobre una placa vibrante mostrado en la figura 7. La tensión puede ser alternativa aplicada y debe ser desde los 5 a 12 voltios, alimentar este elemento provoca una contracción o una expansión diametral del mismo. Esta característica se utiliza para hacer plegar una placa vibrante, lo que genera los sonidos de esta manera se producen diferentes sonidos dependiendo del voltaje y la frecuencia aplicado al mismo.

Figura 7

Espectro sonoro de un sensor ultrasonido.



Nota. En la figura se muestra el buzzer piezoeléctrico con nivel de sonido de 95db.

Tomado de (Herrero, 2021).

2.8 App Inventor

La plataforma de MIT AppInventor es un entorno de desarrollo de software creado por la empresa Google diseñada para la elaboración de aplicaciones destinadas para dispositivos móviles con el sistema operativo de Android (figura 8). La ventaja del lenguaje es que es gratuita y se puede acceder fácilmente desde la web o cualquier buscador. Las aplicaciones desarrolladas con AppInventor están limitadas por su simplicidad en el código, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil a nivel semiprofesional.

Figura 8

Plataforma de Mit app inventor para aplicaciones Android.



Nota. En la figura se muestra la ventana principal del MIT de App inventor. Tomado de (Sum, 2021).

Con AppInventor, espera tener un incremento importante en el número de aplicaciones para Android desarrollados por profesionales, estudiantes y aficionados, debido a dos grandes factores: la simplicidad de uso de la plataforma, que facilita la creación de un gran número de nuevas aplicaciones y Google Play, el centro que se encarga de la distribución de aplicaciones para Android donde cualquier desarrollador puede distribuir sus creaciones libremente a todos los usuarios de Android. (Sum, 2021)

2.8.1 El proceso de creación App inventor

El proceso de creación de una aplicación consta de 3 pasos que presenta la plataforma a todos sus usuarios siendo los siguientes:

1. Diseñador. Muestra el display de un dispositivo móvil y se utiliza para el diseño de las pantallas de la aplicación (menú, sub menú) es donde se situarán los distintos componentes como son las imágenes, botones, audios, textos, entre otros componentes, se debe ir configurando sus propiedades como son el (aspecto gráfico, comportamiento, etc.) aunque también se lo puede hacer luego.

2. Editor de bloques. Permite al usuario programar de una forma visual e intuitiva el flujo del funcionamiento del programa desarrollado utilizando bloques que se conectan para completar la programación siendo un lenguaje muy fácil y práctico.

3. Generador de la aplicación. Para generar el instalador de la APK se lo puede hacer obteniéndose un código QR para su descarga desde el dispositivo móvil o bien el propio archivo APK se puede descargar y enviar al dispositivo una vez que se encuentre en el dispositivo se debe configurar para instalar. (App, 2015).

2.9 Bluetooth

Bluetooth es una tecnología de red desarrollada por el grupo de trabajo IEEE 802.15.1 del Institute of Electrical and Electronics Engineers desarrollado por un grupo estadounidense como un nuevo estándar industrial para conexiones inalámbricas punto a punto (figura 9). La tecnología Bluetooth sirve para la transferencia de voz y datos punto a punto sin conexión a internet o cableado, está orientada a la conexión entre dos dispositivos digitales diferentes que dispongan la capacidad de conectarse por esta tecnología. El fin que esta tecnología de comunicación es reemplazar las conexiones por cable para compartir información de poco tamaño y de cortas distancias, alrededor de 10 metros como máxima distancia de conexión, es decir, dejando en desuso las

comunicaciones cableadas de corto alcance, lo cual supone una ventaja, para dispositivos móviles tabletas o smartphone. (IONOS, 2020).

Figura 9

Bluetooth para Arduino.



Nota. En la figura se muestra un bluetooth para Arduino HC06. Tomado de (Sum, 2021).

En comparación con otras tecnologías de transferencia de datos de tamaño pequeño como USB, LAN o Wi-Fi entre otras, Bluetooth está especializada en la transferencia de datos en distancias cortas entre dispositivos, así como en el establecimiento de conexiones sencillas, fáciles y de bajo consumo. Debido a que, en comparación con las demás tecnologías mencionadas anteriormente, esta tecnología por general solo alcanza velocidades bajas de transferencia de datos entre dispositivos, el envío de paquetes grandes puede demorar mucho más tiempo. Si el propósito es enviar archivos individuales o servicios y aplicaciones menos pesadas, Bluetooth representa, sin lugar a dudas, la solución ideal para este tipo de trasferencias inalámbricas.

Capítulo III

3 Desarrollo del tema

El dispositivo que se propone en este proyecto es un prototipo basado en Arduino y elementos eléctricos y electrónicos que integran el estudio de la correcta postura de las personas al conducir y envase a esto detectar cuando un conductor presenta somnolencia y dar una alerta que evite accidentes de tránsito, debido a que es un prototipo este puede ser utilizado para futuras mejoras del mismo como la visión artificial, se escoge esta forma de detectar la somnolencia por encontrar alternativas que sean menos costosas y de rápida instalación con buena eficacia, para lo cual el sistema está realizado con Arduino, el sistema de alerta está basado de tres etapas las cuales son las siguientes:

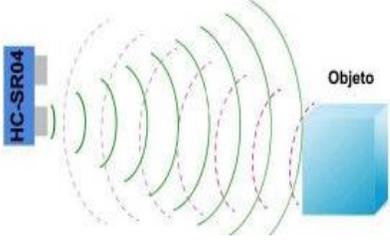
- La lectura de datos es la primera etapa, se realiza con dos sensores de ultrasonido para elevar la eficacia del sistema.
- Procesamiento es la segunda etapa se lo realiza con un Arduino, recolecta todos los datos de Arduino y procesa para identificar los cambios que alertará al conductor.
- Aviso esta etapa alerta al conductor mediante un dispositivo electrónico que está en estado de somnolencia.

3.1 Selección de elementos electrónicos del dispositivo

Los elementos del dispositivo se seleccionan de acuerdo a las características técnicas que tienen cada uno de ellos, para los sensores de ultrasonido se adquiere un HC-RS04 el cual permite leer una distancia máxima de 4 metros (tabla 2), por lo que es adecuado para cualquier modelo de transporte, además tiene la posibilidad de verificar la distancia de un objeto que se mueve con mayor sensibilidad, en cambio otros sensores son solo de presencia o tienen un rango muy corto de detección.

Tabla 2*Sensor HC-SR04.*

Ítem	Característica	Rango
1	Voltaje de trabajo	5V
3	Frecuencia de trabajo	40HZ
4	Distancia máxima	4m
5	Distancia mínima	2cm



Nota. En la tabla se muestra las características técnicas por las que se selecciona el sensor de ultrasonido HC-SR04. Tomado de (Smelpro, 2019).

Así mismo para el buzzer se adquiere un convencional, dicho dispositivo tiene una salida de sonido mayor a 95 dB (decibelios) y puede ser conectado a 5 volts (tabla 3), evitando el inconveniente de tener una fuente externa para alimentar el dispositivo, se estableció que este es el dispositivo era adecuado para la implementación del prototipo.

Tabla 3*Buzzer.*

Voltaje	3VDC
Rango de voltaje	2.7-3.5VDC
Corriente (mA)	≤ 32 mA
Salida sonido	≥ 85 dB



Nota. En la tabla se muestra las características técnicas por las que se selecciona el buzzer. Tomado de (Herrero, 2021).

El controlador que integra todos estos dispositivos es un Arduino uno, debido que tiene en su arquitectura una fuente de 5 y 3.3 volts para alimentar a todos los

elementos, además tiene salidas digitales y analógicas que permiten el control de todos los dispositivos conectados a la placa, adicionalmente el costo es un factor más a considerar para realizar el prototipo con todos los materiales escogidos.

3.2 Sistema de alerta de somnolencia

El prototipo cubre las necesidades básicas de un sistema de alerta al cansancio de un conductor para lo cual se realizó un estudio sobre la buena postura al conducir como se detalló en el capítulo anterior la persona debe estar sentada frente al volante formando un ángulo mayor a 90^a grados con la espalda y piernas, sabiendo esto el sistema alertará cambios en la postura del conductor debido a los cambios que se presentan en el comportamiento a causa del cansancio o de la somnolencia, por lo que el sistema está instalado en un automotor de la unidad un bus de 48 pasajeros de modelo Howo Sinotruck de placas XEI-1748, en la figura 10 se muestra el dispositivo instalado, el cual alerta de todos estos cambios además implícitamente ayuda a corregir la buena postura al conducir.

Figura 10

Prototipo de somnolencia con Arduino.



Nota. En la figura (a) se muestra el prototipo del sistema de somnolencia instalado en el

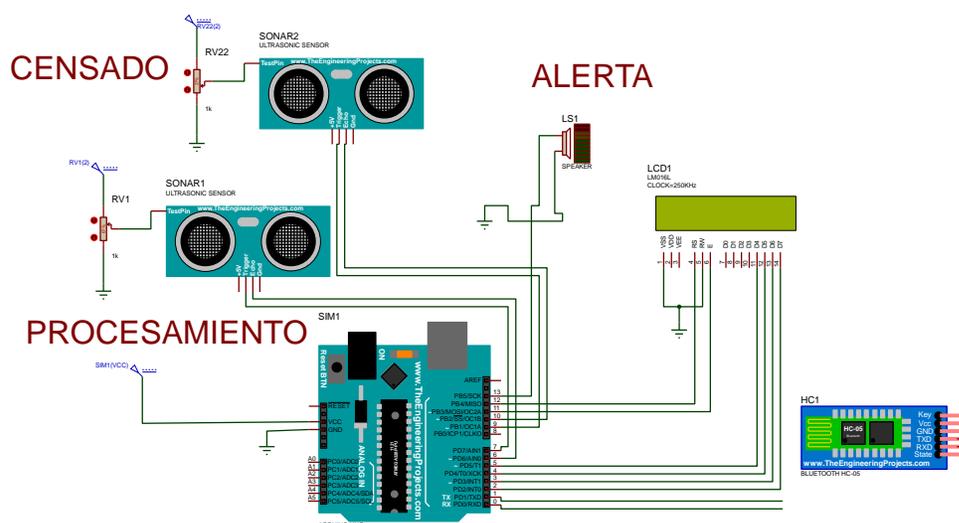
bus Howo Sinotruck (b) Unidad de transporte donde se realiza la instalación. Tomado de (Sum, 2021).

3.3 Sistema de alerta de somnolencia

El sistema de alerta del cansancio o somnolencia de un conductor está diseñado con tres partes, la una es la detección del cambio de movimiento de la persona, la segunda es procesamiento de los datos adquiridos por los sensores en el Arduino este a su vez dará paso a la alerta por sonido mediante un buzzer para poner en aviso al conductor que está presentando síntomas de somnolencia.

Figura 11

Simulación del sistema de somnolencia.



Nota. En la figura se muestra la simulación del sistema de somnolencia en proteus.

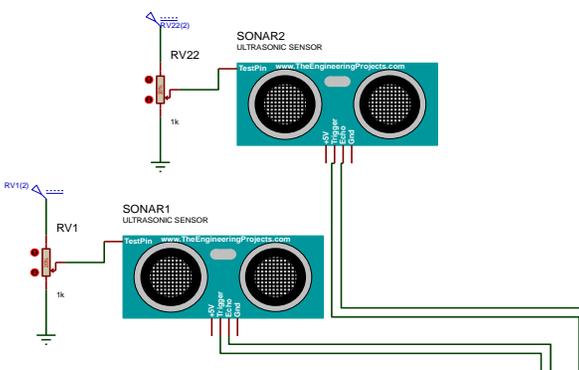
3.3.1 Lectura de datos con ultrasonido lateral

La lectura de datos se realiza con dos sensores de ultrasonido HC-SR04 (figura 12), para detectar el movimiento del conductor en su postura tendremos uno ubicado en la parte lateral del automotor de tal manera que vaya monitoreando la distancia que existe entre la persona y el sensor esto dependerá del vehículo, al cual se le realice la instalación, la distancia podrá variar entre los 30 a 50 cm, lo cual se calibrará al

momento de la instalación y el algoritmo realizado en Arduino nos permitirá saber si el conductor presente síntomas de cansancio.

Figura 12

Sensores de ultrasonido para posición adecuada al conducir.

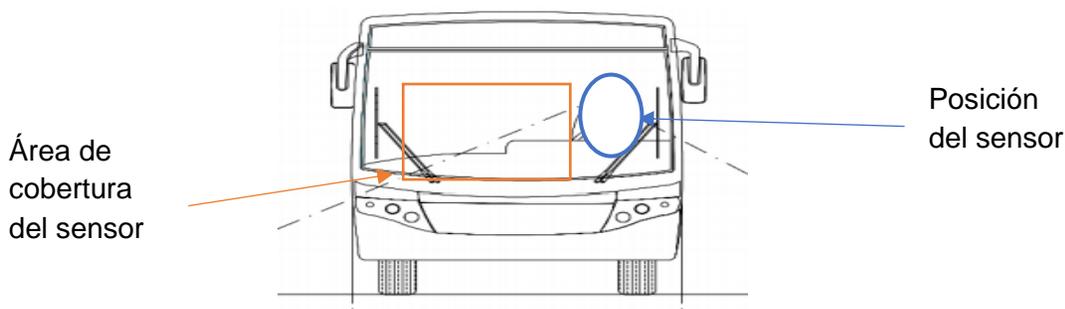


Nota: En la figura se muestra los sensores para cabecera y la parte lateral del automotor.

La función del primer sensor debe ser complementada con un segundo sensor que ayude a ser más eficiente al sistema y poder depurar diferentes cambios en la postura del conductor que no presenten somnolencia, la ubicación del sensor se visualiza en la figura 11, este debe ser ubicado de tal manera que el ultrasonido tenga contacto directo con el conductor para evitar falsos positivos para la instalación del sensor frontal se lo ubico en cabina como lo muestra en la figura 13.

Figura 13

Sensores de ultrasonido posición lateral



Nota. En la figura se muestra la ubicación del sensor lateral. Tomado de (Inen, 2017).

Para la instalación del sensor lateral se realizó pruebas de distancia y postura a 10 personas, y se obtuvo una media entre el sensor y el conductor y los datos que se pudo obtener son las que se detalla en la tabla 4, el rango ideal para la calibración es de 31 cm, una vez que supere esta medida el sensor enviará el dato para procesar y activar la alerta.

Tabla 4

Distancia entre sensor e individuo.

Ítem	Nombre	Distancia cm
1	Sujeto 1	30
2	Sujeto 2	30
3	Sujeto 3	31
4	Sujeto 4	32
5	Sujeto 5	34
6	Sujeto 6	32
7	Sujeto 7	31
8	Sujeto 8	30
9	Sujeto 9	30
10	Sujeto 10	30

Nota. En la tabla se muestra las medidas de 10 personas entre el sensor y cada uno de ellos.

Según los datos obtenidos en las pruebas se procede a la colocación del sensor en la cabina como se muestra en la figura 14, según las distancias que se obtuvo calibramos al sensor a 31 cm desde el dispositivo hacia el conductor, el rango varía de

32 a 30 cm lo que se considera para la programación de la tarjeta, la instrucción que permite esto es la siguiente.

```
if ((cm >1600 || cm < 30 )
```

Figura 14

Sensor de ultrasonido para posición lateral.

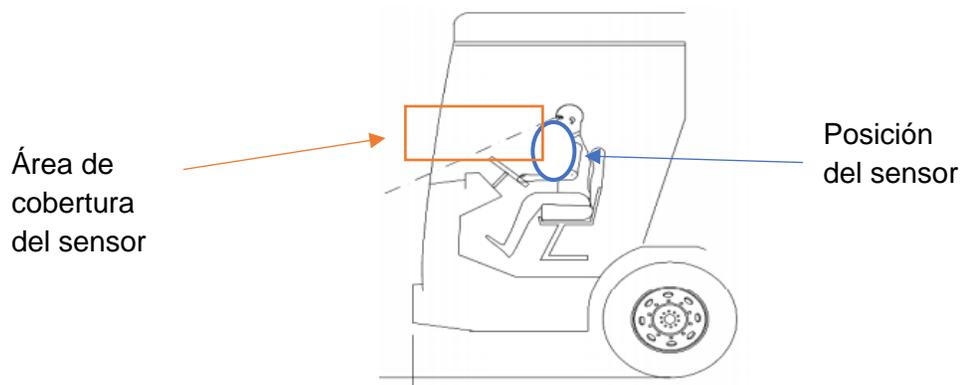


Nota. En la figura se muestra la ubicación del sensor lateral en la cabina del automotor.

3.3.2 Lectura de datos con ultrasonido posterior.

El segundo sensor está ubicado en el asiento del vehículo en la parte conocida como apoyacabezas, este sensor detectará si la cabeza del individuo se encuentra en el sitio adecuado, es decir si el conductor presenta somnolencia tiende a mover la cabeza (cabeceo) activando el sistema y dando la alerta al conductor.

La ubicación del segundo sensor se muestra en la figura 15.

Figura 15*Sensor de ultrasonido cabecera*

Nota. En la figura se muestra la ubicación del sensor en la cabecera de la cabina del automotor.

Para la instalación del sensor del apoyacabezas se realizó la prueba a las mismas 10 personas para obtener una distancia promedio entre el sensor y la cabeza por lo que los datos que se obtuvieron son las que se indican en la tabla 5, el rango ideal para la calibración es de 10 cm, una vez que supere esta medida el sensor enviará el dato para procesar y activar la alerta.

Tabla 5*Distancia entre sensor cabeza*

Ítem	Nombre	Distancia cm
1	Sujeto 1	8
2	Sujeto 2	8
3	Sujeto 3	9,5
4	Sujeto 4	10
5	Sujeto 5	8
6	Sujeto 6	8.5

Ítem	Nombre	Distancia cm
7	Sujeto 7	8.4
8	Sujeto 8	8.5
9	Sujeto 9	8.8
10	Sujeto 10	8.5

Nota. En la tabla se muestra las medidas de 10 personas entre el sensor y cada uno de ellos.

Según los datos obtenidos se procede a la colocación del sensor en la cabecera como se muestra en la figura 16, calibramos al sensor de 8 cm a 10 cm desde el dispositivo hasta el conductor de la unidad de acuerdo a las pruebas realizadas, el código que se utiliza es el siguiente.

```
|| (cm1 > 15 && cm1 < 50 )
```

Figura 16

Sensores de ultrasonido para posición cabecera



Nota. En la figura se muestra la ubicación del sensor en la cabecera del asiento del conductor en la cabina del automotor.

3.3.3 Programa de somnolencia

Los datos recolectados por los sensores de la parte lateral y el apoyacabezas utiliza una librería que viene predefinida por ide de Arduino la sintaxis utilizada para declarar los dos sensores es la siguiente, solo se tiene que adquirir la señal de eco y trigger para obtener la distancia que existe entre el individuo y el sensor.

```
//sensor frontal
const int pingPin = 9; //le
const int echoPin = 10 ;

//sensor cabecera declarac
const int pingPin1 = 7; //le
const int echoPin1 = 6 ;
```

En el *void setup* se declara las siguientes condiciones que permitirán adquirir la señal del ultrasonido por lo que se investigó se debe tener una señal de entrada y una de salida y se obtiene la siguiente sintaxis para los dos sensores frontal y cabecera.

```
//sen frontal declaracion de
pinMode (pingPin, OUTPUT);//c
pinMode (echoPin, INPUT);

// sensor cabecera
pinMode (pingPin1, OUTPUT);//
pinMode (echoPin1, INPUT);
```

Una vez adquirida la señal se debe calcular el tiempo que el sonido tarda en llegar al receptor de eco es almacenado en la variable duración y lo pasamos a una función con retorno y calculamos $\text{micro} * 10 / 292 / 2$. El pin Echo ha registrado el tiempo que tarda el sonido en ir y regresar, pero solo nos interesa la mitad del recorrido y se aplica la fórmula para calcular la distancia la sintaxis que explica todo esto es la siguiente.

```

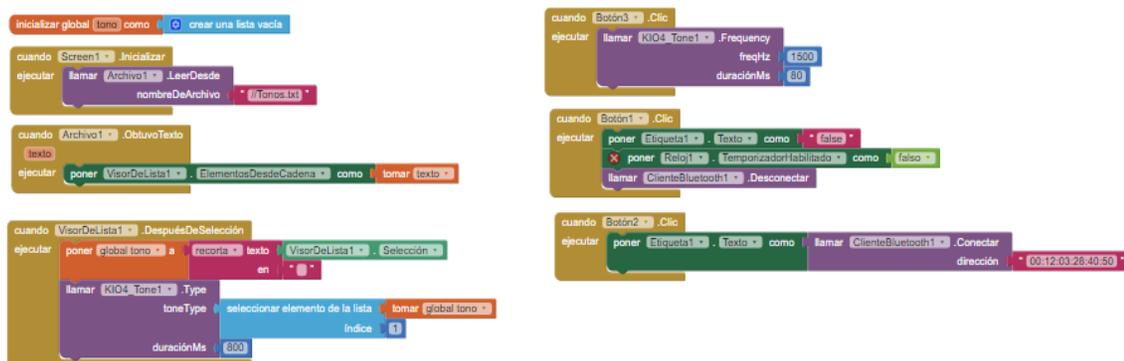
}
duracion1 = pulseIn(echoPin1,HIGH);|
long cente (long micro)
{
return micro*10 /292 /2;
}

```

Así como se da la lectura constante de los dos sensores tanto como el de la cabecera como el de la parte lateral se transmite un dato para que el teléfono previamente conectado a bluetooth active una alarma, el código utilizado para esto se detalla en la figura 18 panel frontal de la app y figura 17 código fuente en Mitt app inventor.

Figura 17

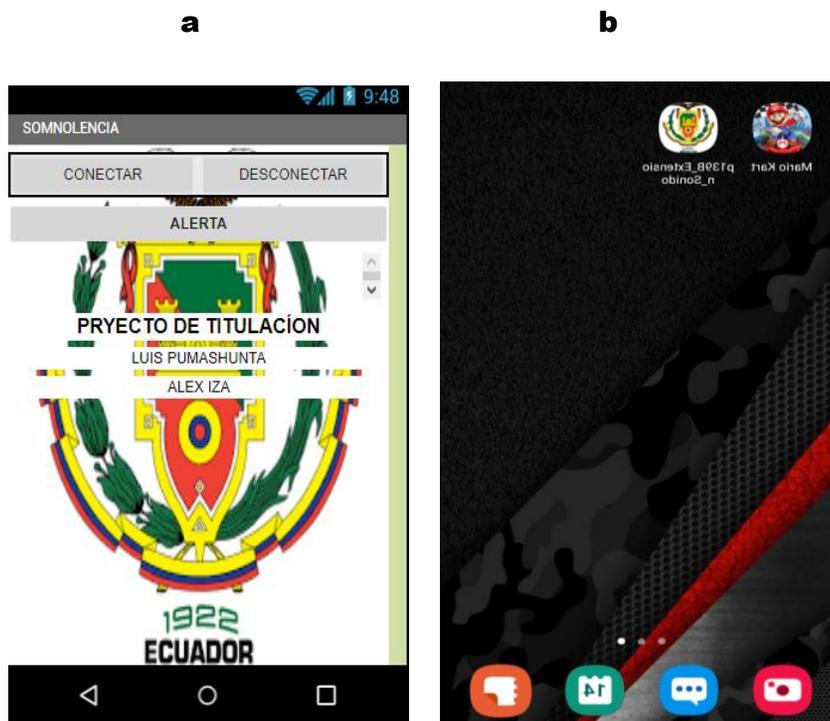
Código para app Mitt app inventor



Nota: En la figura se muestra la ubicación del sensor en la cabecera del asiento del conductor en la cabina del automotor

Figura 18

Código para app Mitt app inventor.



Nota. En la figura (a) se muestra la aplicación vista por el usuario (b) aplicación en el menú del teléfono instalado.

La comunicación que hace el teléfono móvil con el Arduino, para que envíe el dato se utiliza la siguiente sintaxis, en el programa que está en la tarjeta estas líneas de código que permiten que el Arduino se comuniquen con el dispositivo siempre y cuando este se conecte al bluetooth antes de iniciar su trayecto caso contrario no se alertará por el móvil, es por eso que se optó por una alarma sonora como es el buzzer para mayor control, esto es un adicional para que sea más seguro.

```

if (mySerial.available()) {
  Serial.write(mySerial.read());
}
if (Serial.available()) {
  mySerial.write(Serial.read());
}

```

Tabla 6

Análisis de resultados obtenidos en el Batallón de Transportes “Quisquis”.

Análisis de resultados obtenidos en el Batallón de Transportes “Quisquis”				
Ítems	Activación de los sensores		Número de cabeceos para receptar la señal	
	Sensor lateral	Sensor posterior	Sensor lateral	Sensor posterior
Persona 1	Si	Si	2	2
Persona 2	Si	Si	1	2
Persona 3	Si	Si	2	1
Persona 4	Si	Si	1	1
Persona 5	Si	Si	2	2
Persona 6	Si	Si	1	2
Persona 7	Si	Si	2	1
Persona 8	Si	Si	1	2
Persona 9	Si	Si	2	1
Persona 10	Si	Si	1	1

Nota: En la tabla se muestra Análisis de resultados obtenidos en el Batallón de Transportes “Quisquis”.

Para efectuar el análisis del prototipo se contó con 10 personas. Entre los individuos que acudieron para realizar el ensayo de este ejemplar, se encontró que tenían la edad estimada de 20 años a 40 años. Este personal designado tenía diferentes texturas corporales, por lo que era importante tener en cuenta al momento de realizar la calibración de la distancia entre el sensor ultrasónico y la persona. Por tal motivo se llegó a obtener resultados diferentes en cada calibración, por lo que se realizó una media estimada para que el personal de conductores pueda hacer uso de dicho dispositivo no afectando la ergonomía al momento de realizar la conducción. Cuando las personas manifestaban el síntoma de cabeceo los sensores ultrasónicos ya calibrados cumplían su función enviando la señal al Arduino, ejecutando el programa y activando el buzzer de esta forma alertando al conductor que procediera a descansar para continuar con su trayecto.

Capítulo IV

4 Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se cumple con el propósito del proyecto de implementar un dispositivo que alerte del cansancio o somnolencia a los conductores del bus Howo Sinotruck con placas XEI-1748, elaborado con Arduino y sensores de ultrasonido se debe recordar que el funcionamiento del sistema se basa en la correcta postura del individuo al momento de conducir por lo que el dispositivo tiene una eficiencia del 80% con la calibración que se realizó cuando se instaló.
- Los sensores acogidos para la aplicación son los adecuados los que más se ajustaron a las pruebas realizadas tienen un margen de error aceptable esto se debe a la sensibilidad del elemento, razón por la cual se optó poner dos sensores para disminuir el error que se presentó al instalar de 1 a 2 cm por lo que esto se corrige en la programación y al momento de realizar la calibración de los sensores para las pruebas en 10 personas el error se redujo al 5%.
- El prototipo en un futuro puede ser mejorado cambiando los sensores de ultrasonido por unos de mayor tecnología y características para elevar la eficacia del mismo, ya que a partir de este dispositivo se puede utilizar como ejemplo para posteriores proyectos que además de alertar controlen el automotor para evitar accidentes.
- En referencia a las pruebas realizadas obtuvimos los siguientes resultados: al simular que la persona se quedaba dormida presenta síntomas como movimientos inadecuados de la cabeza, el dispositivo se activa y el altavoz emite una alarma la cual alerta al conductor para que tome un respectivo descanso y retome su viaje.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que para la calibración de los sensores se debe contar con un flexómetro para verificar la distancia del sensor hacia el conductor y de esta manera ser más preciso.
- Se debe conectar el teléfono del conductor por medio del bluetooth a la tarjeta antes de iniciar la conducción del vehículo para tener un dispositivo adicional que permitirá estar alerta en la carretera.
- Antes de realizar un prototipo de este modelo se debe tener en cuenta donde se lo va instalar para realizar las adecuaciones necesarias y evitar posibles daños de los elementos que componen el dispositivo.

Bibliografía

- App, I. (2015). *MIT App Inventor 2*. Recuperado el 5 de Junio de 2021, de <http://repositorio.puce.edu.ec>
- Arduino. (28 de Julio de 2021). *Arduino*. Recuperado el 10 de Junio de 2021, de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Cerón, H. (2017). *Diseño y construcción de un sistema de alerta que tiene al asiento del conductor y disminución de velocidad del vehículo por agotamiento del conductor [Tesis de Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial]*. Repositorio Institucional. Recuperado el 13 de Junio de 2021, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16566/1/69386_1.pdf
- Gottau, G. (2010). *Vitónica*. Recuperado el 18 de Junio de 2021, de <https://www.vitonica.com/prevención/cuida-tu-postura-al-conducir>
- Hernández, L. d. (2021). *PROGRAMAFACIL*. Recuperado el 20 de Junio de 2021, de <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-ultrasónico-arduino-medir-distancia/>
- Herrero, I. B. (30 de 01 de 2021). *iberobotics*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://www.iberobotics.com>
- Inen. (Abril de 2017). *Normalización*. Recuperado el 25 de Junio de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec>
- IONOS. (2020). *IONOS*. Recuperado el 28 de Junio de 2021, de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-bluetooth/>
- J. L. Velayos, F. J. (2007). Bases anatómicas del sueño. *Scielo*. Recuperado el 30 de Junio de 2021
- MAPFRE. (2019). *MAPFRE*. Recuperado el 1 de Julio de 2021, de <https://www.seguridadvialenlaempresa.com/seguridad-empresas/actualidad/noticias/asi-funciona-sistema-detección-fatiga.jsp>

- Marcillo, F. (2017). *Prototipo de un sistema detector de somnolencia con alertas vía tuits para conductores vehiculares*[Tesis de Ingeniería, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional. Recuperado el 3 de Julio de 2021, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27429/1/TESIS%20MARCILLO%20P LUA%20FRANCISCO%20GUILLERMO.pdf>
- Medico, D. (07 de Enero de 2016). *CuídatePlus*. Recuperado el 5 de Julio de 2021, de <https://cuidateplus.marca.com>
- Navarrete, J. A. (2004). Aspectos de la fatiga del conductor y estudio de las tecnologías para detectarla y prevenirla. Sanfandila, Qro, Mexico. Recuperado el 8 de Julio de 2021
- SANTIAGO, A. C. (2016). *DESARROLLO DE UN SISTEMA INALÁMBRICO BASADO EEG PARA EL MONITOREO DEL SUEÑO EN UN CONDUCTOR*. CUENCA. Recuperado el 10 de Julio de 2021
- Smelpro. (11 de Febrero de 2019). *Smelpro*. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de <https://smelpro.com/blog/sensor-hc-sr04/>
- Sum, A. P. (2021). *Asociación Programa Ergo Sum*. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de <https://www.programoergosum.com>
- Traclogis. (10 de 01 de 2018). *m.fuel*. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de <http://m.fuel-sensors.com>
- WebConsultas Healthcare, S. (2017). Cómo sentarte al volante para evitar lesiones y accidentes. *WebConsultas Healthcare, S.A.* Recuperado el 31 de Julio de 2021

Anexos