

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO  
DE BACHILLER EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
DETECCIÓN PREVENTIVA DE ACCIDENTES POR CAUSA  
DE SUEÑO PARA CONDUCTORES

ELABORADO POR:

MARCO ANTONIO BRENES ZELEDÓN

TUTOR:

MINOR CAAMAÑO ACUÑA

SAN JOSÉ

2017

## Contenido

Índice de ilustraciones .....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de ecuaciones .....	viii
Capítulo I. Planteamiento del problema.....	1
1.1 Introducción al tema del proyecto .....	2
1.2 Antecedentes del contexto .....	3
1.3 Justificación del proyecto .....	3
1.4 Definición del problema .....	4
1.5 Objetivos general y específicos.....	5
1.5.1 Objetivo general.....	5
1.5.2 Objetivos específicos .....	5
1.6 Alcances y limitaciones .....	5
1.6.1 Alcances .....	5
1.6.2 Limitaciones .....	6
Capítulo II. Marco teórico.....	7
2.1 Marco conceptual .....	8
2.1.1 Sistema electrónico.....	8
2.1.2 Sueño-cansancio .....	9
2.1.3 Trastorno del sueño y síntomas.....	11
2.1.4 Seguridad en la conducción.....	12
2.1.5 Vehículo .....	13
2.1.6 Datos de accidentes en Costa Rica .....	14
2.1.7 Pulso (frecuencia cardíaca) .....	16
2.1.7.1 ¿Cómo tomarse el pulso?.....	18
2.1.8 Guante .....	19
2.1.9 Alarma.....	21
2.1.10 Microcontrolador .....	22
2.1.11 Arduino.....	23
2.1.12 Arduino Uno .....	25
2.1.13 Arduino Nano .....	30
2.1.13.1 Las características más destacadas son:.....	32
2.1.13.2 Comunicación .....	32
2.1.14 Sensor de Pulso Amped .....	34
2.1.15 Acelerómetro.....	35

2.1.15.1 ¿Cómo funciona un acelerómetro? .....	36
2.1.15.2 Interfaz de comunicaciones .....	36
2.1.15.3 Potencia .....	37
2.1.15.4 ¿Cómo seleccionar un acelerómetro? .....	37
2.1.15.5 Alcance .....	38
2.1.15.6 Características adicionales .....	38
2.1.15.7 Interfaz .....	38
2.1.15.8 Características especiales .....	40
2.1.16 Sensible a la Presión Conductor Plancha (Velostat / Linqstat).....	40
2.1.17 Comunicación inalámbrica .....	41
2.1.17.1 Bluetooth.....	42
2.1.18 Módulos de comunicación Bluetooth HC05 y HC06 .....	45
2.1.18.1 Módulo Bluetooth HC-05 .....	45
2.1.18.2 Módulo Bluetooth HC-06 .....	47
2.2 Marco de la gestión de proyectos .....	49
2.3 Marco conceptual referente al impacto de un proyecto .....	49
2.4 Antecedentes de teorías o proyectos.....	50
Capítulo III. Marco metodológico .....	52
3.1 Tipo de investigación.....	53
3.1.1 Finalidad aplicada .....	53
3.1.2 Dimensión temporal transversal.....	53
3.1.3 Marco macro .....	53
3.1.4 Naturaleza mixto (cualitativo-cuantitativo) .....	54
3.1.4.1 Cualitativo .....	54
3.1.4.2 Cuantitativo .....	54
3.1.5 Carácter proyecto.....	54
3.2 Diseño metodológico.....	55
3.2.1 Metodología para la propuesta de mejora, construcción e implementación de un nuevo proceso, producto o servicio. ....	55
3.2.2 Metodología para la implementación del proyecto.....	55
3.2.3 Metodología de evaluación de impacto.....	56
Capítulo IV. Diagnóstico .....	57
4.1 Descripción de la situación actual .....	58
4.2 Recolección de datos .....	58
4.3 Diagnóstico.....	60
Capítulo V. Propuesta.....	62

5.1 Hardware .....	63
5.1.1 Hardware (circuito) localizado y controlado por Arduino Nano .....	63
5.1.2 Sensor de pulso cardíaco .....	65
5.1.3 Sensor de presión .....	66
5.1.4 Acelerómetro .....	66
5.1.5 Arduino Nano .....	67
5.1.6 Bluetooth HC-06.....	68
5.1.7 Regulador de voltaje 7806 .....	70
5.1.8 Resistencias- Led.....	72
5.1.9 Hardware (circuito) localizado y controlado por Arduino Uno .....	73
5.1.10 Arduino Uno .....	74
5.1.11 Bluetooth HC-05.....	75
5.1.12 Pantalla LCD .....	76
5.1.13 Bocina .....	77
5.1.14 Potenciómetros .....	78
5.1.15 Resistencias-Led.....	78
5.1.16 Regulador de voltaje 7806 .....	79
5.2 Explicación de software del prototipo.....	80
5.2.1 Configuración de módulo de Bluetooth HC-06.....	80
5.2.2 Diagrama de flujo Arduino Nano .....	86
5.2.3 Diagrama de flujo Arduino Uno .....	89
5.3 Dispositivo físico.....	95
5.3.1 Estructura interna de los Módulos.....	95
5.3.2 Estructura externa de los Módulos.....	97
5.4 Pruebas de operación .....	101
5.4.1 Sensores conectados.....	101
5.4.2 Acelerómetro .....	104
5.4.3 Sensor de presión .....	106
5.4.4 Sensor cardíaco .....	111
5.5 Manual de usuario .....	115
5.5.1 Cambio de baterías.....	115
5.5.2 Encendido - apagado del sistema.....	116
5.5.3 Colocación de los sensores .....	121
5.5.3.1 Acelerómetro .....	121
5.5.3.2 Sensor cardíaco y sensor de presión .....	122
5.5.4 Ajustar contraste y brillo del LCD.....	125
5.6 Análisis costo-beneficio .....	126
5.6.1 Ofertas actuales del mercado .....	126
5.6.2 Lista de Materiales Utilizados .....	127



5.6.3 Flujo de efectivo .....	129
Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones .....	131
6.1 Conclusiones .....	132
6.2 Recomendaciones.....	135
Bibliografía.....	136

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Sistema electrónico .....	8
Ilustración 2: ¿Cómo tomar el pulso? .....	19
Ilustración 3: Guante.....	20
Ilustración 4: Arduino Uno .....	30
Ilustración 5: Arduino Nano .....	33
Ilustración 6: Sensor de Pulso Amped.....	35
Ilustración 7: Acelerómetro .....	40
Ilustración 8: Sensible a la Presión Conductor Plancha (Velostat / Linqstat) .....	41
Ilustración 9: Módulo Bluetooth HC-05 .....	46
Ilustración 10: Módulo Bluetooth HC-06 .....	48
Ilustración 11: Conexión Sensor de Pulso en Nano .....	65
Ilustración 12: Conexión Sensor de Presión en Nano .....	66
Ilustración 13: Conexión Sensor de Posición (acelerómetro) en Nano .....	67
Ilustración 14: Conexión Completa Arduino Nano.....	68
Ilustración 15: Conexión Módulo HC-06 en Nano .....	70
Ilustración 16: Conexión Regulador de Tensión en Nano .....	71
Ilustración 17: Conexión LED en Nano.....	73
Ilustración 18: Conexión Completa de Arduino Uno.....	75
Ilustración 19: Conexión Módulo HC-05 en Uno .....	76
Ilustración 20: Conexión LCD en Uno .....	77
Ilustración 21: Conexión Bocina en Uno.....	78
Ilustración 22: Conexión LED en Arduino Uno .....	79
Ilustración 23: Conexión Regulador de Tensión en Arduino Uno.....	80
Ilustración 24: Diagrama de Flujo configuración Bluetooth .....	85
Ilustración 25: Diagrama de Flujo Arduino Nano -1 .....	87
Ilustración 26: Diagrama de Flujo Arduino Nano -2.....	88
Ilustración 27: Diagrama de Flujo Arduino Uno -1 .....	90
Ilustración 28: Diagrama de Flujo Arduino Uno -2.....	91
Ilustración 29: Diagrama de Flujo Arduino Uno -3.....	92
Ilustración 30: Diagrama de Flujo Arduino Uno -4.....	93
Ilustración 31: Diagrama de Flujo Arduino Uno -5.....	94
Ilustración 32: Estructura Interna Arduino Uno.....	96
Ilustración 33: Estructura Interna Arduino Nano.....	97
Ilustración 34: Estructura Externa Arduino Uno -1 .....	98
Ilustración 35: Estructura Externa Arduino Uno -2 .....	99
Ilustración 36: Estructura Externa Arduino Nano -1 .....	100
Ilustración 37: Estructura Externa Arduino Nano -2 .....	101
Ilustración 38: Sensores Desconectados -1 .....	102
Ilustración 39: Sensores Desconectados -2 .....	103

Ilustración 40: Sensores Desconectados -3 .....	103
Ilustración 41: Sensores Conectados .....	104
Ilustración 42: Acelerómetro en Posición Normal.....	105
Ilustración 43: Mediciones de Sensores .....	105
Ilustración 44: Acelerómetro en Posición de Alerta .....	106
Ilustración 45: Sensor sin Recibir Presión .....	107
Ilustración 46: Medición en Estado de Alerta por Poca Presión.....	108
Ilustración 47: Sensor de Presión en Estado Normal .....	109
Ilustración 48: Medición en Estado Normal de Presión con el Volante .....	110
Ilustración 49: Posición del Sensor Cardíaco .....	111
Ilustración 50: Medición Ritmo Cardíaco Mano Relajada.....	112
Ilustración 51: Movimiento más Activo para Sensor Cardíaco .....	113
Ilustración 52: Medición en Estado más Activo Sensor Cardíaco .....	114
Ilustración 53: Retiro de tornillos y vista de la batería .....	115
Ilustración 54: Sustitución de baterías.....	116
Ilustración 55: Arduino Nano Apagado .....	117
Ilustración 56: Arduino Nano Encendido .....	118
Ilustración 57: Arduino Uno Apagado .....	119
Ilustración 58: Arduino Uno Encendido .....	120
Ilustración 59: Conector del Acelerómetro.....	121
Ilustración 60: Acelerómetro Puesto.....	122
Ilustración 61: Conector del Sensor Cardíaco y del Sensor de Presión.....	123
Ilustración 62: Guante Puesto .....	124
Ilustración 63: Sensor Cardíaco Puesto en el Dedo.....	125
Ilustración 64: Ajuste de Brillo y Contraste para LCD del Arduino Uno.....	126
Ilustración 65: Garmin Fenix 3HR.....	127

## Índice de tablas

Tabla 1: Especificaciones técnicas del Arduino Uno .....	27
Tabla 2: Lista de Componentes del Prototipo.....	128

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Cálculo Divisor de Tensión .....	69
Ecuación 2: Cálculo de Corriente para el LED .....	72
Ecuación 3: Valor Actual Neto .....	129
Ecuación 4: Tasa Interna de Retorno .....	130

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## 1.1 Introducción al tema del proyecto

Primeramente, es importante establecer las funciones e importancia que tiene el automóvil para la humanidad y su uso diario. En el ámbito automovilístico, resulta importante mencionar la seguridad que debe de tener el conductor en la práctica diaria, como en el caso de mantener el automóvil de uso personal en las mejores condiciones, tanto de seguridad como de circulación, ya que se debe mantener un equilibrio físico con respecto al motor, puertas, asientos, por lo general cada parte cumple con una o varias funciones específicas y estas deben estar en un estado regular o básicamente normal, siendo cada parte importante para la calidad de vida de la persona que posea el automóvil.

Es aquí cuando aparece una gran herramienta, como lo es la tecnología y la electrónica, que mediante ciertos sistemas o aplicaciones ayudan o mejoran el uso de este medio de transporte. Algo que siempre irá de la mano con la calidad del automóvil, es la vida de la persona que se encuentre conduciéndolo, es por esto que las grandes compañías de fabricación de estos o inventores como lo son los ingenieros, se van dando a la tarea de ir confeccionando ciertos dispositivos que contribuyan a la hora de manejar o al evitar algún contratiempo.

Con base en esto, es que se ha querido diseñar un dispositivo o sistema que contribuya a evitar accidentes de tránsito por causa del sueño; y es que en la actualidad la cantidad de percances por esta causa es alarmante, dado que las personas manejan con cansancio y esto los puede llevar a dormirse.

Lo que se pretende es detectar, vía signos corporales, cuando la persona se duerma, y así que este mecanismo actúe, hasta que el usuario despierte o se dé cuenta de su realidad y lo desactive, haciendo eficaz esta herramienta de prevención.

## **1.2 Antecedentes del contexto**

La idea de este proyecto surge a raíz de las múltiples estadísticas de accidentes en carretera, donde el quedarse dormido al volante contabiliza una cifra importante de estos imprevistos.

La motivación e interés de querer evitar y dar una herramienta accesible al conductor, ya sea de prevención o de disminución de estos sucesos en las vías terrestres, dio como resultado o punto de inicio la elaboración de este sistema electrónico, donde al momento de conducir, ciertas actividades, situaciones o fenómenos realizados durante el día puedan causar dicho sueño al conductor.

## **1.3 Justificación del proyecto**

Por medio de la implementación de este proyecto, la intención personal va orientada a las personas que presentan cierto cansancio, esto les puede provocar sueño mientras se encuentran conduciendo su vehículo; con la fabricación de este diseño se les entregará una herramienta o sistema de prevención de accidentes para dicha situación a cualquiera que use un vehículo, ya que todos estamos expuestos al cansancio.

Desde la parte electrónica, es necesario establecer sensores y medidores que ubiquen a la persona cuando se esté durmiendo. Estos sensores enviarán



señales a ciertos módulos inalámbricos, que interactuarán entre sí y activarán los componentes necesarios, para que realicen la acción eficaz de despertar a la persona, con el fin de evitar accidentes.

La intención de crear este proyecto es beneficiar a los conductores, los cuales tienen jornadas laborales muy extensas o que se encuentran haciendo alguna actividad que les produzca este agotamiento corporal que los puede llevar a quedarse dormidos, mientras manejan su medio de transporte.

El diseño surge por la preocupación actual de los múltiples accidentes por este efecto, donde la persona se encuentra en todos sus sentidos, ya que es una necesidad fisiológica del ser humano, esto puede provocar perjuicios tanto a ellos y ellas, como a seres que se encuentren en su entorno.

#### **1.4 Definición del problema**

Día a día se observa en los noticieros, algún conocido menciona o tal vez hasta él mismo ha estado involucrado en lo que es el enorme peligro de manejar bajo efectos de somnolencia después de una larga jornada de trabajo u otra actividad que produzca cansancio, teniendo posteriormente que ir al volante bajo esta circunstancia, lo que puede llegar a finalizar en un significativo accidente o peor aún la propia muerte, ya sea del conductor, sus acompañantes o hasta de alguna víctima inocente que se pudo cruzar en el camino de este adormecido sujeto.

## **1.5 Objetivos general y específicos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema de detección de sueño para conductores utilizando sensores y alarmas que permitan la prevención de accidentes tránsito.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Identificar elementos fisiológicos y tecnológicos relacionados con el sueño y los sistemas existentes para prevenirlo en conductores.
2. Aplicar pruebas de un sistema de detección de sueño en conductores reales.
3. Evaluar el costo beneficio del desarrollo de un sistema de detección de sueño.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

### **1.6.1 Alcances**

Este proyecto abarca el cambio de estado “común” de uno o varios sensores, donde se da una modificación de este estado, se activa y envía datos o impulsos para tomar cierta decisión.

Se requiere que el sistema al enviar datos para que inicie el dispositivo, se transmita por medio de algún circuito inalámbrico para así evitar la sobre colocación de cables.

Paralelamente, se podría hacer uso de un sistema de reconocimiento facial (una pequeña cámara), que detecte si el conductor tiene los ojos cerrados en un lapso de tiempo superior al normal.

### 1.6.2 Limitaciones

Resulta pertinente y sencillo utilizar el sistema vía “Bluetooth”, ya sea del reproductor de radio vehicular o al aparato móvil del chofer. No todos los radios utilizan o tienen activa esta función inalámbrica, ya que al igual que el teléfono celular, la persona tiene la responsabilidad de activar el “Bluetooth” en este dispositivo al momento de conducir, y al no hacerse u olvidarse de realizarlo, no se podría dar adecuadamente el uso de este sistema.

El uso de un sensor el cual logre identificar cuando el usuario cierra sus ojos debido al sueño resultaría difícil de realizar, ya que todas las personas no poseen la misma estatura, lo que ocasiona un desequilibrio en el momento de medir la dirección o posición de los ojos de la persona y se debería ajustar para adaptarlo a cada individuo en particular.

Otra limitación sería que todos los tipos de sensores deseables no trabajen bajo el mismo estándar o tiempo de realización y envío de datos a la hora de estar monitorizando al individuo, además otro contratiempo podría darse al tener que elaborar la librería en este caso del microcontrolador “Arduino” a cierto sistema o detector que se emplee en este proyecto.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Marco conceptual

El presente proyecto se basa no solo en elementos totalmente electrónicos, sino que además se toman en cuenta ciertos aspectos del cuerpo humano, específicamente aquellos relacionados con la elaboración de un sistema que detecte la somnolencia a la hora de conducir.

Es por esto que a continuación se ofrecen los conceptos más importantes que deben ser tomados en consideración para un claro entendimiento del mismo.

### 2.1.1 Sistema electrónico

En la página 3 del artículo (Sistemas Electrónicos y Automáticos, 2016) se menciona un sistema electrónico como un conjunto de dispositivos y componentes electrónicos con un número de entradas y salidas, donde su principal misión es el procesamiento de las señales de entradas, a través del cual puede actuar sobre el exterior.

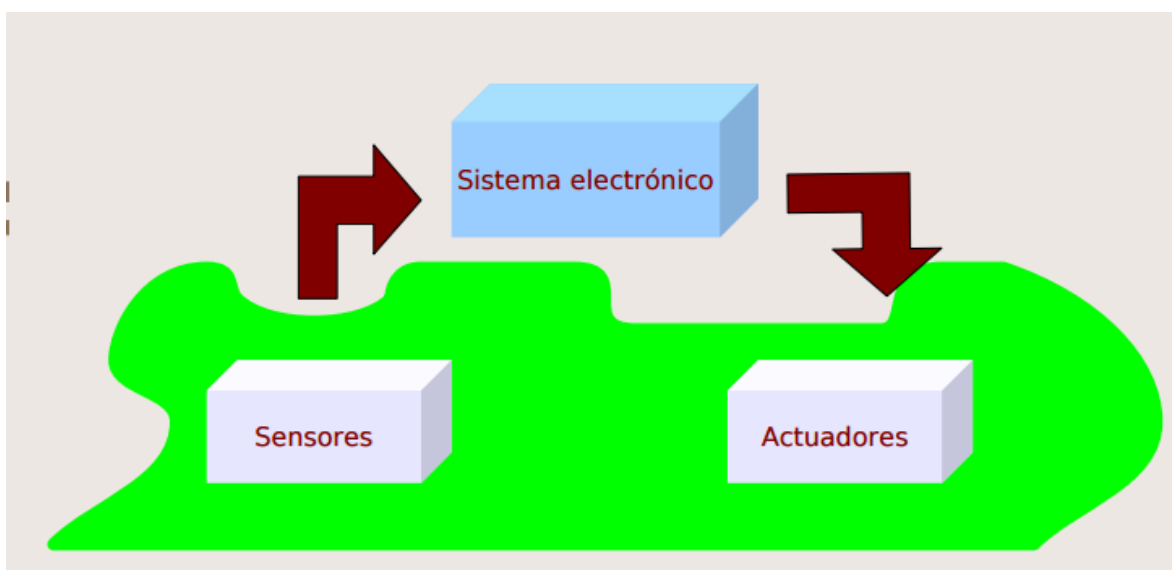


Ilustración 1: Sistema electrónico

Fuente: [http://www.uhu.es/raul.jimenez/SEA/sea\\_ana.pdf](http://www.uhu.es/raul.jimenez/SEA/sea_ana.pdf)

Como se observa en la figura anterior el sistema electrónico cumple una función entre el sensado y la actuación, donde por medio de los sensores le envía una señal física a cierto sistema, donde la recibirá, interpretará y enviará nuevas señales o pulsos para activar o decirle a ciertos sistemas como actuar.

A la vez (MAQUINARIApro, 2016) en “Características de un sistema electrónico” menciona que:

**Entendemos por sistema electrónico a un conjunto de dispositivos que se ubican dentro del campo de la ingeniería y la física y que se encargan de la aplicación de los circuitos electrónicos cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para generar, recibir, transmitir y almacenar información.** Los sistemas electrónicos ofrecen diferentes funciones para procesar dicha información: amplificación de señales débiles para que pueda utilizarse correctamente, generación de ondas de radio, extracción de información, operaciones lógicas como los procesos electrónicos que se desarrollan en los ordenadores, etc.

### **2.1.2 Sueño-cansancio**

La cantidad necesaria de sueño en el ser humano está condicionada por factores que dependen del organismo, del ambiente y del comportamiento. En la influencia de estos factores se aprecian variaciones considerables entre las personas. Así, hay personas que duermen cinco horas o menos, otros que precisan más de nueve horas para encontrarse bien y, por último, la gran mayoría que duerme un promedio de siete a ocho horas. Por tanto, se puede hablar de tres tipos de patrones de sueño: patrón de sueño corto, patrón de sueño largo y patrón

de sueño intermedio, respectivamente. A éstos puede añadirse un cuarto grupo de sujetos con patrón de sueño variable, que se caracterizaría por la inconsistencia de sus hábitos de sueño. La razón de estas diferencias individuales en duración del sueño es desconocida. Independientemente de la cantidad de sueño, los sujetos pueden clasificarse en patrones de sueño que se diferencian principalmente por la calidad del dormir. De esta manera, se habla de personas con patrón de sueño eficiente o de buena calidad y de personas con sueño no eficiente o de pobre calidad (Miró, Cano-Lozano, & Buela-Casal, Sueño y calidad de vida, 2005).

La pérdida de sueño es una experiencia frecuente en nuestras vidas. Muchas personas podrían estar privadas de sueño de forma crónica debido a las exigencias laborales, actuales estilos de vida, entre otros. Existen algunos indicios que parecen apoyar esta idea. La comparación de la duración habitual del sueño de los jóvenes de 1963 con los de 1910-1911 (Carskadon, 1993), y del período de 1974 hasta la actualidad (Iglowstein, Jenni, Molinari & Largo, 2003), encuentra una reducción del tiempo total de sueño de aproximadamente una hora y media, lo que sugiere que se tenderá a perderlo. De hecho, la mayoría de la gente duerme más en los períodos vacacionales y en los fines de semana (Miró, Cano-Lozano, & Buela-Casal, Sueño y calidad de vida, 2005)

Además (Soluciones GPSTEC Chile, 2016) cita en su artículo sobre “Sensor de Fatiga del Conductor” que el cansancio o fatiga al conducir es cuando el conductor se expone a largos periodos de conducción, sobre todo si el cuerpo no tuvo el suficiente descanso antes de emprender el viaje, o por otras causas, el

sentido de concentración en el camino se comienza a perder, lo que da lugar a la aparición de la somnolencia. Al comienzo, esta se demuestra cerrando los ojos por mínimos intervalos, hasta que el sueño gane por completo. La fatiga al conducir puede ser causada por: manejar largas distancias sin parar para descansar, manejar en la noche, luego del almuerzo, o en momentos en los que su cuerpo quiere dormir, manejar solo, manejar en caminos largos y aburridos, viajar frecuentemente o un cambio en los turnos de trabajo.

### **2.1.3 Trastorno del sueño y síntomas**

Los trastornos del sueño no son una patología grave en sí misma, pero tienen serias implicaciones en la vida diaria: agotamiento físico, bajo rendimiento, sueño diurno, dificultad para cumplir con las obligaciones profesionales, familiares o sociales.

Estos trastornos son, entre otros: insomnio, hipersomnia, narcolepsia, ronquido y apneas del sueño, parasomnias y otros trastornos, síndrome de las piernas inquietas, terrores nocturnos, pesadillas y sonambulismo. Su origen es muy variado. En ocasiones, aparecen como efecto de otras enfermedades y en otras, constituyen factores de riesgo que favorecen la aparición de otras patologías.

Algunos de los síntomas que producen los trastornos del sueño son: agotamiento físico, bajo rendimiento, sueño diurno, dificultad para cumplir con las obligaciones profesionales, familiares o sociales, etc.

Al haber diferentes trastornos, hay síntomas específicos de cada uno.



- Piernas inquietas: incómodas y dolorosas parestesias (sensación de hormigueo) en el interior de las piernas, movimientos espontáneos e incontrolables.
- Sonambulismo: caminar de modo semiinconsciente dormido.
- Terrores nocturnos: episodios de terror con gritos y agitación, a veces acompañados de sonambulismo.
- Insomnio: dificultad para conciliar el sueño, despertares nocturnos o fin prematuro del sueño.
- Hipersomnia: aumenta un 25% el sueño habitual.
- Narcolepsia: crisis reiterada de sueño durante la vigilia.
- Ronquido y apneas del sueño: obstrucción de la faringe que no deja pasar el aire (Clínica Universidad de Navarra, 2015).

---

#### **2.1.4 Seguridad en la conducción**

En la actualidad existe gran cantidad de automóviles circulando por las vías públicas, y en cuanto al principio de seguridad en la conducción y mentalidad para asumir distintos eventos, se menciona que:

El principio de la seguridad o de la defensa obliga al conductor a prever y evitar, en cuanto sea posible, los comportamientos defectuosos de los demás usuarios para evitar daños. Obliga a conducir, (cuando las circunstancias concretas así lo requieren), no sólo dirigida, sino también defensivamente, es decir, contando con la eventual imprudencia de los demás copartícipes del tráfico, especialmente de aquellos que por su edad (niños o ancianos) o por sus discapacidades físicas o psíquicas (discapacitados) producen situaciones de

riesgo que deben ser previstas y, en todo caso, que, al producirse, imponen la realización de unas maniobras ordinariamente no exigibles.

En la circulación concurre un principio fundamental y prevalente, cual es el de la seguridad en la conducción. Este principio exige del conductor la concentración de sus facultades físicas y psíquicas para percibir los objetos y ser dueño en todo momento de sus actividades, del movimiento del vehículo, para poder dar adecuadas respuestas a las distintas y cambiantes incidencias que el tráfico presenta.

Además, dicho principio tiene como fundamento subjetivo ese mecanismo que implica concentrar la atención en la tarea de conducir con el fin de mantener siempre el dominio del vehículo para evitar consecuencias dañosas para terceros.

Todo conductor debe, por consiguiente, adoptar las precauciones necesarias según las circunstancias concretas del tráfico para controlar los movimientos del vehículo que conduce y así poder evitar posibles y previsibles riesgos (Área de Formación y Comportamiento de Conductores , 2011).

### **2.1.5 Vehículo**

En cuanto a uno de los principales artefactos en estudio, como lo es el medio donde se implementará nuestro sistema, se puede mencionar lo siguiente:

El vehículo, es uno de los medios que el ser humano se vale para utilizar la vía, está caracterizado por dos aspectos claramente delimitados: su aumento creciente y su pronto envejecimiento. Estas facetas explican la causa de los dos

problemas que, a su vez, implican los vehículos dentro del problema general del tráfico de hoy:

En primer término, el incremento experimentado en su número, variedad y características técnicas, ha rebasado la capacidad de las vías y afectado a la seguridad personal.

En segundo lugar, la circulación de vehículos envejecidos y en estado técnicamente deficiente, ha puesto igualmente en peligro la seguridad del tráfico.

El remedio de estos problemas requiere la adopción de medidas de típica naturaleza policial, tales como la limitación de pesos y dimensiones, la regulación de las condiciones técnicas que han de reunir para su circulación, las inspecciones técnicas periódicas y extraordinarias, etc. (Área de Formación y Comportamiento de Conductores , 2011).

#### **2.1.6 Datos de accidentes en Costa Rica**

La tasa de accidentes por cada 10.000 habitantes pasó del 54 en 2013 al 68 en 2015. Los cantones en los que se registró un mayor impacto de accidentes de tránsito son Garabito, Puriscal, Parrita, Turubares y Aguirre. La Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) atendió 32.269 accidentes de tránsito durante el 2015, lo que representa un incremento de 6.937 incidentes con respecto al 2013.

El alza en un período de 24 meses es del 27% y la entidad no dudó en afirmar que se trata de un "grave incremento" en los accidentes de carretera que se atienden en las clínicas y hospitales del país. En el 2013 se registraron 25.332 casos y en el 2014 se atendieron 29.479 accidentes, según datos divulgados hoy.

Así las cosas, la tasa de siniestros viales por cada 10.000 habitantes pasó de 54 en 2013, a 68 en 2015.

Este año, la CCSS realizó un estudio para presentar por primera vez un ranquin de impacto de los accidentes por cantón. El análisis fue realizado por la subárea de vigilancia epidemiológica de la Dirección de Servicios de Salud de la CCSS. Leandra Abarca, encargada del estudio, explicó que, "aparte de las enfermedades transmisibles, los accidentes de tránsito son la principal causa de lesiones, fallecimientos y de incapacidad; sin embargo, como suelen verse de manera aislada, al estilo de algo que le ocurre a alguien, tal vez no se le pone tanta importancia como sociedad".

La investigación evidenció que el 58% de los accidentes de tránsito en 2015, se presentaron en personas que tenían entre 20 y 39 años. Abarca aseveró que los accidentes ocurren en edad productiva, lo que tiene un impacto de salud y económico para la familia. El segundo grupo en el que ocurren más accidentes es el de personas con edades entre 40 y 65 años, en este rango se registraron el 24% de los incidentes de tránsito en 2015. En cuanto a la distribución por género, el 72% de las personas involucradas en choques, colisiones u atropellos son hombres y el 28% son mujeres.

Se elaboró una tasa de accidentes por cada 10.000 habitantes. Los cantones en los cuales los accidentes de tránsito tienen mayor impacto en la vida de los vecinos son: Garabito, Puriscal, Parrita, Turrubares, Aguirre, Corredores, Nandayure, Abangares, Hojancha y Acosta. En el caso de Garabito, se registraron

393 accidentes de tránsito en el 2015 lo que representa una tasa de 215 incidentes por cada 10.000 habitantes.

Las tasas de accidentes de tránsito por cada 10.000 habitantes para los otros cantones del ranquin son: 194 para Puriscal, 182 para Parrita, 152 para Turrubares, 141 para Aguirre, 136 para Corredores, 135 para Nandayure, 130 para Abangares, 127 para Hojanca y 122 para Acosta. Si no se hace la relación de impacto, por cada 10.000 habitantes, el cantón que registró más accidentes de tránsito el año pasado fue Pococí en Limón, con 1.601 casos. Sin embargo, por la cantidad de población en esa zona, la tasa de incidentes es de 120 por cada 10.000 habitantes (LA NACIÓN, 2016).

### **2.1.7 Pulso (frecuencia cardíaca)**

En el artículo de “Definición de Frecuencia cardíaca” se hace referencia al pulso, donde es importante su mención debido a que será un signo vital en estudio, el cual se define como:

Una medición de la frecuencia cardíaca es un valor que indica el número de veces que el corazón late en un minuto. El corazón es una bomba que tiene como función impulsar sangre desde el sistema venoso al sistema arterial, este es el órgano que comanda la acción del sistema circulatorio, para esto el corazón lleva a cabo una serie de acciones de varios pasos que se repiten constantemente desde el nacimiento hasta la muerte que se conocen como ciclo cardíaco, este se inicia con el llenado de las cavidades del corazón o fase de diástole a lo que le sigue la fase de expulsión de la sangre hacia el sistema arterial que corresponde a

la sístole. Cada vez que el corazón eyecta sangre al sistema arterial este se distiende y forma una onda que es posible percibir si se palpa alguna arteria superficial (como la carótida en el cuello o la radial en la muñeca), esta onda da origen al pulso que es la principal forma de determinar la frecuencia cardíaca. Se considera que los valores normales de frecuencia cardíaca se encuentran entre 60 y 100 latidos por minuto en condición de reposo, normalmente la frecuencia cardiaca no es un parámetro que se mantiene fijo, más bien sufre variaciones durante el día pudiendo aumentar durante la actividad física, el ejercicio o situaciones de alerta o estrés emocional. Cuando la frecuencia cardiaca se encuentra por debajo de 60 latidos por minuto se denomina bradicardia, mientras que cuando se encuentra por encima de 100 latidos por minuto el sujeto se encuentra en presencia de una taquicardia.

La frecuencia cardiaca se encuentra regulada por una gran variedad de mecanismos muy complejos, entre ellos se encuentra el sistema nervioso autónomo, que a su vez se divide en simpático y parasimpático, el primero prepara al organismo para el estrés y por ende es capaz de estimular el sistema circulatorio aumentando dicha frecuencia cardíaca, el sistema parasimpático tiene el efecto opuesto, disminuye esa frecuencia cardíaca.

En las cavidades del corazón (aurículas y ventrículos) existen también receptores que son capaces de determinar la presión de estas cavidades y la distensión del músculo del corazón, cuando estos receptores se estimulan envían señales al sistema nervioso para que aumente la frecuencia cardíaca con el fin de

disminuir el volumen de sangre, y por ende la presión, dentro de estas cavidades **(DefiniciónABC, 2007-2016)**.

#### **2.1.7.1 ¿Cómo tomarse el pulso?**

Cuando el corazón impulsa la sangre a través de las arterias, notará sus latidos presionando con firmeza en las arterias, que se encuentran cerca de la superficie de la piel en ciertos lugares del cuerpo. El pulso se puede sentir en la parte lateral del cuello, en la parte interior del codo o en la muñeca. Para la mayoría de las personas lo más sencillo es tomarse el pulso en la muñeca. Si utiliza la parte inferior del cuello, asegúrese de no presionar demasiado y nunca presione sobre ambos lados del cuello al mismo tiempo para no bloquear el flujo de sangre al cerebro. Cuando se tome el pulso:

- Con las yemas de los dedos, índice y medio, presione suavemente, pero con firmeza sobre las arterias hasta que sienta el pulso.
- Comience a contar las pulsaciones cuando el segundero del reloj marque las 12;
- Cuento el pulso durante 60 segundos (o durante 15 segundos y después multiplíquelo por cuatro para calcular los latidos por minuto).
- Al contar, no mire el reloj continuamente, más bien concéntrese en las pulsaciones.

- Si no está seguro de los resultados, pídale a otra persona que cuente por usted (The University of Chicago Medicine, 2014).



Ilustración 2: ¿Cómo tomar el pulso?

Fuente:<http://healthlibrary.uchospitals.edu/Spanish/DiseasesConditions/Adult/NonTraumatic/85,P0396>

3

### 2.1.8 Guante

En este artículo se colocarán sensores que a lo largo del documento se van a ir detallando; este tiene una entrada donde meter la mano. Además 5 espacios destinados para cada uno de los cinco dedos que se poseen por mano y como se menciona a continuación otras propiedades de este son:

La protección de las manos suele realizarse mediante guantes, mitones, guantes parciales o cualquier elemento que cubra la mano o parte de la mano con el propósito de proporcionar protección frente a un riesgo específico. En general, se denominan guantes de protección.

Los guantes deben seleccionarse basándose en la evaluación de riesgos, que implica la identificación de los peligros y la determinación del riesgo por



exposición a esos peligros. Dicha evaluación determinará las propiedades relevantes y niveles de prestación aceptables. Existen muchos tipos de guantes disponibles para proteger frente a una gran variedad de riesgos.

El guante debe diseñarse y fabricarse de tal manera que, en las condiciones previstas de uso, el usuario pueda realizar su actividad, mientras disfruta de una protección tan alta como sea necesaria. Esta afirmación genérica implica que el usuario debe conocer, comprender y seguir estrictamente las instrucciones de uso establecidas por el fabricante del guante en cuestión. Sólo de esta manera se puede garantizar la protección declarada. Es de suponer, que el fabricante deberá comercializar el guante con unas instrucciones claras, concisas y comprensibles. Los diseños que pueden encontrarse en los guantes de protección son muy numerosos y vendrán influenciados por los materiales utilizados en su fabricación, así como el tipo de aplicación para el que están pensados. En el mercado se encuentran guantes de cinco dedos, manoplas, mitones, guantes con puño de distintas longitudes, puño abierto o ajustado, etc. (Armendáriz, 2000).



**Ilustración 3: Guante**

Fuente: <http://www.steelprosafety.com/es/tienda/guantes-pro/guante-steelpro-multiflex-poliester-nitrilo-foam-1/>

### **2.1.9 Alarma**

Uno de los usos más recurrentes que presenta el término es para designar a aquella señal que avisa de la existencia de un peligro inmediato, al igual de ser un dispositivo que avisa sobre un altercado o advierte acerca de alguna particularidad.

Un sistema de alarma es un elemento muy empleado en la seguridad y aunque si bien el mismo no evita por completo que se suceda alguna situación anormal resulta muy útil para prevenirla, ya que es capaz de advertir acerca de ella, por ejemplo, avisar cuando algún intruso ingresa a nuestra propiedad, cuando alguien intenta forzar nuestro auto, sonar cuando se detecte la presencia de fuego, el desborde de algún tanque de agua, la presencia de algunos agentes contaminantes, entre otras alternativas. Su funcionamiento consiste en el envío de una señal de alerta a la unidad central de la alarma, luego, ésta emitirá la comunicación pertinente con el lugar que se le indique.

Hay que decir que muchas alarmas de viviendas y de automóviles disponen de una gran sensibilidad y muchas veces se accionan cuando no hay peligro concreto sino solamente cuando alguien rozó algún sensor (DefinicionABC, 2007-2016).

### **2.1.10 Microcontrolador**

Un microcontrolador (Microcontroller) es un circuito integrado digital monolítico que contiene todos los elementos de un procesador digital secuencial síncrono programable de arquitectura Harvard o Princeton (Von Neumann). Se le suele denominar también microcomputador integrado o empotrado (Embedded processor) y está especialmente orientado a tareas de control y comunicaciones.

Por su pequeño tamaño, los microcontroladores permiten empotrar un procesador programable en muchos productos industriales. Su coste reducido y su consumo de energía y velocidad adaptables, resultan apropiados para numerosas aplicaciones. Además, poseen mecanismos de seguridad de funcionamiento (Safety) y proporcionan protección del equipo electrónico contra copias y modificaciones del programa no autorizadas (Security).

Los microcontroladores se utilizan para la realización de sistemas electrónicos empotrados en otros sistemas (eléctricos, mecánicos, etc.) como por ejemplo electrodomésticos (televisor, lavadora, microondas, etc.), sistemas informáticos (ratón, impresora, etc.), sistemas de telecomunicaciones (teléfono móvil, circuito de control de una red, etc.), sistemas de control de maquinaria (circuito de control del brazo de un robot, etc.) o sistemas de automoción (circuito de control de frenado, circuito de control de la climatización, etc.). En todas estas aplicaciones los microcontroladores emulan a (se comportan igual que) numerosos sistemas digitales que antes se realizaban con circuitos integrados MSI (escala de integración media) y LSI (gran escala de integración) como por ejemplo circuitos contadores, comparadores, etc.

Mediante la introducción de los microcontroladores en los productos industriales se logra:

- Concebir y fabricar nuevos productos que no podrían existir sin la electrónica, como por ejemplo los reproductores de sonido en formato MP3.
- Mejorar las prestaciones de productos ya existentes mediante la introducción de nuevas prestaciones y la elevación de las actuales, lo cual produce un gran valor añadido.
- Facilitar la utilización de equipos complejos haciendo más sencilla la integración con el ser humano (Pérez, Fuertes, Ferreira, & Matos, 2007).

### **2.1.11 Arduino**

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el *Arduino Programming Language* (basado en Wiring) y el *Arduino Development Environment* (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo, con *Flash*, *Processing*, *MaxMSP*, etc.). Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse preensambladas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del

hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Todas estas herramientas toman los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y la encierran en un paquete fácil de usar. Arduino también simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y aficionados interesados sobre otros sistemas:

- Barato: Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras. La versión menos cara del módulo Arduino puede ser ensamblada a mano, e incluso los módulos de Arduino preensamblados cuestan menos de \$50.
- Multiplataforma: El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a Windows.
- Entorno de programación simple y claro: El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Para profesores, está convenientemente basado en el entorno de programación Processing, de manera que estudiantes aprendiendo a programar en ese entorno estarán familiarizados con el aspecto y la imagen de Arduino.

- **Código abierto y software extensible:** El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino si quieres.
- **Código abierto y hardware extensible:** El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero (ARDUINO.cl).

### **2.1.12 Arduino Uno**

El Uno es una placa electrónica basada en el ATmega328P. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se podrán utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una jefe de ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar. Puede jugar con el UNO sin preocuparse demasiado por

hacer algo mal, peor de los casos puede sustituir el saltar por unos pocos dólares y empezar de nuevo.

"UNO" en italiano y fue elegido para celebrar el lanzamiento del software de Arduino (IDE) 1.0. La junta Uno y la versión 1.0 del software de Arduino (IDE) fueron las versiones de referencia de Arduino, ahora evolucionado para nuevos lanzamientos. La junta Uno es el primero de una serie de placas Arduino USB, y el modelo de referencia para la plataforma Arduino; para una extensa lista de las tarjetas actuales, anteriores u obsoletos ver el índice de Arduino de planchar.

Microcontrolador	<u>ATmega328P</u>
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
E / S digitales prendedores	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
PWM digital pines I / O	6
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para Pin I / O	20 Ma

Corriente CC para Pin 3.3V	50 Ma
Memoria flash	32 KB (ATmega328P) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad de reloj	16 MHz
Longitud	68,6 mm
Anchura	53,4 mm
Peso	25 g

**Tabla 1: Especificaciones técnicas del Arduino Uno**

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

La tarjeta Uno puede ser alimentada a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

Potencia (no USB) externo puede venir con un adaptador de CA a CC o la batería. Los cables desde una batería pueden ser insertados en los GND y el pin Vin hacia el conector de alimentación.

La tarjeta puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo, el pasador de 5V puede suministrar



menos de cinco voltios y la placa se puede volver inestable. Si se utiliza más de 12 V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son de la siguiente manera:

- Vin: El voltaje de entrada a la junta Uno cuando se trata de utilizar una fuente de alimentación externa (en contraposición a 5 voltios de la conexión USB o de otra fuente de alimentación regulada). Se puede suministrar tensión a través de este pin, o, si el suministro de tensión a través de la toma de alimentación, acceder a él a través de este pin.
- 5V. Este pin como salida una de 5V regulada del regulador en el tablero. El tablero puede ser alimentado ya sea desde el conector de alimentación de CC (7 - 12 V), el conector USB (5V), o por el pin VIN del tablero (7-12V). El suministro de tensión a través de los pasadores de 5V o 3.3V no pasa por el regulador, y puede dañar la placa.
- 3V3. Un suministro de 3,3 voltios generada por el regulador a bordo. consumo de corriente máximo es de 50 mA.
- GND. las patillas de tierra.
- Instrucción IOREF. Este patas de la placa Uno proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador. Un escudo bien configurado puede leer el voltaje del pin instrucción IOREF y seleccione la fuente de alimentación adecuada o habilitar traductores de voltaje en las salidas para trabajar con el 5V o 3.3V.

Cada uno de los 14 pines digitales en el Uno se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()` funciones. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir 20 mA como condición de funcionamiento recomendada y tiene una resistencia de pull-up (desconectada por defecto) de 20-50k ohmios. Un máximo de 40 mA es el valor que no debe superarse en cualquier pin de E / S para evitar daños permanentes en el microcontrolador.

El Uno tiene 6 entradas analógicas, A0 a A5 marcado, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes) (Arduino).

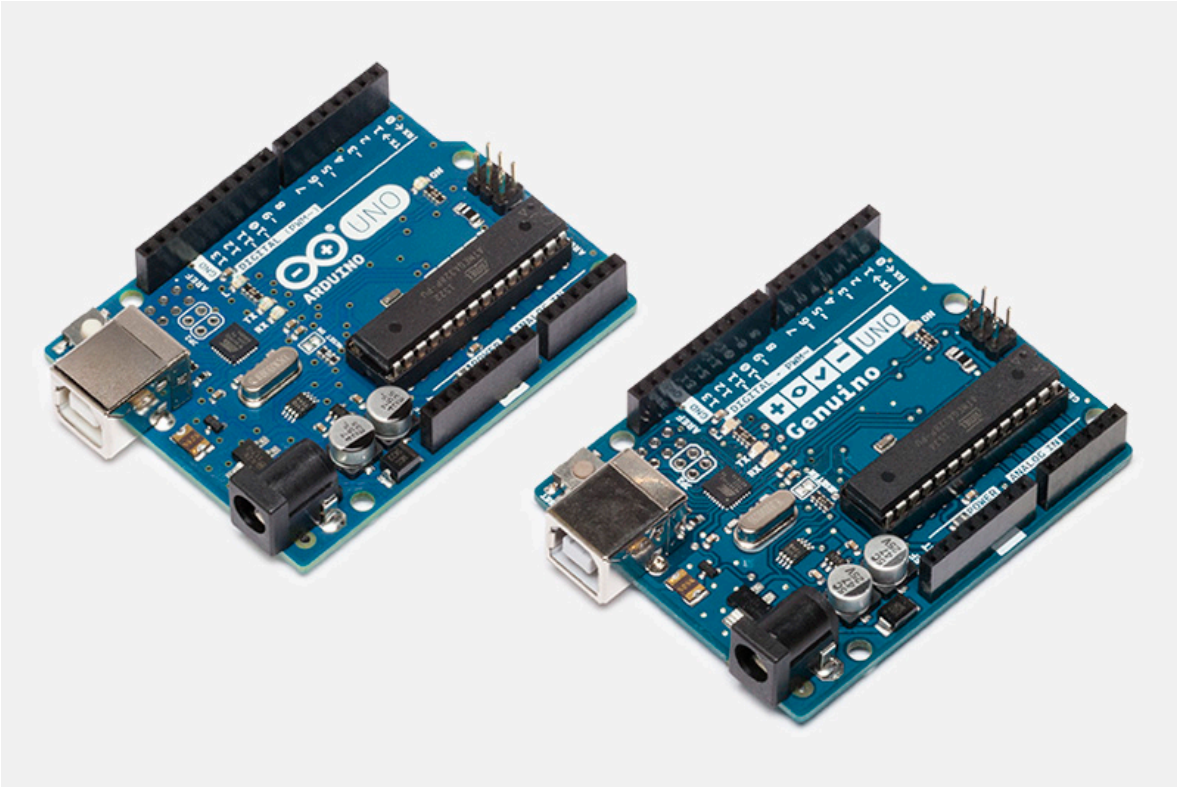


Ilustración 4: Arduino Uno

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

### 2.1.13 Arduino Nano

La placa Arduino Nano es una placa de prueba pequeña y completa basada en ATmega328. Tiene funcionalidad similar al modelo Arduino Duemilanove, pero en un módulo DIP. Solo carece de *jack* de alimentación DC y funciona con un cable Mini-B USB en lugar de uno estándar.

Las características de entrada salida son que cada uno de los 14 pines digitales del Nano pueden ser usados como entrada o salida, usando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()`. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proveer o recibir un máximo de 40mA y poseen una resistencia de *pull-up*

(desconectada por defecto) de 20 a 50 kOhms. Además, algunos pines poseen funciones especializadas:

Serial: 0 (RX) y 1 (TX). (RX) usado para recibir y (TX) usado para transmitir datos TTL vía serie. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip USB-a-TTL de FTDI.

Interrupciones Externas: pines 2 y 3. Estos pines pueden ser configurados para activar una interrupción por paso a nivel bajo, por flanco de bajada o flanco de subida, o por un cambio de valor. Mira la función `attachInterrupt()` para más detalles.

PWM: pines 3, 5, 6, 9, 10, y 11. Proveen de una salida PWM de 8-bits cuando se usa la función `analogWrite()`.

SPI: pines 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines soportan la comunicación SPI, la cual, a pesar de poseer el hardware, no está actualmente soportada en el lenguaje Arduino.

LED: Pin 13. Existe un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin se encuentra en nivel alto, el LED está encendido, cuando el pin está a nivel bajo, el LED estará apagado.

El Nano posee 8 entradas analógicas, cada una de ellas provee de 10 bits de resolución (1024 valores diferentes). Por defecto miden entre 5 voltios y masa, sin embargo es posible cambiar el rango superior usando la función

analogReference(). También, algunos de estos pines poseen funciones especiales:

I2C: Pines 4 (SDA) y 5 (SCL). Soporta comunicación I2C (TWI) usando la librería Wire (documentación en la web Wiring).

#### **2.1.13.1 Las características más destacadas son:**

- Microcontrolador ATmega328 con cargador de inicio preprogramado.
- Tensión de entrada (recomendada): +7 a + 12 V.
- Tensión de entrada (límites): +6 a + 20 V.
- 14 pines GPIO (de los que 6 ofrecen salida PWM).
- 8 pines de entrada analógica.
- Corriente DC por pin de E/S: 40 mA.
- Memoria Flash de 32 KB (2 KB para cargador de inicio).
- SRAM de 2 KB.
- EEPROM de 1 KB.
- Admite comunicación serie IC.
- Frecuencia de reloj: 16 MHZ.
- Dimensiones: 0,73" x 1,7".

(Electrónica: teoría y práctica, 2012).

#### **2.1.13.2 Comunicación**

El Arduino Nano tiene una serie de instalaciones para la comunicación con un ordenador, otro Arduino, u otros microcontroladores. Los ATmega168 y ATmega328 proporcionan UART TTL (5V)

de comunicación en serie, que está disponible en los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX). Un FT232RL en los canales de mesa esta comunicación en serie a través de USB y los drivers FTDI (incluido con el software de Arduino) proporcionan un puerto com virtual para el software en el ordenador. El software de Arduino incluye un monitor de serie que permite a los datos de texto simples para ser enviados hacia y desde la placa Arduino. Las RX y TXLED en el tablero parpadean cuando se están transmitiendo datos a través de la conexión USB FTDI chip y al ordenador (pero no para la comunicación en serie en los pines 0 y 1).

Una biblioteca SoftwareSerial permite la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales del Nano.

El ATmega168 y ATmega328 también apoyan I2C (TWI) y SPI.El software de Arduino incluye una biblioteca de alambre para simplificar el uso de la I2C bus (Arduino).

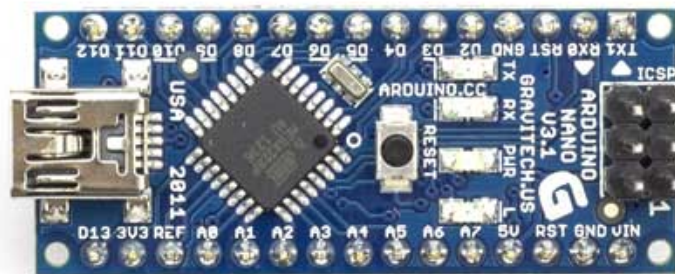


Ilustración 5: Arduino Nano

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

### 2.1.14 Sensor de Pulso Amped

Los datos de frecuencia cardíaca pueden ser realmente útil si usted está diseñando una rutina de ejercicios, estudiando a su actividad o niveles de ansiedad o simplemente quiere que su camisa a parpadear con el latido de su corazón. El problema es que la frecuencia cardíaca puede ser difícil de medir. Por suerte, el Sensor de Pulso Amped puede resolver ese problema.

El Sensor de Pulso Amped es un sensor de frecuencia cardíaca *plug-and-play* para Arduino. Puede ser utilizado por estudiantes, artistas, deportistas, fabricantes y desarrolladores de juegos y móviles que quieran incorporar fácilmente los datos de frecuencia cardíaca en vivo en sus proyectos. Esto esencialmente combina un sensor de frecuencia cardíaca óptica sencilla con amplificación y circuitos de cancelación de ruido por lo que es rápida y fácil de obtener las lecturas del pulso fiables. Además, se sorbe el poder con sólo 4 mA de corriente a 5 V lo que es ideal para aplicaciones móviles.

Basta con cortar el sensor de pulso de la punta del lóbulo de la oreja o un dedo y conectarlo a su hijo de 3 o 5 voltios Arduino y ya está listo para leer la frecuencia cardíaca. El cable de 24 "en el sensor de pulso está terminado con conectores macho estándar por lo que no requiere soldadura. Por supuesto código de ejemplo Arduino está disponible, así como un esbozo de procesamiento para la visualización de datos de frecuencia cardíaca.

Dimensiones: 0.625 "de diámetro y 0.125" de espesor

Incluye:

- Pulso del panel de sensores.
- De 24 pulgadas con código de color con cable estándar masculinos y cabecera.
- Clip de oreja para lóbulo de la oreja del ritmo cardíaco Medición.
- Correa de velcro dedo.
- Pegatinas transparentes para la Protección de sensor

(CRCibénetica, 2016).



**Ilustración 6: Sensor de Pulso Amped**

Fuente: <http://www.crcibernetica.com/pulse-sensor/>

### **2.1.15 Acelerómetro**

Los acelerómetros son dispositivos que miden la aceleración, que es la tasa de cambio de la velocidad de un objeto con respecto al tiempo. Esto se mide en metros por segundo al cuadrado ( $m/s^2$ ) o en las fuerzas G (g). La sola fuerza de la gravedad para nosotros aquí en el planeta Tierra es equivalente a  $9,8 m/s^2$ , pero esto varía ligeramente con la altitud (y será un valor diferente en diferentes planetas, debido a las variaciones de la atracción gravitatoria). Los acelerómetros



son útiles para detectar las vibraciones en los sistemas o para aplicaciones de orientación.

#### **2.1.15.1 ¿Cómo funciona un acelerómetro?**

Los acelerómetros son dispositivos electromecánicos que detectan las fuerzas de aceleración, ya sea estática o dinámica. Las fuerzas estáticas incluyen la gravedad, mientras que las fuerzas dinámicas pueden incluir vibraciones y movimiento.

Los acelerómetros pueden medir la aceleración en uno, dos o tres ejes. Los de tres ejes son más comunes conforme los costos de producción de los mismos baja.

Generalmente, los acelerómetros contienen placas capacitivas internamente. Algunos de estos son fijos, mientras que otros están unidos a resortes minúsculos que se mueven internamente conforme las fuerzas de aceleración actúan sobre el sensor. Como estas placas se mueven en relación el uno al otro, la capacitancia entre ellos cambia. A partir de estos cambios en la capacitancia, la aceleración se puede determinar.

#### **2.1.15.2 Interfaz de comunicaciones**

Los acelerómetros se comunican a través de un convertidor analógico, digital, o interfaz de conexión modulada por ancho de impulsos (pwm). Los acelerómetros con una interfaz analógica entregan un voltaje proporcional a la aceleración en cada uno de sus ejes (hablando de uno de 3 ejes) que normalmente fluctúan entre tierra y el valor de alimentación Vcc. Estos suelen ser

más baratos que los digitales y mucho más fáciles de usar, en momento más, se verá porqué.

Los acelerómetros con una interfaz digital pueden comunicarse a través de los protocolos de comunicación de SPI o I2C. Estos tienden a tener más funcionalidad y ser menos susceptibles al ruido que acelerómetros analógicos.

Los acelerómetros con salida modulada en ancho de pulso (PWM ) sus salidas son de onda cuadrada con un periodo conocido, pero un ciclo de trabajo varía con cambios en la aceleración .

### **2.1.15.3 Potencia**

Los acelerómetros son generalmente dispositivos de baja potencia. La corriente requerida cae típicamente en la gama de micro ( $\mu$ ) o mili – amperios, con una tensión de alimentación de 5 V o menos. El consumo de corriente puede variar dependiendo de la configuración (por ejemplo, el modo de ahorro de energía en comparación con el modo de funcionamiento estándar). Estos modos diferentes pueden hacer a los acelerómetros muy adecuados para aplicaciones que funcionan con batería.

El usuario debe asegurarse de que los niveles lógicos tanto del acelerómetro como del microcontrolador correspondan y más en los digitales; ya que si esto no es así puede dañar el sensor.

### **2.1.15.4 ¿Cómo seleccionar un acelerómetro?**

Antes de elegir usar un acelerómetro se deben considerar varios requerimientos donde entre los principales se encuentra el nivel de alimentación y el tipo de comunicación del que ya se habló anteriormente (cheque nuestros

tutoriales de cómo usar las interfaces digitales. Otras características para su consideración se muestran a continuación.

#### **2.1.15.5 Alcance**

La mayoría de los acelerómetros tendrá un rango seleccionable de las fuerzas que pueden medir. Estos intervalos pueden variar de  $\pm 1g$  hasta  $\pm 250g$ . Típicamente, el más pequeño de la gama, es el más sensible. Por ejemplo, para medir pequeñas vibraciones sobre una mesa, utilizando un acelerómetro de gama pequeña, proporcionará datos más detallados que el uso de uno de 250 g (que es más adecuado para cohetes).

#### **2.1.15.6 Características adicionales**

Algunos acelerómetros incluyen características como la detección del grifo (útil para las aplicaciones de baja potencia), detección de caída libre (utilizados para activar la Protección del Disco Duro), compensación de temperatura (para aumentar la precisión en situaciones de del alto riesgo) y detección de 0g. La necesidad de estos tipos de características en el acelerómetro será determinada por la aplicación en la que se incorpora el acelerómetro.

#### **2.1.15.7 Interfaz**

Esta es otra de las características más importantes. Los acelerómetros tendrán ya sea una interfaz Análoga, Digital (I2C o SPI) o por Modulación de Ancho de Pulso (PWM). Actualmente solo se disponen sensores con las dos primeras interfaces.

Acelerómetros con una salida analógica producirán una tensión que es directamente proporcional a la aceleración detectada. En 0g, la salida analógica

será residirá generalmente en alrededor de la mitad de la tensión de alimentación (por ejemplo, 1,65 V para un sensor de 3,3 V). En general, esta interfaz es el más fácil de trabajar, usando solo un convertidor analógico a la digital (ADC) presente en la mayoría de los microcontroladores.

Acelerómetros con una interfaz de PWM producirán una onda cuadrada con una frecuencia fija, pero el ciclo de trabajo del pulso variará con la aceleración detectada. Estos son bastante raros; por lo que no se cuenta con ningún modelo, pero siempre es bueno saber cómo funcionan.

Acelerómetros digitales por lo general cuentan con una interfaz serial sea SPI o I<sup>2</sup>C. Dependiendo de su experiencia, estos pueden ser los más difíciles de integrar con su microcontrolador. Dicho esto, los acelerómetros digitales son populares debido a que por lo general tienen más características, y son menos susceptibles al ruido que sus homólogos analógicos.

Número de ejes medidos – Este está muy claro: de los tres ejes posibles (x, y, z), ¿cuántos tiene sentido medir? Acelerómetros de tres ejes suelen ser el camino a seguir, sino que son los más comunes, así que aquí no hay mucho que pensarle.

Consumo de energía – Si el proyecto funciona con pilas, es posible que desee considerar la cantidad de energía que consumirá el acelerómetro. El consumo de corriente se requiere por lo general será en el rango de los 100s  $\mu$ A. Algunos sensores también disponen de la funcionalidad de reposo para ahorrar energía cuando no se necesita el acelerómetro.

### 2.1.15.8 Características especiales

Los acelerómetros más recientes pueden tener algunas características ingeniosas, no basta con producir los datos de aceleración. Estos acelerómetros nuevos pueden incluir características como rangos seleccionables de medida, control del sueño, 0 g de detección y detección de golpeteo (5Hertz, 2014).

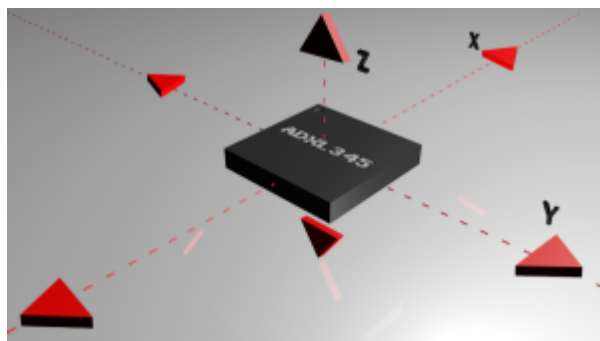


Ilustración 7: Acelerómetro

Fuente: <http://5hertz.com/tutoriales/?p=228>

### 2.1.16 Sensible a la Presión Conductor Plancha (Velostat / Linqstat)

Este material conductor (también conocido como "Velostat" o "Linqstat") es un buen complemento para su sensor kit de herramientas de hacking / portátil. Es sensible a la presión: apretándolo reducirá la resistencia, por lo que es útil para la fabricación de sensores flexibles. Y es mucho menos costoso que la presión fuera de la plataforma o los sensores de flexión también. Cada orden viene con una "x 11" 11 (28cm x 28cm) 8 mil (0,2 mm) de espesor pieza. Para eliminar las arrugas duras, simplemente poner completamente en una mesa y poner un libro pesado encima para aplanarlo.

- Dimensiones: 11 "x 11" (280mm x 280mm)
- 8 mil / 0,2 mm de espesor

- Peso: 18.66g
- Límites de temperatura: -45 ° C a 65 ° C (-50 ° F a 150 ° F)
- Termosellable: Sí
- La resistividad de volumen: <500 ohm-cm
- Resistividad superficial: <31.000 ohmios / sq.cm



**Ilustración 8: Sensible a la Presión Conductor Plancha (Velostat / Linqstat)**

Fuente: <http://www.crcibernetica.com/pressure-sensitive-conductive-sheet-velostat-linqstat/>

### **2.1.17 Comunicación inalámbrica**

La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que extremos de la comunicación no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio.

Las primeras redes inalámbricas conocidas fueron las infrarrojas, que trabajaban con frecuencias de radiación electromagnética más bajas que las actuales redes Wireless. Estas redes, si bien siguen existiendo, tienen el inconveniente de requerir que no exista casi ningún obstáculo entre un dispositivo y otro para lograr una buena comunicación entre éstos. De lo contrario, se pierde

la señal y no se pueden transferir datos entre ellos. En cambio, las actuales redes sin cables han solucionado en gran medida este inconveniente, permitiendo que, por ejemplo, dos PCs puedan ubicarse en diferentes espacios y transmitir información con incluso una pared de por medio. En la tecnología infrarroja, como ventaja, se puede decir que no existen problemas de seguridad ni de interferencias ya que estos rayos no pueden atravesar los objetos sólidos (Mejía, 2014).

#### **2.1.17.1 Bluetooth**

Bluetooth es la norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales.
- La clasificación de los dispositivos Bluetooth como "Clase 1" o "Clase 2" es únicamente una referencia de la potencia de transmisión del dispositivo, siendo totalmente compatibles los dispositivos de una clase con los de la otra.

Los dispositivos de Clase 1 se definen como con un alcance de hasta 100 metros, mientras que los de Clase 2 llegan hasta los 20/30 metros. Si un

dispositivo de clase 1 desea conectarse con uno de clase 2, deberán colocarse a la distancia del alcance del de clase 2, ya que por más que el otro sea clase 1, debe ponerse a la distancia donde llega el de clase 2.

Las distancias que indican las especificaciones son medidas tomando punto a punto dos dispositivos de la misma clase, instalados a campo abierto, sin ninguna interferencia. La realidad es que, en instalaciones normales en interiores de edificios, la distancia oscila entre 5 y 25 metros, según las condiciones ambientales.

Para comunicar dispositivos a corto alcance, de forma cómoda y sin cables, la tecnología Bluetooth es la opción más sencilla. Es un estándar inalámbrico disponible en todo el mundo que conecta entre sí teléfonos móviles, ordenadores portátiles, manos libres para el coche, reproductores de MP3 y muchos dispositivos más. Gracias al exclusivo concepto de “perfiles”, no es necesario instalar controladores en los dispositivos provistos de la tecnología Bluetooth. Este estándar sigue en constante desarrollo, reforzando sus puntos fuertes: radio de reducido factor de forma, bajo consumo, mínimo coste, seguridad integrada, fiabilidad, facilidad de uso y posibilidad de conexión en red *ad hoc*. La tecnología inalámbrica Bluetooth es líder en el mercado y es la única de corto alcance de la que se distribuyen más de cinco millones de unidades todas las semanas, con una base fija de más de 500 millones de unidades a finales del año 2005.

Dicha tecnología se ha diseñado, desde un principio, prestando especial atención a la seguridad. Al estar disponible en todo el mundo a través de la banda



ISM abierta de 2.4 GHz, la fiabilidad fue prioritaria desde un primer momento. Gracias a la función de salto adaptable de frecuencia (AFH), la señal “salta” y limita las interferencias de otras señales. Es más, esta tecnología cuenta con seguridad integrada, como el cifrado de 128 bits y la autenticación mediante código PIN. Cuando los productos Bluetooth se identifican y conectan entre sí por primera vez, se utiliza el código PIN para garantizar una conexión segura en todo momento.

- La tecnología inalámbrica Bluetooth está orientada a aplicaciones de voz y datos.
- Funciona en la banda de frecuencia de 2.4 GHz, que no precisa de ninguna licencia.
- Tiene un radio de acción de 10 o 100 metros dependiendo de la clase del dispositivo Bluetooth. La máxima velocidad de transmisión es de 3 Mbps.
- Los objetos sólidos no suponen ningún obstáculo para la tecnología inalámbrica Bluetooth.
- Tampoco es necesario que los dispositivos estén situados en la misma línea de visión, es decir, orientados uno frente a otro, ya que se transmite en todas direcciones.
- La seguridad siempre ha sido una de las prioridades en el desarrollo de la tecnología Bluetooth y continúa siéndolo. La especificación Bluetooth ofrece tres modos de seguridad (Marketing Bluetooth, 2008).

### **2.1.18 Módulos de comunicación Bluetooth HC05 y HC06**

Los módulos de bluetooth HC-05 y HC-06 son muy populares para aplicaciones con microcontroladores PIC y Arduino. Se trata de dispositivos relativamente económicos y que habitualmente se encuentran en un formato que permite insertarlos en un *protoboard* y cablearlo directamente a cualquier microcontrolador, incluso sin realizar soldaduras.

#### **2.1.18.1 Módulo Bluetooth HC-05**

Módulo Bluetooth esclavo/maestro. Este módulo Bluetooth nos permite realizar un enlace inalámbrico entre la PC y nuestro proyecto, con la facilidad de operación de un puerto serial. La transmisión se realiza totalmente en forma transparente, por lo que se conecta en forma directa a los pines seriales de nuestro microcontrolador preferido (respetando los niveles de tensión, ya que el módulo se alimenta con 3.3V). Todos los parámetros del módulo se configuran con comandos AT. Este módulo es el complemento ideal para nuestros proyectos de robótica, domótica y control remoto con Arduino, PIC, STM32, etc. Se incluye la placa de adaptación DIP, para acceder de forma más sencilla a los pines del módulo. La placa también incluye un regulador de 3.3V, lo que permite alimentar el conjunto con una tensión continua en el rango 3.6V - 6V.

- Voltaje de Operación: +3.6VDC - 6VDC
- Consumo Corriente: 50mA
- Interface: Serial TTL
- Protocolo Bluetooth: Bluetooth Specification v2.0+EDR
- Frecuencia: Banda ISM 2.4GHz

- Modulación: GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potencia de transmisión: =4dBm, Class 2
- Sensibilidad: =-84dBm a 0.1% BER
- Velocidad: 1Mbps
- Seguridad: Autenticación y encriptación
- Perfil: Bluetooth serial port
- Temperatura de trabajo: -20C a +75C
- Reemplaza un enlace serial cableado por un enlace inalámbrico en forma transparente
- Posee el perfil bluetooth "Wireless Serial Port"
- Se puede configurar como Master o Slave
- Ideal para controlar nuestro proyecto Arduino, PIC, Atmel, etc. en forma inalámbrica con nuestra PC (Naylamp Mechatronics).



**Ilustración 9: Módulo Bluetooth HC-05**

Fuente:<http://www.naylampmechatronics.com/inalambrico/43-modulo-bluetooth-hc05.html>

### 2.1.18.2 Módulo Bluetooth HC-06

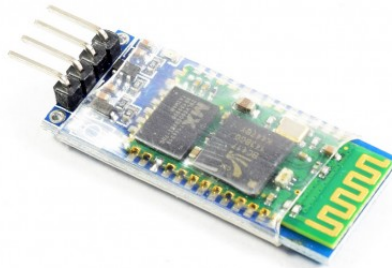
Módulo Bluetooth esclavo. Este módulo te permite agregar conectividad inalámbrica a través de una interfaz serial TTL entre Microcontroladores (PIC, Arduino) y otros dispositivos como PC, laptops o tu Smartphone. El módulo Bluetooth HC-06 viene configurado de fábrica para trabajar como esclavo, es decir, preparado para escuchar peticiones de conexión.

- Voltaje de Operación: 3.3V / 5V.
- Corriente de Operación: < 40 mA
- Corriente modo sleep: < 1mA
- Chip: BC417143
- Alcance 10 metros
- Velocidad de transmisión: 1200bps hasta 1.3Mbps
- Baudrate por defecto: 9600,8,1,n.
- Bluetooth: V2.0+EDR
- Longitud de cable: 21.5cm
- Frecuencia: Banda ISM de 2,4 GHz
- Modulación: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potencia de emisión: 4 dBm, clase 2
- Sensibilidad: -84dBm a 0.1% VER
- Velocidad asíncrona: 2.1Mbps (máx.) / 160 kbps.
- Velocidad síncronos: 1Mbps/1Mbps
- Seguridad: Autenticación y encriptación

- Interfaz: Bluetooth - Puerto serie UART TTL

El estándar Bluetooth está basado en un modo operacional maestro/esclavo.

- Slave: funciona sólo como esclavo en la comunicación, es decir, espera a que el maestro le dé una orden.
- Host: funciona sólo como anfitrión (maestro) de la comunicación, es decir, escoge con qué esclavo comunicarse.
- Host/Slave: puede funcionar como ambos, es configurable a través comandos AT. El módulo Bluetooth HC-06 viene configurado de fábrica para trabajar como Slave.
- Baudrate: 9600, N, 8,1.
- Nombre: HC-06 o Linvor.
- Código Pin: 1234. (Naylamp Mechatronics)



**Ilustración 10: Módulo Bluetooth HC-06**

**Fuente:** [http://www.naylampmechatronics.com/inalambrico/24-hc06-modulo-bluetooth.html?search\\_query=inalambrico&results=16](http://www.naylampmechatronics.com/inalambrico/24-hc06-modulo-bluetooth.html?search_query=inalambrico&results=16)

## **2.2 Marco de la gestión de proyectos**

En este sistema a implementar, se trabajará con distintos artefactos donde todos deberán ser adaptados para un mismo fin en específico, se enlazarán todo a los sistemas o placas Arduino, allí se observó que son muy abiertas a utilizar; dentro de este aparato hay entradas y salidas que se podrán adaptar dependiendo de cada finalidad de los elementos antes citados, donde por medio del software de este microcontrolador se asignarán tareas, ya sea de lectura o de acción que deberán realizar estos sensores o actuadores.

El lenguaje de programación tiene incluidas partes necesarias, librerías, funciones o declaraciones adicionales y otra gran gama de instrucciones y programación. Las funciones “void setup” y “void loop” son las que siempre deberán de estar en todo programa, donde la primera se encarga de configuración, definir variables, y esta se realiza una vez por ejecutado el programa; la segunda mencionada es la que propiciará lo que va a estar ejecutando nuestro programa una y otra vez en forma de ciclo.

Dicha placa Arduino es muy cómoda de utilizar y de manipular, ya que su forma de uso es muy accesible, esta se utiliza y se carga mediante una entrada a la PC que servirá tanto de fuente poder, como además, es por este medio donde se le subirá la programación realizada en el software ubicado en el ordenador.

## **2.3 Marco conceptual referente al impacto de un proyecto**

El prototipo en cuestión fue inspirado para combatir o dar una herramienta al usuario o chofer de un vehículo, este por motivos ya redactados puede sufrir de

cansancio, el cual le puede causar sueño y llevarlo a quedarse dormido al momento de conducir.

Este sistema sirve para detectar mediante ciertos sensores las reacciones propias o poco comunes del conductor al momento de manejar en una situación de sueño. De esta forma, mandar mensajes o pulsos que le permitan al diseño actuar, con el fin de despertar o advertirle al usuario de que está en peligro, y así poder evitar accidentes por esta causa.

## **2.4 Antecedentes de teorías o proyectos**

El desarrollo de nuevos sistemas electrónicos en la industria automotriz ha abierto las puertas a grandes inventos que ayuden al confort o necesidades de los ocupantes de este, por lo que el aprovechamiento de nuevas tecnologías y mejoras a algunos ya existentes, brinda la oportunidad a los usuarios de escoger ciertas tecnologías que se adecuen a sus gustos, pretensiones o requerimientos.

Desde años atrás se le ha venido dando espacio al uso o empleo de sensores para distintos fines, como se cita en el documento “Los sensores en el automóvil” (2002) de la empresa de apellido BOSCH:

*Los automóviles que corresponden al estado actual de la técnica poseen un sinnúmero de sensores. Como “órganos de percepción” de un vehículo, los sensores convierten magnitudes variables de entrada en magnitudes en señales eléctricas que precisan las unidades de control de sistemas de los sistemas de gestión del motor, de seguridad y de confort para la realización de funciones de mando y de regulación (P.4).*

Según la Fundación Comisariado Europeo del Automóvil (fundación CEA en 2015) habla acerca de *“utilizar sensores instalados en el volante del coche para aprender sobre nuestro manejo del volante en condiciones normales, y así detectar cuando no lo hacemos de igual forma”* (P.42).

Otro sistema con finalidad similar a la propuesta por este proyecto, sería de la forma en que hace referencia Fundación CEA (2015) en donde especifica uso de dispositivos de detección de cara como se describe a continuación:

*Las cámaras de reconocimiento facial: El funcionamiento se fundamenta en el uso de una cámara, que se coloca sobre el volante, y un sistema de reconocimiento facial. La electrónica de nuestro vehículo puede conocer con precisión si sufrimos cansancio, fatiga, sueño o incluso falta de concentración, y tomar medidas al respecto para evitar un posible accidente* (P.42, 43).



## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

## **3.1 Tipo de investigación**

### **3.1.1 Finalidad aplicada**

Este tipo de investigación tiene una finalidad aplicada, ya que como se ha mencionado, está desarrollado o enfocado a una aplicación práctica de un tema específico, y no a su conocimiento teórico, a la vez en este documento ha sido tomada en cuenta como una parte en estudio, de lo que es hacer o buscar la aplicación o utilización de los conocimientos que han sido adquiridos durante la carrera profesional del autor.

### **3.1.2 Dimensión temporal transversal**

La documentación es temporal-transversal porque se parte de una idea y se prolonga hasta la culminación del prototipo sin retroceder o devolverse en el tiempo, además se pretende analizar cuál es el nivel o relación entre un grupo de variables o sectores en específico, en el caso de este proyecto serán los conductores, a esta población de edades diferentes se les evaluarán ciertas características, variables o indicadores en un momento y tiempo determinado.

### **3.1.3 Marco macro**

Es aquel espacio donde se habla en una forma más generalizada del problema al cual va enfocado el proyecto, para poder aportar o ampliar la teoría de la problemática tratada, en donde en este caso se hará con propósito de abordar el estado de la estructura social en el campo de la conducción, siendo este dirigido a toda la población capaz de manejar este medio; tanto como a ciertos aspectos de la sociedad y de sus culturas a la hora de hacer esta actividad.

### **3.1.4 Naturaleza mixta (cualitativo-cuantitativa)**

#### **3.1.4.1 Cualitativo**

Es una investigación cualitativa en cuanto a que habla y trata de patrones corporales y acciones físicas que realizan ciertas partes de un ser humano, así como características referidas a posición, altura, estado de conducción, cansancio y otras de carácter médico, que la hacen una investigación interpretativa.

#### **3.1.4.2 Cuantitativo**

En este caso aborda este tipo de naturaleza al ser un proyecto donde abarca varias funciones y patrones que pueden ser contados, desde una encuesta o entrevista, en la cual se dará una medición sistemática y estadística, así como en un plano de recolección de datos ya propias del sistema electrónico, donde por ciertos valores numéricos se medirán patrones corporales resultantes.

#### **3.1.5 Carácter proyecto**

El carácter de esta investigación es un proyecto, por lo cual es una planificación que lleva consigo actividades, herramientas, técnicas y demás, que se unirán, logrando ser previstas para un mismo fin, estas se encuentran interrelacionadas y coordinadas entre sí, llegando a su correcta realización con conocimientos y habilidades en un lapso de tiempo. Culmina con el diseño de un prototipo con finalidad social.

## **3.2 Diseño metodológico**

### **3.2.1 Metodología para la propuesta de mejora, construcción e implementación de un nuevo proceso, producto o servicio.**

En esta sección se hablará de las variables a utilizar o analizar en dicho proyecto, como lo son tanto elementos fisiológicos, como electrónicos, se realizará un inventario de partes (parte, marca, serie, estado, cantidad) y demás para saber con qué se cuenta a la hora de diseñar.

A la vez se explicarán actividades que se van a realizar para la elaboración de el mismo (levantamientos de datos, observaciones, preguntas a profesionales) y se utilizarán herramientas tanto para los factores fisiológicos (revisión bibliográfica, entrevistas, encuestas, tablas comparativas), como para los electrónicos, donde se utilizarán herramientas de laboratorio o de manipulación (tester, osciloscopio, hojas de datos y demás).

### **3.2.2 Metodología para la implementación del proyecto**

La metodología aplicable para la implementación de este proyecto va claramente enfocada a elaborar propuestas de diseño, hacer pruebas controladas del sistema en general en un campo tranquilo y adecuado. Así como realizar pruebas tanto de software para ver que vaya a funcionar a la hora de trabajar con el actuador, como pruebas de hardware donde sería todo lo que se puede constatar a simple vista, los cuales son los elementos físicos del prototipo.

### **3.2.3 Metodología de evaluación de impacto**

En este apartado se hará un análisis para, en etapas siguientes, evaluar este sistema en factores de costo monetario a la hora de su implementación o adquisición, contra lo que es su fin, o sea el beneficio o herramienta que se está poniendo a disposición de los conductores al momento de su creación.

## **CAPÍTULO IV. DIAGNÓSTICO**

## **4.1 Descripción de la situación actual**

La población mundial siempre ha venido en crecimiento y con esto también ha dado espacio a que más personas tengan que trasladarse hacia diferentes actividades, es por esta razón que la cantidad de vehículos y personas a lo largo del camino ha tenido un gran incremento, lo que ha dado cabida a más atrasos, estrés y cansancio a la hora de estar al volante; en la actualidad, los usuarios después de largas jornadas de trabajo o bajo la oscuridad de la noche les provoca somnolencia y muchas veces conlleva a accidentes en carretera.

La principal ayuda que tienen estos, son las luces y demarcación que guían el camino y lo hacen concentrarse en la vía, además de ciertos “pitazos” que le pueden dar otros choferes que se topan en carretera al ver que estos individuos están por perder el control.

Este tipo de accidentes genera mucha atención y sorpresa, ya que la persona anda en un estado “normal”, o sea que no va bajo los efectos del alcohol, algún narcótico prohibido o alguna otra sustancia que le pudiese llegar a causar el sueño, y así dormirse en cualquier momento como una función vital del cuerpo.

## **4.2 Recolección de datos**

Para este proceso de recolectar información, se realizó una entrevista semiestructurada a profesionales de la carretera, como lo son los supervisores e inspectores de tránsito donde se les consultó en general sobre el número aproximado de personas accidentadas por este caso y cuál es la ruta o desvío que ellos toman a la hora de provocar el accidente, así mismo a un psicólogo sobre el

estado actual que viven las personas para llegar a esta situación y si se cuenta con equipo o prácticas para solventarlo.

A continuación, se presentan ciertas preguntas que fueron hechas, tanto al profesional de carretera, como al psicólogo:

1. ¿Cuántos conductores en promedio se tienen reportados a la semana en diferentes centros médicos?
2. ¿Con qué herramientas cuenta su departamento para ayudar o descifrar que el conductor murió por esta causa?
3. ¿Existe algún tipo de alerta o supervisión remota por parte de ustedes si detectan algún carro en movimiento sospechoso?
4. ¿Cree usted que ese factor se debe a largas jornadas de trabajo?
5. ¿Un conductor no muy concentrado en lo que está realizando puede distraerse más fácilmente y terminar durmiéndose?
6. ¿Qué otros factores adicionales, puede usted agregar con respecto a esta función natural del cuerpo?

Adicional a las respuestas de esta entrevista se conversó abiertamente y el oficial indicó ciertos factores extras que derivan en accidentes similares en cuanto a consecuencia, a los causados por somnolencia.

Entre los datos obtenidos se pudo rescatar y que el psicólogo aconsejara que para observar el cambio de sentido de estar despierto a estar dormido mencionó que un buen punto de medida es el dedo índice donde es tomado el pulso cardíaco.



Dentro de lo cuestionado a estos profesionales, se les consultó si conocían algún tipo de mecanismo similar al planteado y accedieron a denotar mucho interés en este, ya que saben que existen equipos parecidos, pero son de difícil alcance tanto económico como tecnológico ya que aquí no existe ese tipo de sistemas y habría que importarlo.

### **4.3 Diagnóstico**

Luego de realizada la entrevista y demás datos recolectados, se pudo reiterar y asegurar de la necesidad que hay de crear un sistema para suplir estas necesidades, además de lo difícil que es en la actualidad conseguir o tener acceso a estas tecnologías.

Finalmente, se realizan las siguientes actividades para terminar el diagnóstico:

1. Presentar un diagnóstico detallado de la situación actual del problema que justifica y sustenta la solución del mismo.
2. Determinar las variables de entrada o independientes que rigen al problema, situación a mejorar, intereses de la organización, clientes, entre otros.
3. Aplicar el sistema de medición y sus herramientas que identifican y caracterizan el problema.
4. Sistematizar, procesar y analizar los datos, resultado de la aplicación de la medición.

5. Establecer la línea base de los hitos cuantificables del proyecto a gestionarse.
6. Identificar las brechas cuantificables entre los datos que caracterizan la situación o desempeño actual y el deseable.
7. Enlistar y priorizar las causas potenciales del problema.
8. Determinar la causa raíz del problema identificado.
9. Establecer la base orientadora de la solución del problema con el respaldo de los datos e información procesada en el diagnóstico.

## **CAPÍTULO V. PROPUESTA**

En esta sección se irá detallando el sistema creado para la puesta en marcha de la solución al problema mencionado, el cual iniciará con la parte electrónica física y herramientas a utilizar para la confección del prototipo, en donde se detallará y se dará razón del por qué fueron seleccionados dichos componentes, se analizará la función de cada uno y la función propia que realizará en este prototipo para alcanzar la solución propuesta.

Luego de detallar lo más posible la parte del hardware, seguirá lo relacionado al software que es el aspecto virtual y de programación que tendrán cada uno de los Arduino con vistas al proceso final y tarea que cada uno de los componentes desempeñará.

Al tener un resultado provechoso al final de este proyecto, se confeccionará un manual de usuario para que el usuario pueda tener las instrucciones detalladas del uso de este sistema.

## **5.1 Hardware**

El contenido de esta sección irá enfocado a la explicación de cada uno de los circuitos que integran nuestros módulos y por esto se hará un paso a paso donde de ser pertinente se explicarán individualmente y al final se hablará de un todo, el cual constituirá en la interacción final entre ellos.

### **5.1.1 Hardware (circuito) localizado y controlado por Arduino Nano**

Como parte del análisis de resultados se pudo constatar que en la actualidad no hay un sistema que interactúe en conjunto con los diferentes

sensores empleados en este sistema y tampoco generan una alarma u otra repuesta como la suministrada en este caso.

En este caso se harán mediciones en el usuario de pulso, el cual será localizado en el dedo índice de la mano izquierda mediante un guante, donde también irá posicionado el sensor de presión, además también se acompañará de un sensor de posición el cual es el acelerómetro que ira colocado cerca de la oreja izquierda del conductor.

Y es en este apartado donde se comenzará a detallar el proceso, el cual puede ser también nombrado como adquisición o recolección de datos, quienes serán los que estén monitoreando continuamente a ver si todo permanece en estado normal.

Los componentes seleccionados para esta toma de datos son:

- Sensor de pulso cardíaco
- Sensor de presión
- Acelerómetro
- Arduino Nano
- Bluetooth HC06
- Regulador de voltaje 7806(Batería para alimentación de 9V)
- Resistencias-Led

El paso siguiente será la explicación de la función que realizaran dichos componentes en el circuito generado para este prototipo.

### 5.1.2 Sensor de pulso cardíaco

Este sensor irá conectado a la entrada analógica A0 del Arduino, ya que él proporciona valores de este tipo, y será el pin de datos; la conexión para su respectiva alimentación se hará colocando la terminal negativa del sensor hacia la tierra en común de la placa Arduino y su terminal positiva en +5V; este proporcionará información mediante el programa ejecutado, pasará por un algoritmo y se observará su valor en pantalla, ya sea para calibrarlo de mejor manera o dentro del sistema para ver si es oportuno que se ejecute la alarma.

Este sensor irá colocado en el dedo índice del usuario, esto porque es una parte del cuerpo donde se mide correctamente lo que se ha buscado sensor.

A la vez la conexión física del sensor de pulso, con su microcontrolador Arduino es de esta manera:



Ilustración 11: Conexión Sensor de Pulso en Nano

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.3 Sensor de presión

Este sensor será colocado en un guante propio que irá en la palma de la mano del usuario, la función de este será que en el momento de sentir poca presión mediante un transductor resistivo que determinará junto con los demás sensores, si entra en funcionamiento la alarma.

El sensor de presión irá conectado al pin analógico A4 que se encargará de recibir los datos adquiridos, a su vez va cableado su terminal al puerto D6 y este indicará si el sensor se desconecta, además de su terminal de voltaje Vcc y de su Ground.

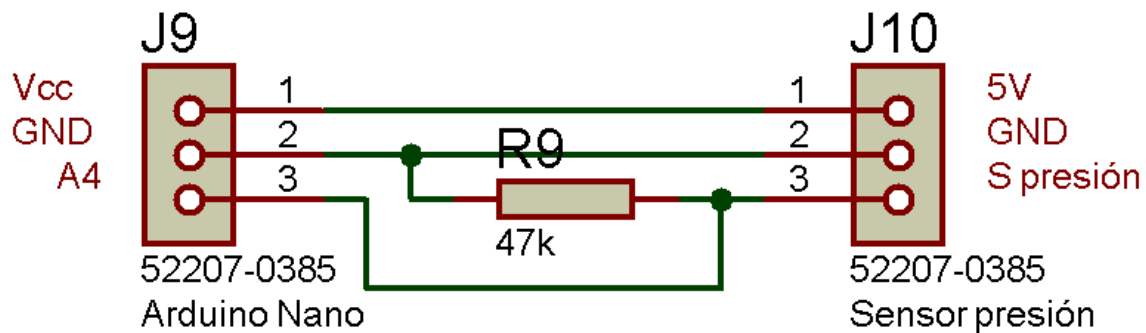


Ilustración 12: Conexión Sensor de Presión en Nano

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.4 Acelerómetro

Este tendrá como función medir continuamente, estar atento en cuanto a la posición del individuo desde la zona superior (cercano a su oreja), y cuando haga un movimiento similar al de estar a punto de dormirse donde se deja caer la cabeza, indicarle al Arduino nano y este realizar el procedimiento pertinente para

que este cumpla con su tarea de aviso y posterior ejecución de otros elementos del sistema.

Con respecto a su conexión, se realizará llevando su terminal VCC al sitio del Arduino +3.3V, su terminal de tierra a Ground y en cuanto a sus tres ejes de posición X, Y, Z; el primero irá a la patilla A1, el segundo al terminal A2 y el último “z” a la conexión A3 del Arduino Nano.

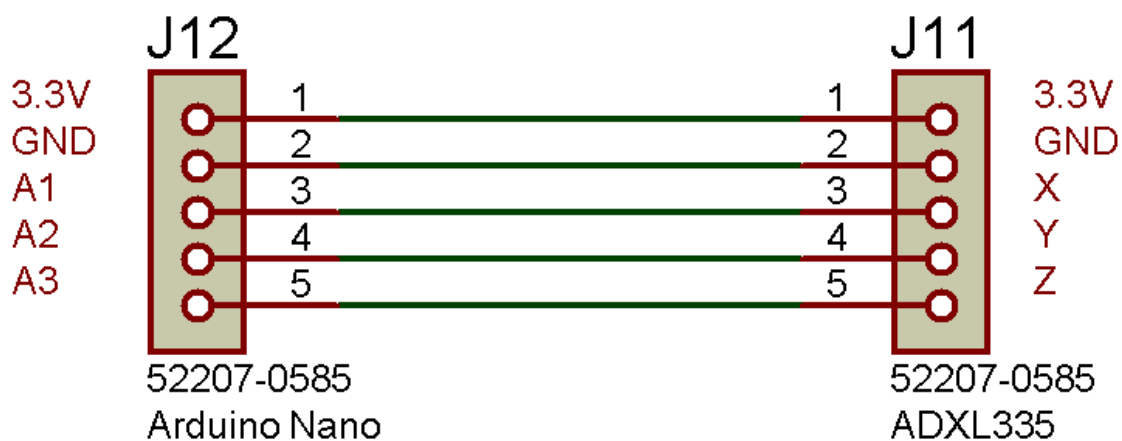


Ilustración 13: Conexión Sensor de Posición (acelerómetro) en Nano

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.5 Arduino Nano

Es el encargado de recibir, manejar, actuar cuando se necesite ante eventos dados, ya que en él van conectados los sensores y demás componentes utilizados para la obtención de datos necesarios. Este será la placa controladora de todos los elementos detallados, como la batería, regulador de voltaje, acelerómetro, Bluetooth, led, sensor de pulso cardíaco y sensor de presión.

Se seleccionó este debido a que su tamaño es muy accesible para la aplicación desarrollada, además también se utilizará como medio para transmitir los



datos vía inalámbrica por medio de un módulo Bluetooth que se conectará y enviará datos a su respectivo esclavo para que este actúe de así ser necesario.

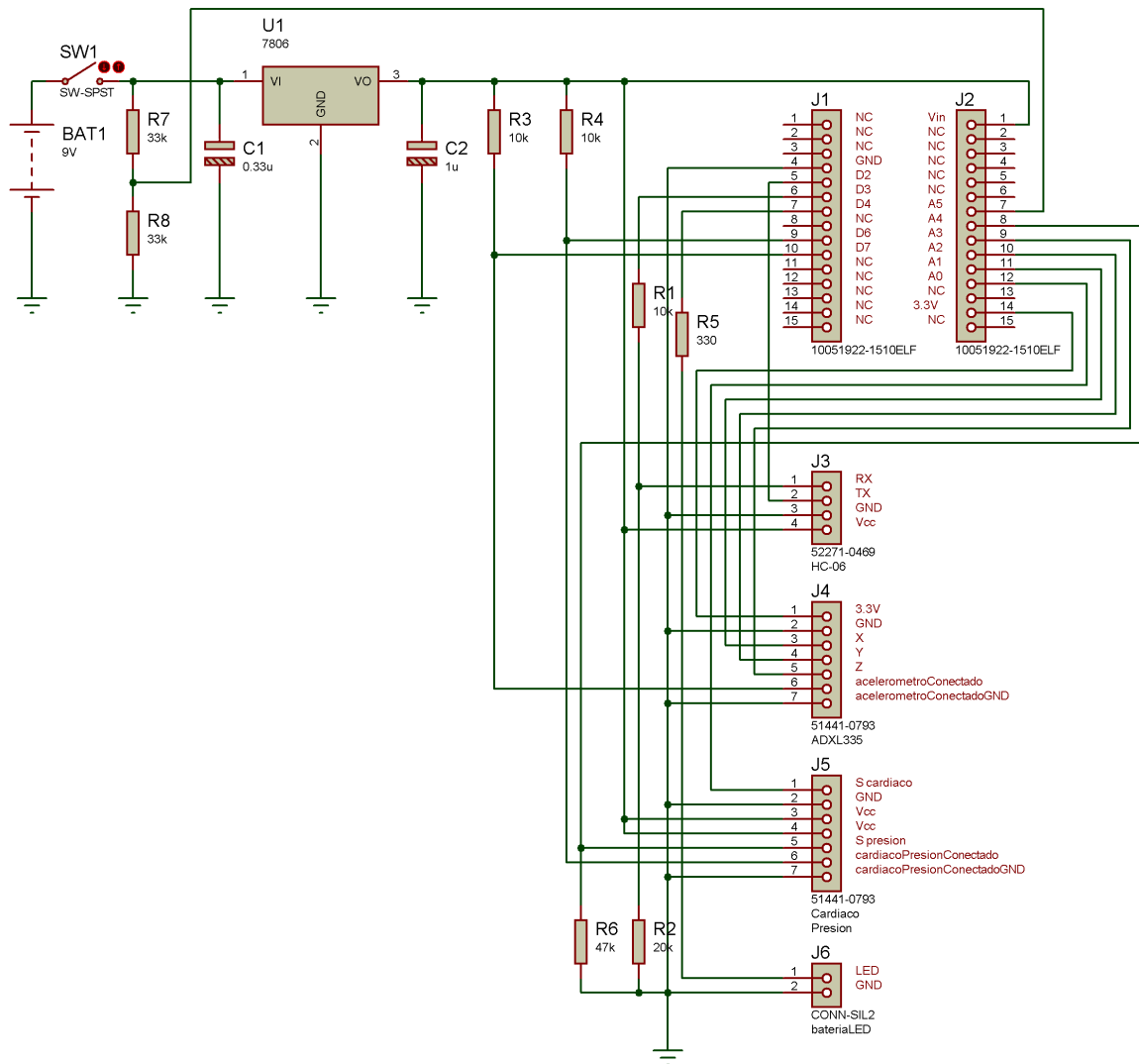


Ilustración 14: Conexión Completa Arduino Nano

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.6 Bluetooth HC-06

Para obtener una pronta comunicación entre todos los elementos del sistema, tanto sensores, batería y demás componentes, se escogió este para

transmisión de datos hacia otro Arduino, y se encargará de enviar lo recolectado, ahí el otro Arduino donde le llegan estos datos, verá si es necesario tomar alguna decisión o cambio de estado.

Este será alimentado por la placa Arduino, el mismo cuenta con 4 pines, uno titulado como Vcc que irá a la salida 5V del Arduino, su GND que irá a su respectiva Ground del circuito, sus pines de trasmisión TX que irá al pin D2 y su terminal de recepción RX se conectará al pin D3, este último, mediante un divisor de tensión para no conectarlos directos al microcontrolador, esto porque los pines de transmisión y recepción trabajan a niveles de 3,3V, razón por la que es estrictamente necesario implementar una interfaz para evitar que los 5V del Arduino Nano dañen al módulo.

Para conseguir esta reducción con el divisor de voltaje, se dispone de la siguiente ecuación, con resistencias de 10k Y 20k.

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b}$$

**Ecuación 1: Cálculo Divisor de Tensión**

Donde:

- Vout: voltaje de salida que corresponde a una proporción dictaminada por los valores de resistencia de dos resistores implicados.
- Vin: voltaje de entrada que alimenta ambos resistores.
- Ra: resistor que se encuentra entre la Vin y Vout.

- Rb: resistor en el que caerá la tensión correspondiente a Vout.

Solución:

$$V_{out} = 5V \cdot \frac{20k\Omega}{10k\Omega + 20k\Omega} = 3,3V$$

Este sería el cálculo necesario para que el pin RX del Bluetooth reciba un voltaje de 3.3V por acción de estas resistencias y no así los 5V que entrega el pin TX del Arduino.

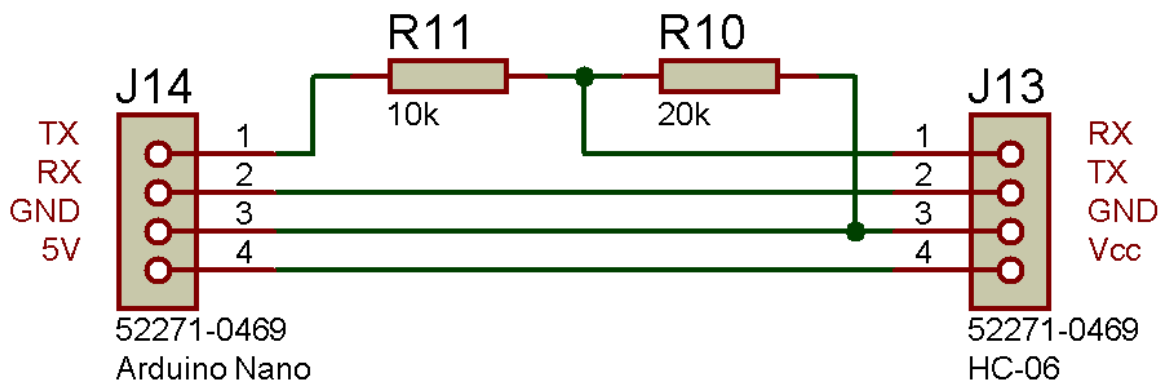


Ilustración 15: Conexión Módulo HC-06 en Nano

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.7 Regulador de voltaje 7806

Este punto va directamente relacionado con lo que es toda la alimentación de la circuitería, se parte del hecho de que el Arduino ocupa mínimo 5V para su funcionamiento, y además logra hacerlo lo más portátil posible, se dispuso

usar una batería “cuadrada” de 9V que son poco costosas, sencillas de reemplazar y de encontrar en el mercado.

Este regulador a su vez también lleva colocados unos capacitores para su funcionamiento, esto por recomendación del fabricante, para eliminar ciertos ruidos y picos que puedan afectar ciertos valores a medir.

Y es allí donde empieza a tomar protagonismo dicho regulador de voltaje, ya que será este quien se encargue de recibir los 9V proporcionados por la batería y convertirlo o como su nombre lo dice, “regular” dicha tensión a una más adecuada para el funcionamiento del Arduino como lo es en este caso a 6V teóricos.

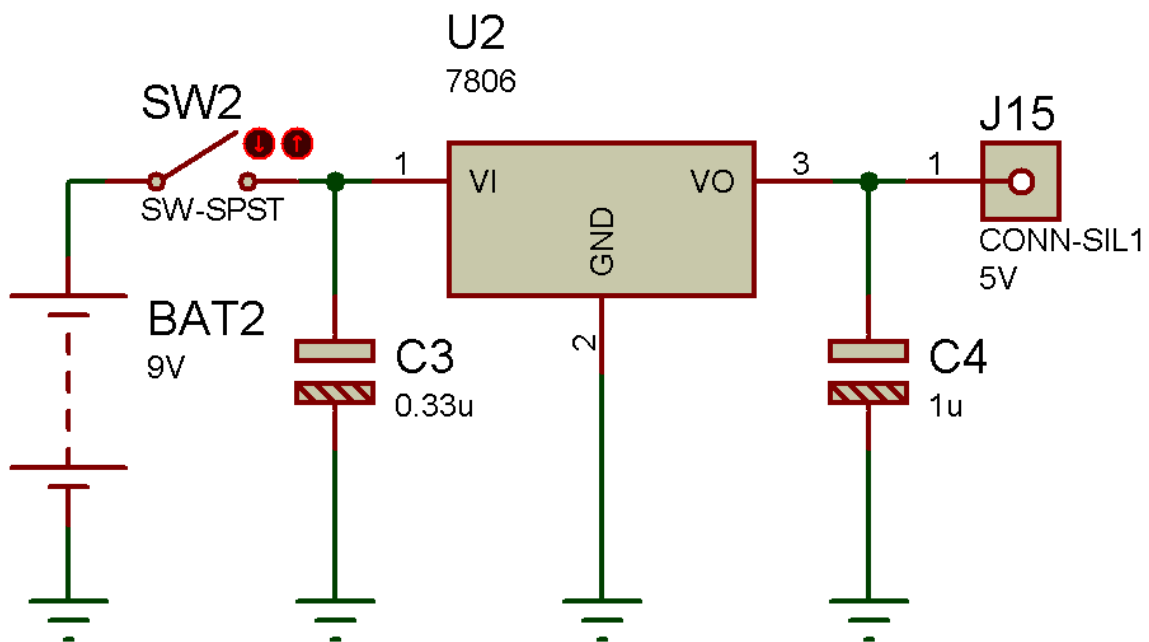


Ilustración 16: Conexión Regulador de Tensión en Nano

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.8 Resistencias- Led

Las resistencias son en gran medida empleadas para mantener, proteger o disminuir ciertos valores de entradas a componentes.

Los leds son los más oportunos y fáciles de interpretar, ya que están destinados a indicar cuando algo cambia de estado o se encuentra normal; en dicho caso, el usuario debe saber cuándo será normal que encienda o apague y al realizar alguna de estas funciones entender el porqué de su cambio.

En este prototipo se empleó un led rojo para indicar el momento en que la batería se está quedando sin carga, para esto el led ocupa cierta corriente proporcionada desde el Arduino y para que este no se demande más corriente de la que soporta, esta será medible como se muestra a continuación.

$$I_{LED} = \frac{V_{in} - V_{LED}}{R}$$

**Ecuación 2: Cálculo de Corriente para el LED**

Donde:

- $I_{LED}$ : corriente que atraviesa el LED
- $V_{in}$ : voltaje que alimenta tanto al LED como a la resistencia.
- $V_{LED}$ : voltaje que cae en el LED cuando está encendido.
- $R$ : resistencia en serie con el LED.

Solución:

$$I_{LEDTx} = \frac{5V - 1,8V}{470\Omega} = 6,8mA$$

En este caso el led empleado es de color rojo, y el voltaje para su óptima operación es 1.8V.

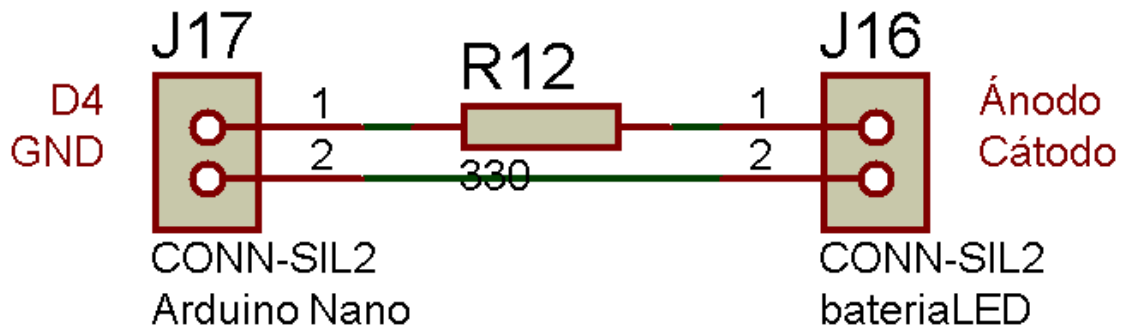


Ilustración 17: Conexión LED en Nano

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.9 Hardware (circuito) localizado y controlado por Arduino Uno

A continuación, se desglosarán los componentes y circuitería del Arduino que recibe, interpreta y actúa ante los datos transmitidos de forma inalámbrica por parte del Arduino Nano y componentes antes detallados.

- Arduino Uno
- Bluetooth HC-05
- Pantalla LCD
- Bocina
- Potenciómetros
- Resistencias-Led

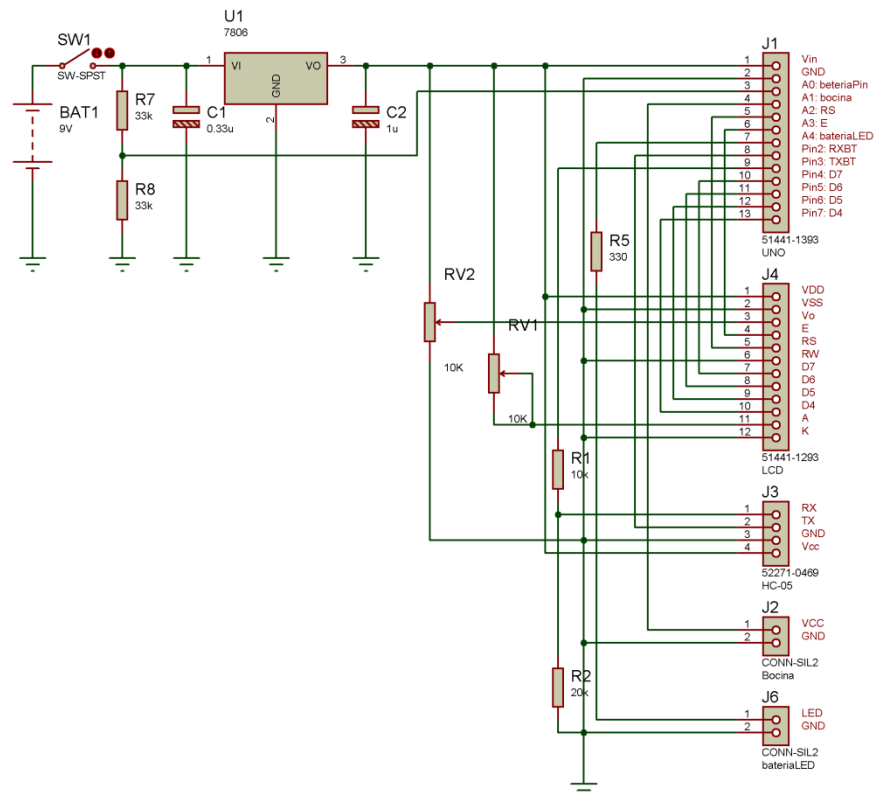
- Regulador de Voltaje 7806(Módulo de baterías de 9V.)

### 5.1.10 Arduino Uno

Se tomó en cuenta este ya que su tamaño sigue siendo pequeño y cómodo de transportar, además de los más importante que es que cuenta con la cantidad necesaria de pines analógicos y digitales necesarios en este sistema.

Dicho componente es el más importante de este apartado, ya que es quien controla todos los elementos de esta parte del dispositivo.

Se encargará de recibir los datos enviados vía Bluetooth, analizarlos y actuar, si así es necesario mediante la alarma o bocina adherida la cual se activará de ser necesario.



**Ilustración 18: Conexión Completa de Arduino Uno****Fuente: Elaborada por el Autor****5.1.11 Bluetooth HC-05**

Este es el encargado de recibir vía inalámbrica los datos generados por el Arduino nano y que son enviados por el bluetooth HC-06 que posee.

Este irá conectado a la alimentación VCC, a su drenaje GROUND y los pines TX del módulo a RX de Arduino y el RX del bluetooth a TX, este último conectado mediante un divisor de tensión, hacia el microcontrolador. Este, al igual que el HC-06, trabaja a 3.3V y mediante el divisor de tensión se buscará que mediante estas resistencias y los 5V que son el voltaje de entrada a las resistencias, pasen a ser los 3,3V de salida para la operación y cuidado de este módulo.

$$V_{\text{out}} = 5V \cdot \frac{20k\Omega}{10k\Omega + 20k\Omega} = 3,3V$$



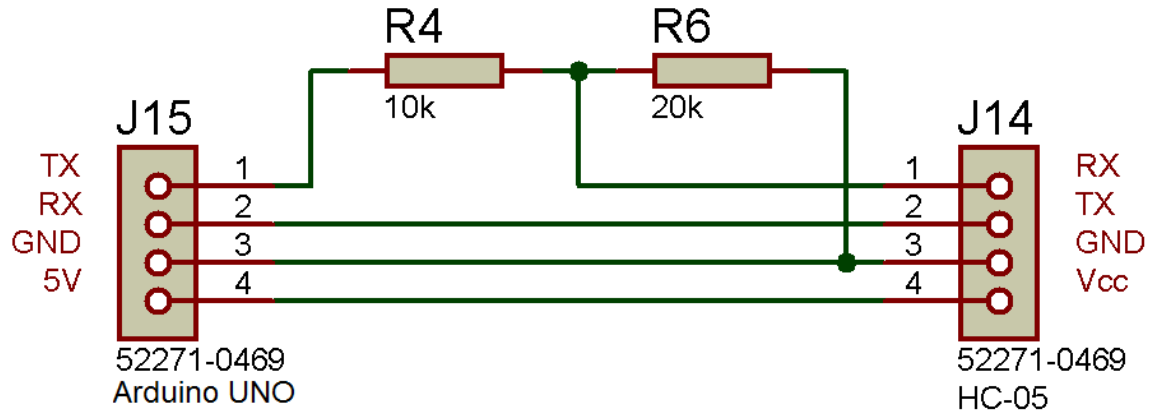


Ilustración 19: Conexión Módulo HC-05 en Uno

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.12 Pantalla LCD

Instaurada en este caso, para que sea la encargada de indicar algunos factores en forma escrita y así que el usuario se informe de ciertos acontecimientos que sucedan, esta pantalla irá colocada en sus terminales VDD a la alimentación del circuito (VCC). VSS a ground del Arduino, Vo irá en dirección a un potenciómetro instalado para efectos de contraste, RW también a ground, A irá hacia otro de los potenciómetros con el fin de regular la luminosidad, K irá a ground, y los pines E, RS, D7, D6, D5, D4 a los terminales del Arduino: A3, A2, D7, D6, D5, D4 respectivamente.

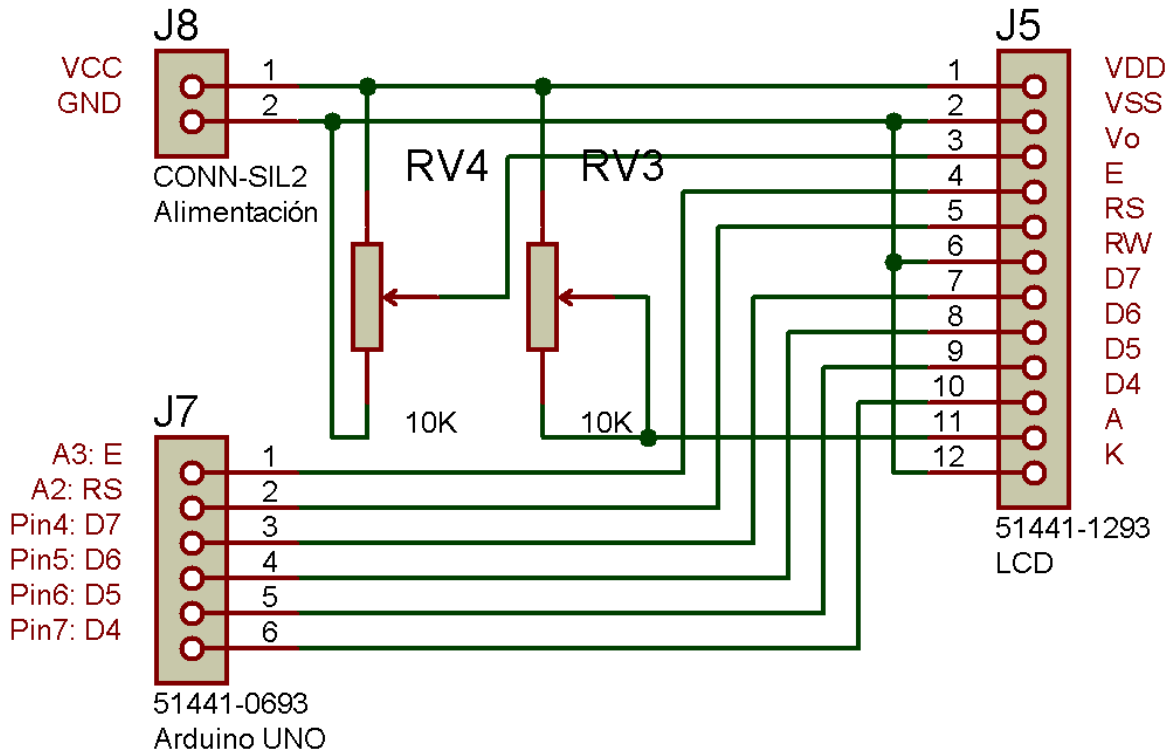


Ilustración 20: Conexión LCD en Uno

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.13 Bocina

Esta juega un papel importante ya que es la encargada de poner en funcionamiento y actuar, cuando el dispositivo que está hecho para este fin se lo indique de forma oportuna, y así emitir un sonido que es capaz de despertar a la persona que en dicho evento se quede dormida.

Este componente tiene dos terminales, uno es el Vcc que en este caso será de datos, conectado a A1 del Arduino y por ende su otro pin negativo ira hacia la tierra en común del circuito controlador.

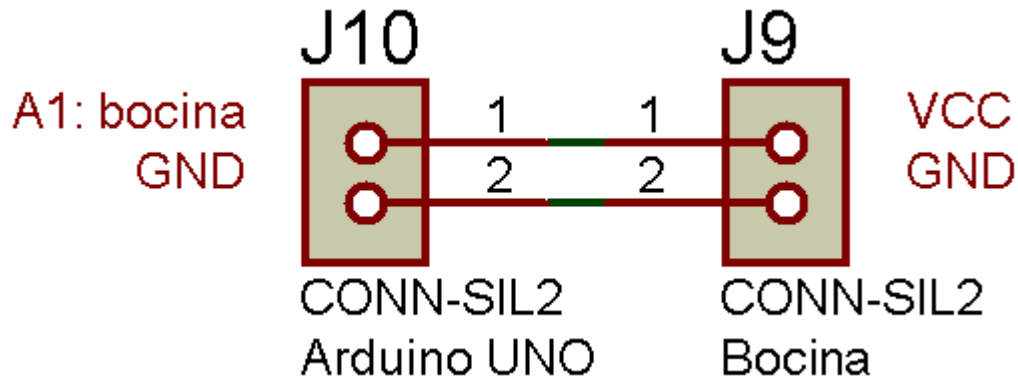


Ilustración 21: Conexión Bocina en Uno

Fuente: Elaborada por el Autor

#### 5.1.14 Potenciómetros

Estos son colocados específicamente para efectos de visualización y van directamente ligados a la LCD, se empleó uno para aumentar o disminuir luminosidad, y el otro será quien suba o baje el contraste en la pantalla.

#### 5.1.15 Resistencias-Led

La colocación, empleo y valores empleados en este caso, se rige bajo la misma fórmula y parámetros que fueron empleados para determinar los valores en el Arduino Nano.

$$I_{LEDTx} = \frac{5V - 1,8V}{470\Omega} = 6,8mA$$

Como se muestra, son los mismos valores, esto quiere decir que el Arduino entrega los mismos valores, se utiliza misma resistencia, y además el led, en este caso, vuelve a ser color rojo (1.8V).

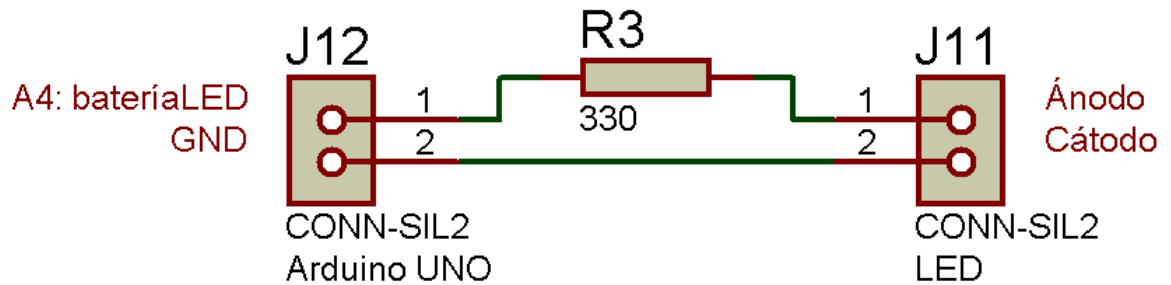


Ilustración 22: Conexión LED en Arduino Uno

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.1.16 Regulador de voltaje 7806

En este caso se utilizó el mismo criterio para colocar el regulador 7806, ya que de igual forma se va a alimentar el circuito por una batería de 9V.

Este punto va directamente relacionado con lo que es toda la alimentación en la circuitería, partiendo del hecho de que el Arduino ocupa mínimo 5v para su funcionamiento, y además logrando hacerlo lo más portátil posible, se dispuso usar una batería “cuadrada” de 9V que son poco costosas, sencillas de reemplazar y de encontrar en el mercado.

Y es allí donde empieza a tomar protagonismo nuestro regulador de voltaje, ya que será este quien se encargue de recibir los 9v proporcionados por la batería y convertirlo o como su nombre lo dice regular dicha tensión a una más adecuada para el funcionamiento del Arduino como lo es en este caso a 6V.

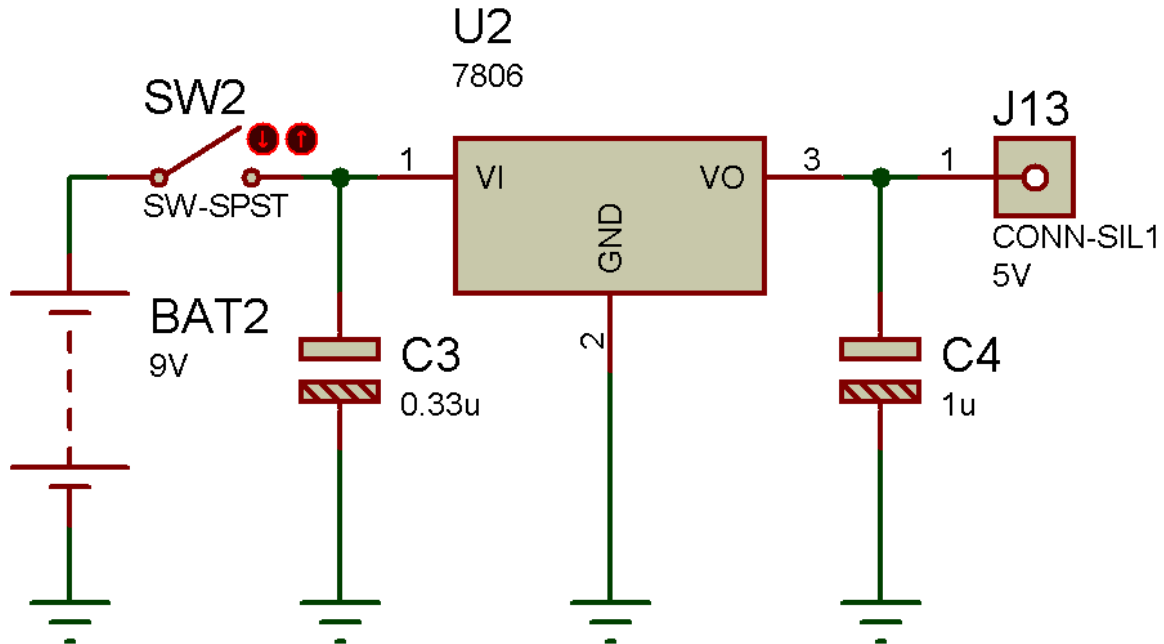


Ilustración 23: Conexión Regulador de Tensión en Arduino Uno

Fuente: Elaborada por el Autor

## 5.2 Explicación de software del prototipo

En este espacio, abordará todo lo relacionado con el diseño y aspectos de programación tanto de los componentes del Arduino Nano, como los del Arduino Uno.

### 5.2.1 Configuración de módulo de Bluetooth HC-06

Con la intención de hacer posible una interconexión efectiva entre los módulos de Bluetooth HC-05 y HC-06, primero se deben configurar apropiadamente utilizando diversos comandos AT. Para ello, fue utilizado el Arduino Nano en cuyos pines D2 y D3 fue conectado primeramente el módulo HC-06, el cual cumplirá el rol de esclavo en la comunicación con el HC-05. Para lograr

configurar el módulo, fue conectado tal como en la Ilustración 10, en la que se aprecia que el pin D2 del Arduino (su Rx) se conecta con el Tx del módulo de Bluetooth, mientras que el Tx del Arduino (D3) fue conectado mediante un divisor de tensión al Rx del HC-06.

Asimismo, el módulo HC05 pines TX del módulo a RX de Arduino y el RX del Bluetooth a TX del Arduino Uno colocado en este sistema.

Fue desarrollado un pequeño programa de Arduino el cual cumplirá la función de leer desde el puerto serial del IDE de Arduino los comandos AT introducidos por el programador, para luego enviárselos al módulo. El diagrama de flujo correspondiente a este programa se encuentra en la Ilustración 24.

1. Test de comunicación: Lo primero es comprobar si nuestro Bluetooth responde a los comandos AT

Enviar: AT

Recibe: OK

Si se recibe como respuesta un OK entonces se puede continuar, sino se deben verificar las conexiones.

2. Para cambiar el nombre de nuestro módulo HC-05 se debe colocar el siguiente código AT.

Envía: AT+NAME=<Nombre> Ejemplo: AT+NAME=Periferico1

Respuesta: OK

3. Si se desea cambiar el pin de seguridad de conexión del dispositivo lo cual se realiza con el siguiente código AT, ya que por defecto viene "1234".

Envía: AT+PSWD=<Pin> Ejemplo: AT+PSWD=2560

Respuesta: OK

4. Para conocer cuál es el pin actual del módulo, solo hay que enviar el siguiente comando: AT+ PSWD?
5. Para realizar la configuración de la velocidad de comunicación que por defecto viene seteada en 9600 baudios, con Stop bit =0 (1 bit de parada), y sin Paridad, para cambiar estos parámetros, se hace uso del siguiente comando AT:

Envía: AT+UART=<Baud> ,< StopBit>,< Parity>

Respuesta: OK

Dónde:

- < Baud > equivale a una velocidad, los valores pueden ser: 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 23400, 460800, 921600 o 1382400.
- < StopBit> es el Bit de parada, puede ser 0 o 1, para 1 bit o 2 bits de parada respectivamente, Para aplicaciones comunes se trabaja con 1 bit por lo que este parámetro normalmente se lo deja en 0.

- < Parity> Es la paridad, puede ser 0 (Sin Paridad), 1 (Paridad impar) o 2 (Paridad par). Para aplicaciones comunes no se usa paridad, por lo que se recomienda dejar este parámetro en 0.
6. Se puede saber cuál es la configuración actual, para eso hay que enviar el siguiente comando: AT+UART?
  7. Ahora se seteará el tipo de configuración Maestro o Esclavo que se usará en el dispositivo, es importante mencionar que por defecto viene configurado en módulo esclavo y para realizar la configuración se usará el siguiente comando AT.

Envía: AT+ROLE=<Role> Ejemplo: AT+ROLE=0

Respuesta: OK

Donde:<Role>

- 0 = Esclavo
  - 1 = Maestro
8. Para saber cuál es la configuración actual, enviar el siguiente comando:  
AT+ ROLE?

Cuando se va a trabajar con el Bluetooth en la configuración Maestro es necesario realizar la siguiente configuración para que el módulo conozca si se va a conectar con un dispositivo en particular o con cualquiera que esté disponible.

Envía: AT+CMODE=<Mode> Ejemplo: AT+CMODE=1

Respuesta: OK



Dónde: < Mode >

- 0 = Conectarse a un dispositivo con la dirección especificada (Se utiliza otro comando AT para especificar esta dirección).
- 1 = conectar el módulo a cualquier dirección disponible (aleatorio).

9. Enviar el siguiente comando para averiguar el modo actual de conexión:

AT+ CMODE?

10. Cuando se asignara un dispositivo fijo de conexión en forma esclavo para el módulo en configuración maestro es necesario realizar el siguiente código AT para dejarlos los módulos registrados.

Envía: AT+BIND=<Address>

Respuesta: OK

Dónde:

< Address > Es la dirección del dispositivo al cual se debe conectar, la dirección se envía de la siguiente forma: 1234,56,ABCDEF la cual equivale a la dirección 12:34:56:AB:CD:EF.

Ejemplo:

Enviar: AT+BIND=E668,46,9277F2

Respuesta: OK

11. Para ver la dirección actual en este parámetro hay que enviar el siguiente comando: AT+ BIND?

Con base en el siguiente diagrama de flujo, se realizó la configuración de los módulos Bluetooth.

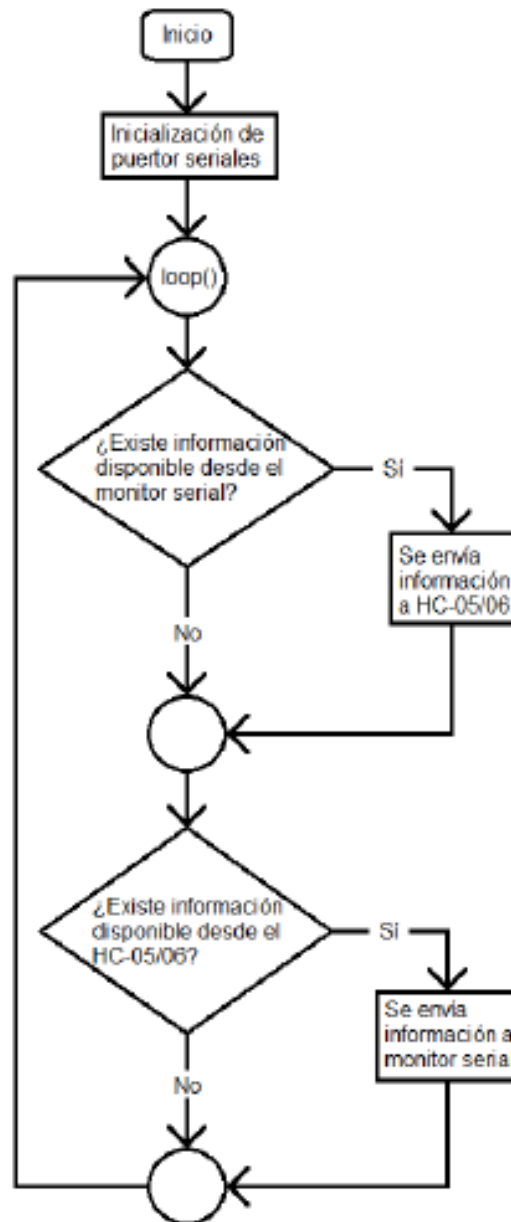


Ilustración 24: Diagrama de Flujo configuración Bluetooth

Fuente: Elaborada por el Autor

Al realizar esta configuración se deja el módulo HC-06 como esclavo y el HC-05 como maestro, ya teniendo esto se posee una pareja de Bluetooth que interaccionarán entre sí, enviando y recibiendo datos asegurando con ello una correcta comunicación entre los módulos del sistema.

### **5.2.2 Diagrama de flujo Arduino Nano**

En las siguientes dos ilustraciones se presentan los diagramas de flujo del programa que contiene el Arduino Nano de este proyecto.

Primeramente, se inicia incluyendo las librerías necesarias, además de declarar los pines y las variables que se van a utilizar. Luego de esto, se inicializan las salidas en los valores correspondientes además de los puertos seriales. Una vez realizado esto, el programa entra en el `loop()` donde ejecuta su ciclo normal. Dentro de esta función, lo primero que hace es leer el voltaje de la batería y determinar si ese valor se encuentra por debajo del valor establecido como referencia, para entonces encender el LED con el que se le notifica al usuario que debe reemplazar la batería.

Seguidamente, se detecta si los cables de los sensores se encuentran conectados. Si se cumple esto, se pregunta si existe información disponible desde el Arduino Uno, caso en el que se procede a leer los sensores y, con las lecturas obtenidas, se construye la trama que será enviada hacia el Arduino Uno. Por el contrario, si algún cable de un sensor se encuentra desconectado, el Arduino Nano lo que enviará será un "NC", que le servirá al otro Arduino para mostrarle al usuario que los sensores se encuentran desconectados.

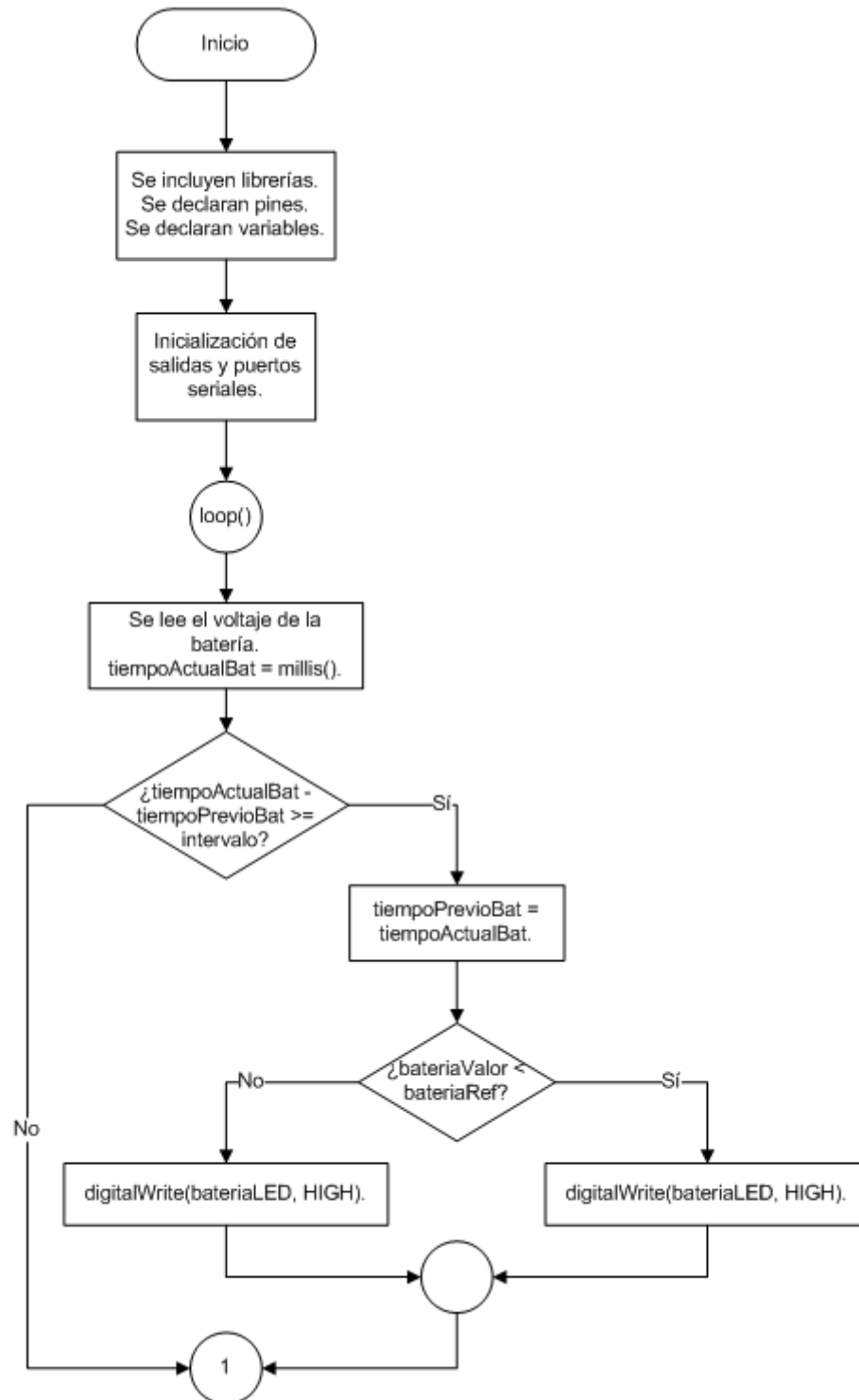


Ilustración 25: Diagrama de Flujo Arduino Nano -1

Fuente: Elaborada por el autor.

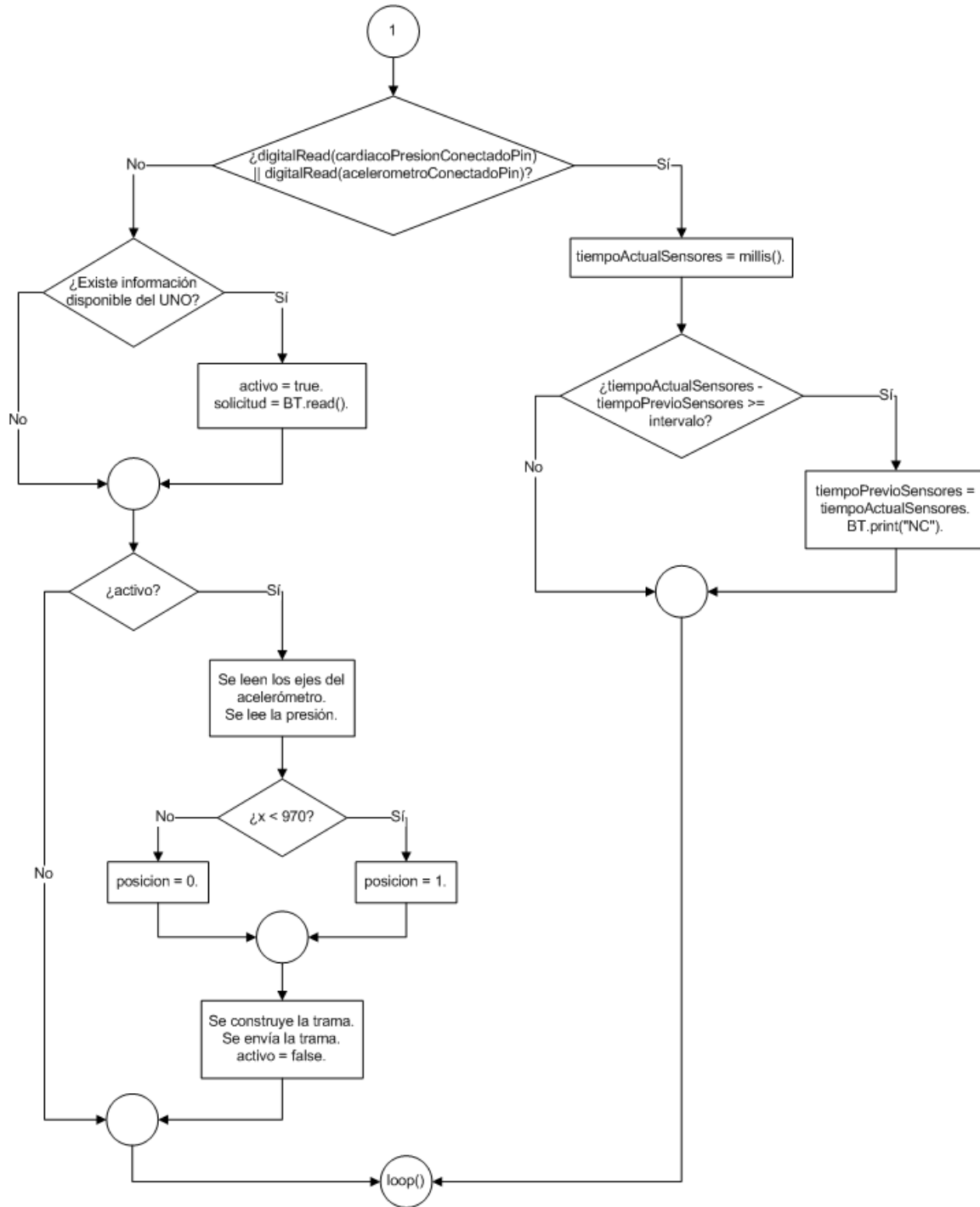


Ilustración 26: Diagrama de Flujo Arduino Nano -2

Fuente: Elaborada por el autor.

### 5.2.3 Diagrama de flujo Arduino Uno

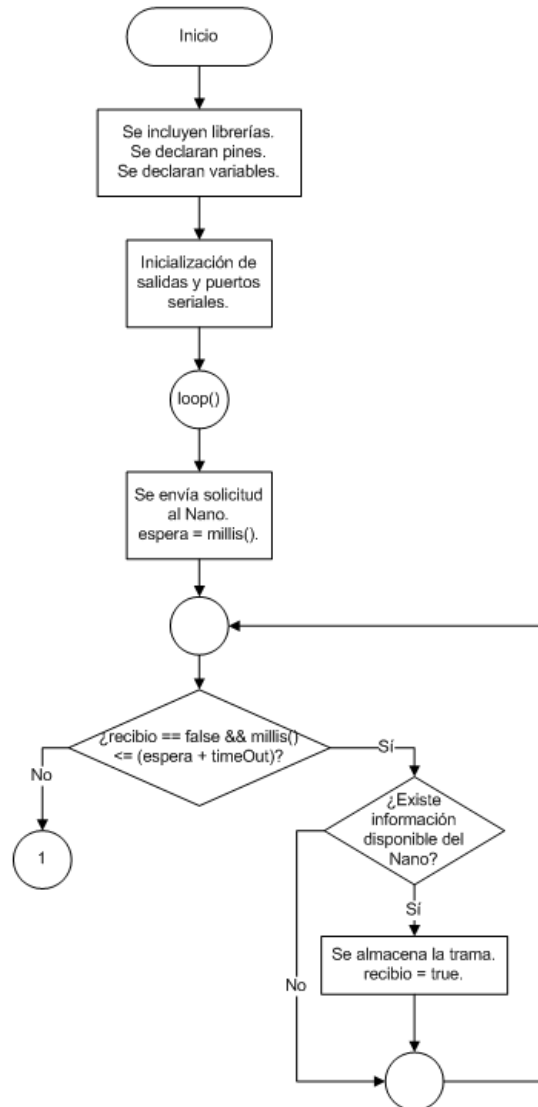
En las siguientes cinco ilustraciones aparecen los diagramas de flujo de la programación del Arduino Uno, el cual es el que funge como interfaz de usuario, donde él puede ver el estado de los sensores.

En primer lugar, se tiene que en el programa se incluyen las librerías, se declaran los pines y las variables, para luego inicializar las salidas y los puertos seriales. Cuando eso termina, se ingresa al bucle el cual envía la solicitud de datos al Arduino Nano y se guarda el tiempo en el que ocurrió ese evento, ya que, si se cumple el timeout establecido de espera por los datos del Arduino Nano, el Uno mostrará que hubo una falla de comunicación. Pero en caso de que efectivamente se reciba la trama del Nano, la misma se almacena y comienza su descomposición para mostrar los datos en la pantalla o tomar las decisiones pertinentes.

Si fue recibida la trama, primero se pregunta si su primer carácter es la 'N', ya que puede que los sensores se encuentren desconectados. Si es un carácter diferente, la trama posee los valores medidos por lo que sigue es guardar cada uno por separado para mostrárselos al usuario mediante la pantalla de LCD.

Luego se realiza la pregunta de si el ritmo cardiaco es mayor a 110 o menor a 60, caso en el cual se procede a activar la alarma. Posteriormente, se determina si la posición de la cabeza es incorrecta para entonces también activar la bocina y de esta forma se concluye el ciclo del loop().

En caso que no se reciba información del Arduino Nano, se lee el voltaje de la batería que se compara contra un valor de referencia, y si la tensión medida es menor a la misma, se encenderá el LED para indicar que es necesario sustituir la batería actual.



**Ilustración 27: Diagrama de Flujo Arduino Uno -1**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

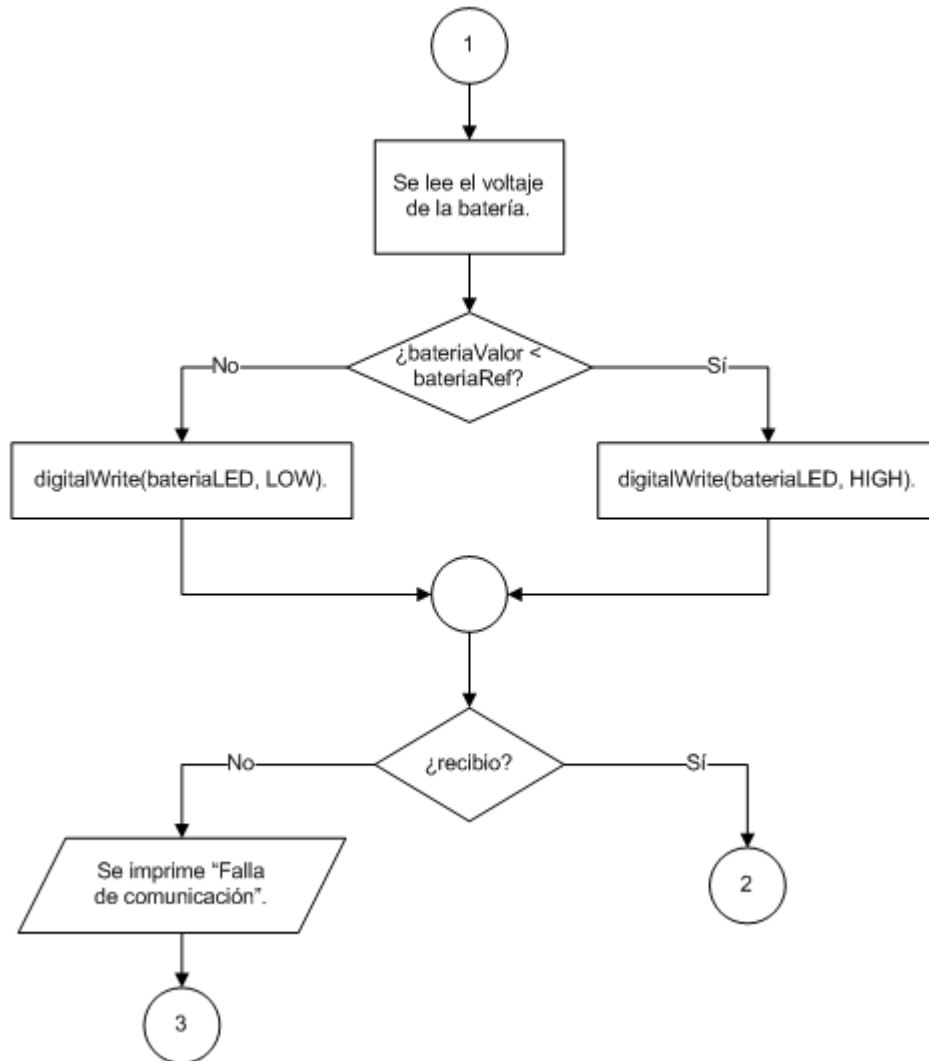


Ilustración 28: Diagrama de Flujo Arduino Uno -2

Fuente: Elaborada por el autor.



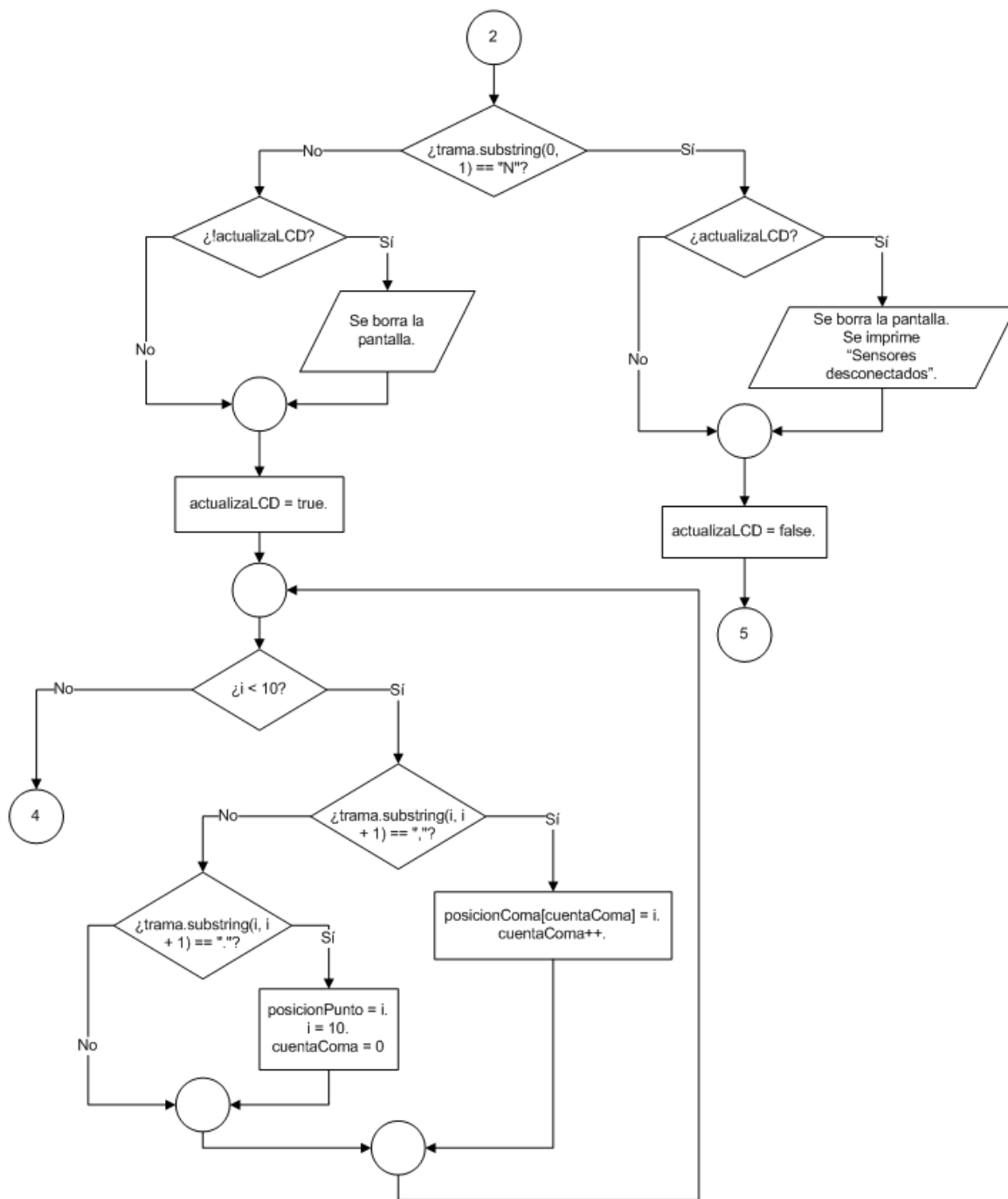


Ilustración 29: Diagrama de Flujo Arduino Uno -3

Fuente: Elaborada por el autor.

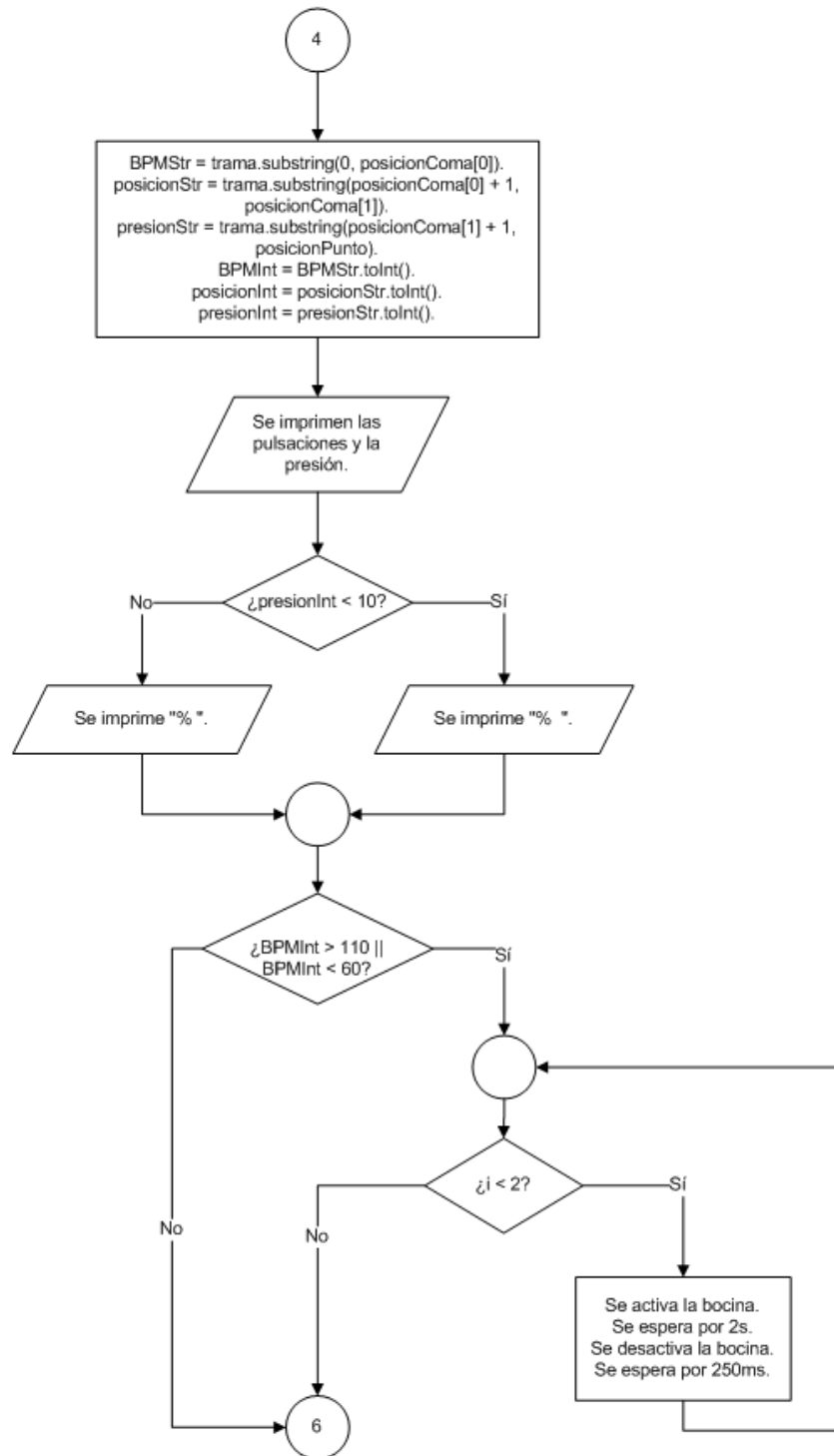


Ilustración 30: Diagrama de Flujo Arduino Uno -4

Fuente: Elaborada por el autor.

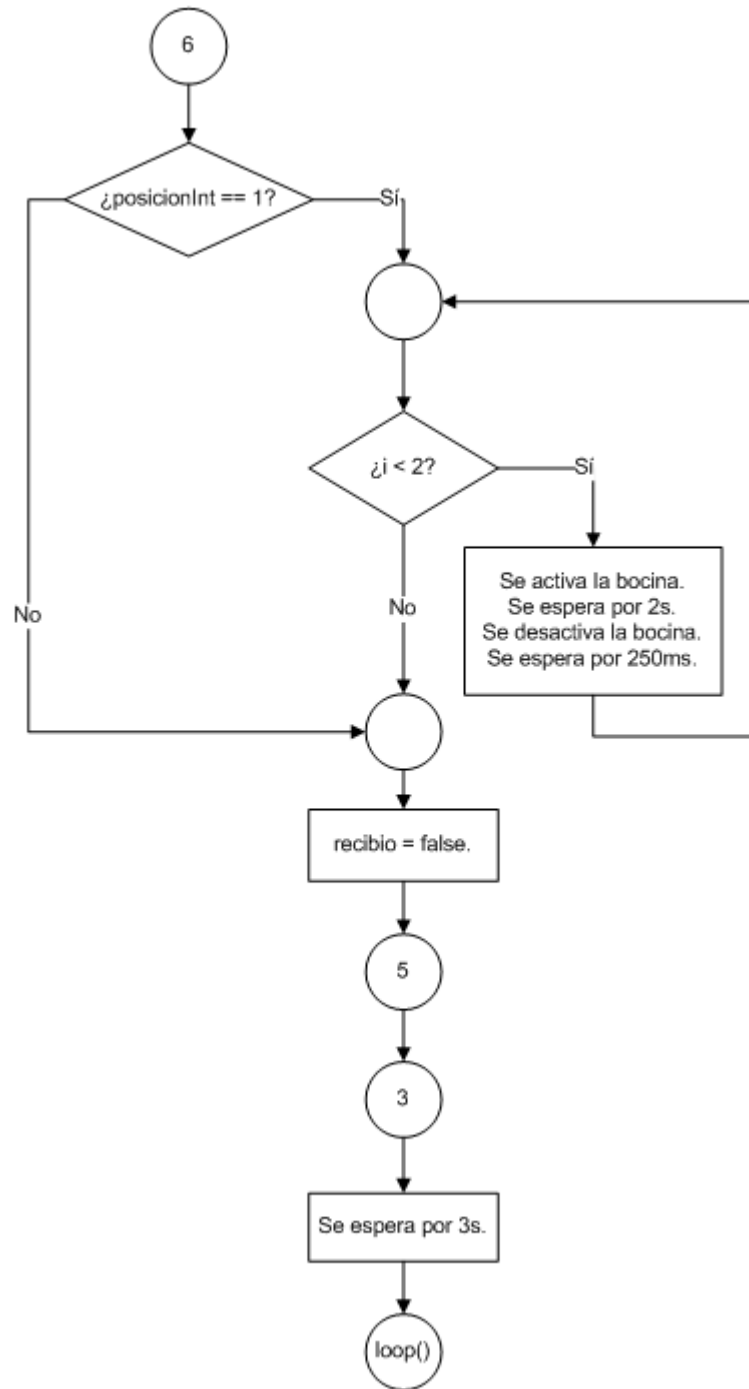


Ilustración 31: Diagrama de Flujo Arduino Uno -5

Fuente: Elaborada por el autor.

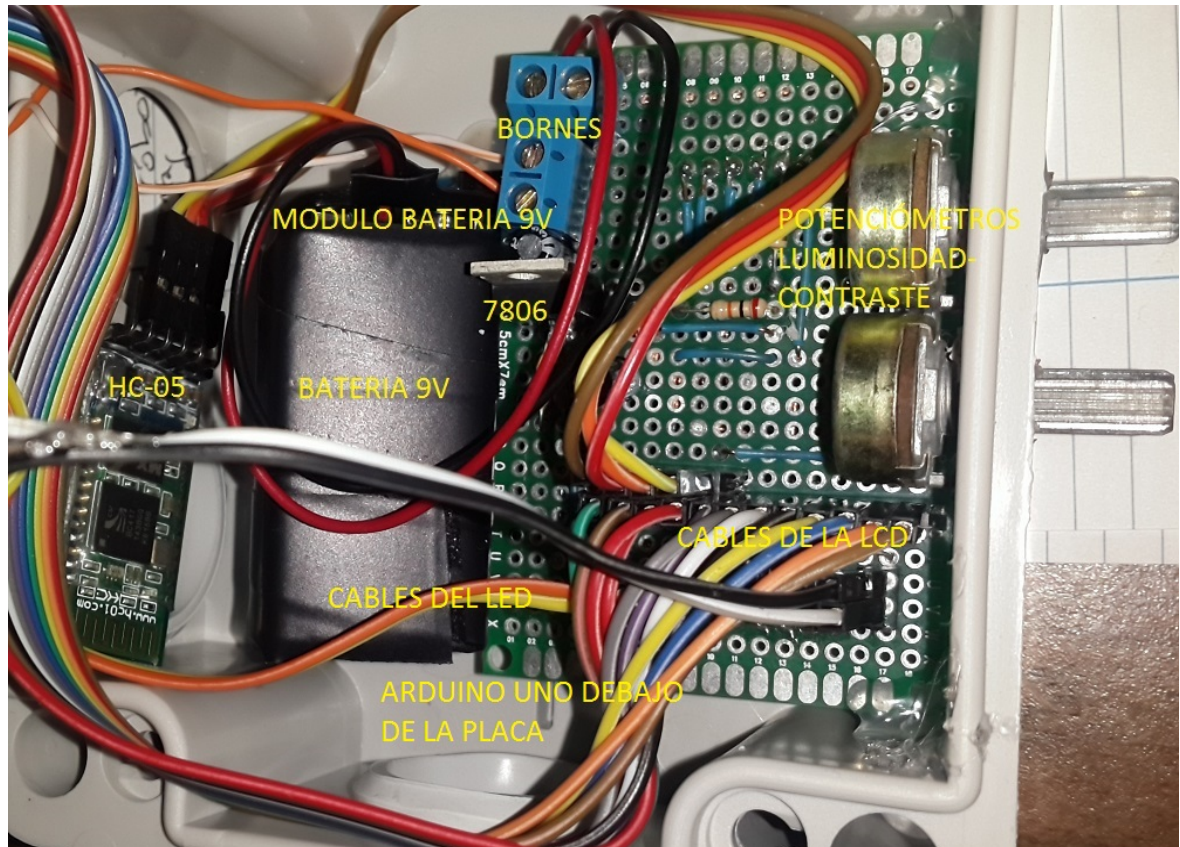
### **5.3 Dispositivo físico**

La estructura física del sistema desarrollado consta de dos cajas cuadradas plásticas de color gris con su respectiva tapa, la cual puede ser descubierta girando cuatro tornillos colocados en las esquinas de dichas cajas, estas fueron acondicionadas para colocar los conectores de los sensores, el interruptor de ON/OFF, la pantalla de información LCD con sus potenciómetros, el orificio para los LEDs, y para la carga del software.

Dentro de estas, van incluidas tanto las tarjetas, módulos, circuitería y otros componentes necesarios para que cumplan la función por la que fueron creadas e instaladas en este prototipo.

#### **5.3.1 Estructura interna de los Módulos**

Tal como se expuso en el apartado **4.1.1** titulado “Circuito del Arduino Leonardo”, esta parte del sistema consta solamente del Arduino Uno, el módulo de Bluetooth HC-05, LCD, potenciómetros, regulador de voltaje, batería 9V y la conexión del LED. Todos estos componentes fueron unidos al Arduino Uno mediante una pequeña placa perforada que se incrusta a lo largo de los pines, este con sus respectivas GND y 5V del Arduino, Para conectar el módulo de Bluetooth HC-05, se dispuso de pines hembra que fueron soldados a la placa y en los cuales se introdujeron los pines del módulo inalámbrico. El LED -que deben encontrarse en la parte superior de la caja, con el fin de que el usuario los pueda apreciar adecuadamente- se conectan por medio de cables soldados tanto a la placa como al LED, para que éste pueda recibir las señales eléctricas del circuito, pero también permanecer fuera de la caja para que sea visible.



**Ilustración 32: Estructura Interna Arduino Uno**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

A la vez también se aprecia el interno de la caja que contiene los componentes controlados por el Arduino Nano, donde se puede encontrar la placa Arduino, el módulo de Bluetooth HC-06, regulador de voltaje, conexión del LED, batería 9V.

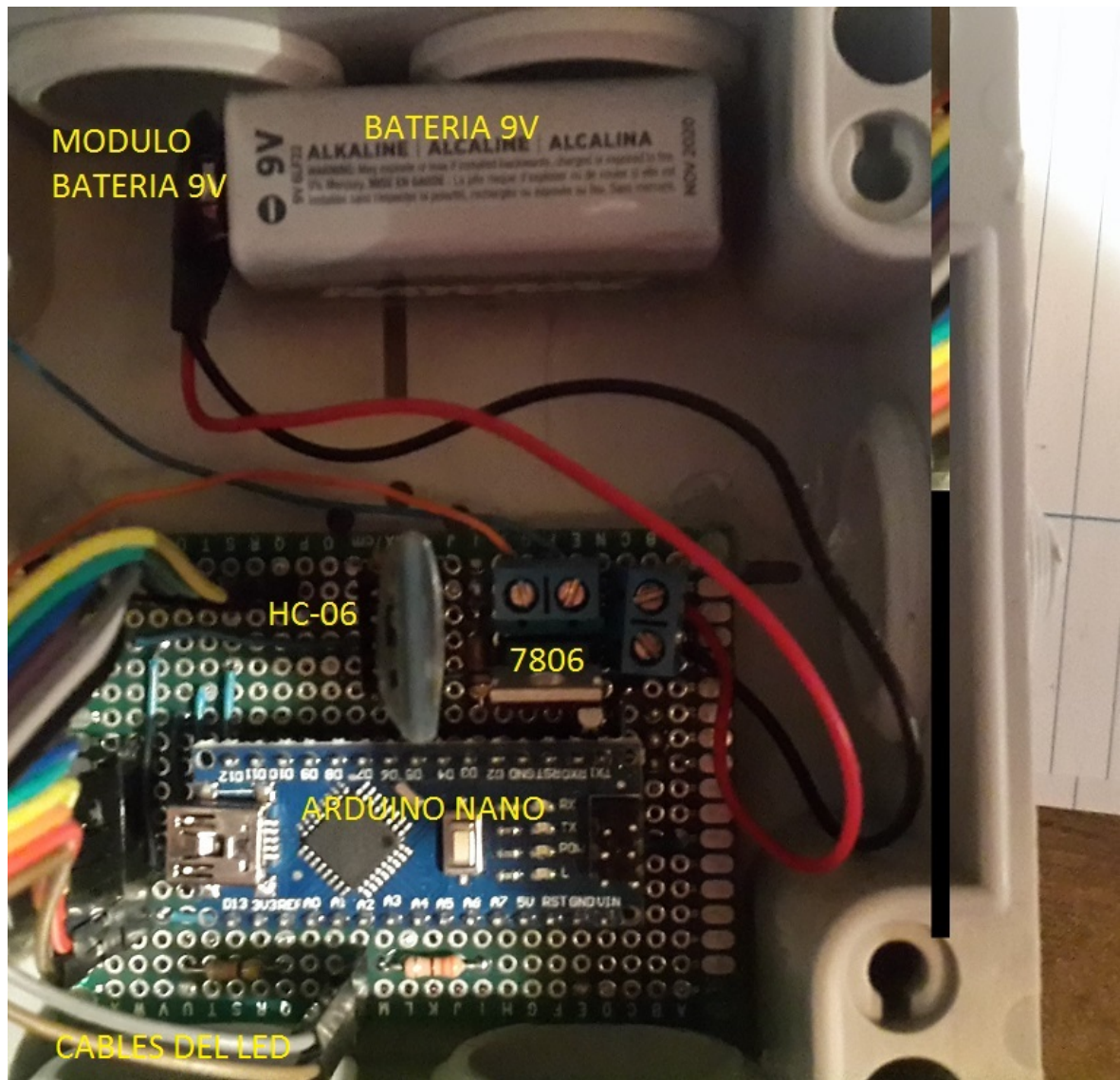


Ilustración 33: Estructura Interna Arduino Nano

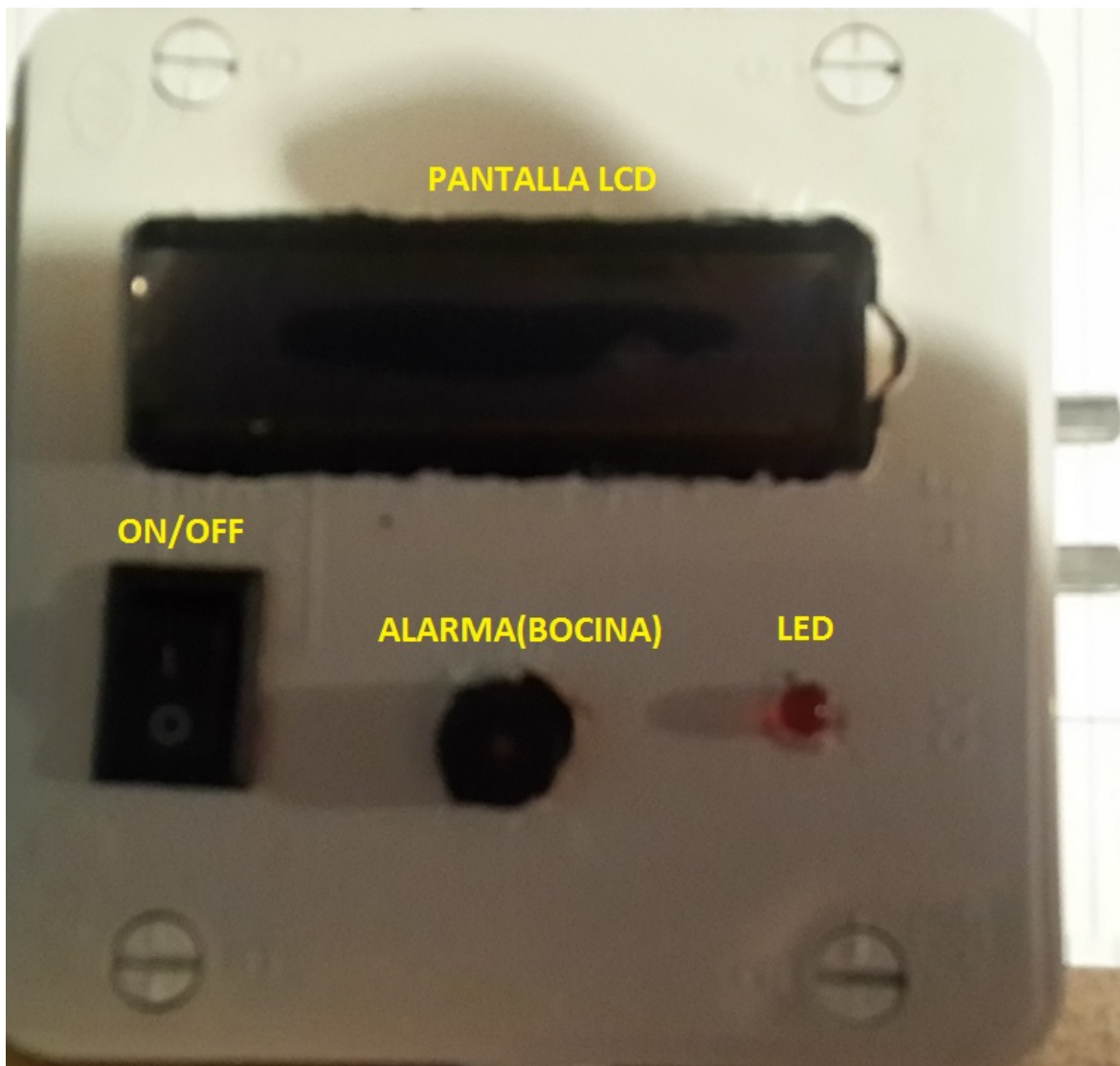
Fuente: Elaborada por el autor.

### 5.3.2 Estructura externa de los módulos

Se observan en las ilustraciones 34-35, fotos de distintas partes de la caja a la cual llegan los valores obtenidos y donde esta actúa si así lo amerita, posee en su exterior una pantalla LCD que indica valores de sensado, así como cuando no hay conexión con la otra caja o si hay sensores desconectados; esta, por medio



de dos potenciómetros, permite ajustar el brillo y el contraste de la pantalla, también se observa el botón de encendido y apagado (ON/OFF), así como el LED y la bocina que este caso será la alarma.



**Ilustración 34: Estructura Externa Arduino Uno -1**

Fuente: Elaborada por el autor.



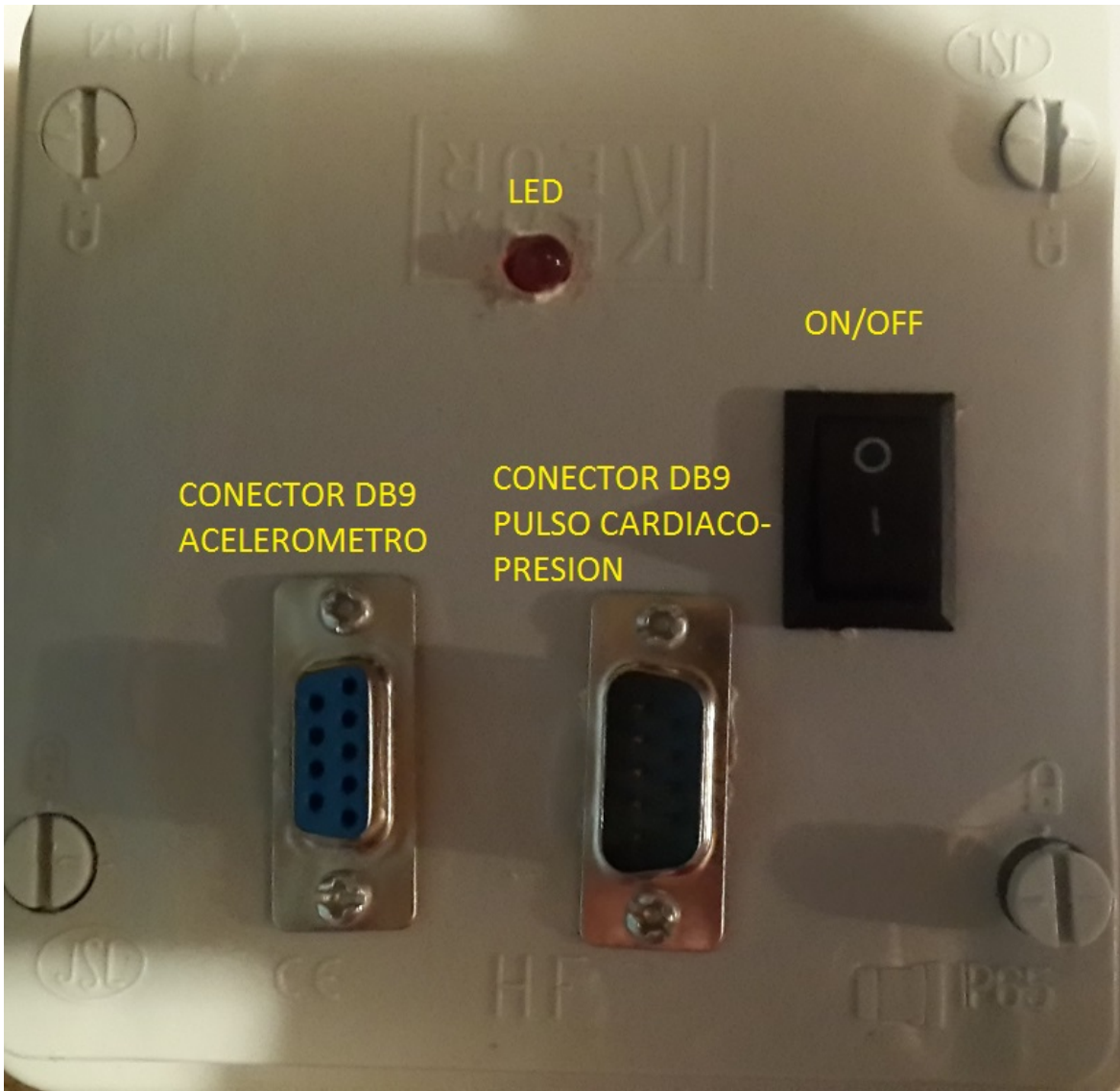
**Ilustración 35: Estructura Externa Arduino Uno -2**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

Y, por otra parte, se encuentra la caja que obtiene valores y datos recogidos, los cuales envía a la otra caja, esta se encuentra conformada por un botón de encendido-apagado (ON/OFF), un LED, y los conectores db9 los cuales se encargan de portar los sensores de pulso cardiaco, posición(accelerómetro) y el de presión.

Y en la ilustración 37 se muestran los sensores que irán conectados por medio de los DB9, se muestran de esta manera para poder observar de una forma más precisa cada sensor.





**Ilustración 36: Estructura Externa Arduino Nano -1**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 37: Estructura Externa Arduino Nano -2**

**Fuente:** Elaborada por el autor.

## **5.4 Pruebas de operación**

Cuando ya ha sido terminado el sistema, se procede a verificar si este es capaz de realizar adecuadamente todas las funciones para las cuales fue diseñado. Es por este motivo que a continuación se presentan ciertas pruebas para determinar si se obtienen las respuestas esperadas al poner el sistema a funcionar utilizando sus distintos sensores.

### **5.4.1 Sensores conectados**

Primeramente, se debe comprobar que el sistema reaccione apropiadamente cuando no se tienen los sensores conectado a la caja. Es por ello que en las siguientes ilustraciones aparecen primero ambos sensores desconectados, luego uno, después el otro y, finalmente, ambos sensores

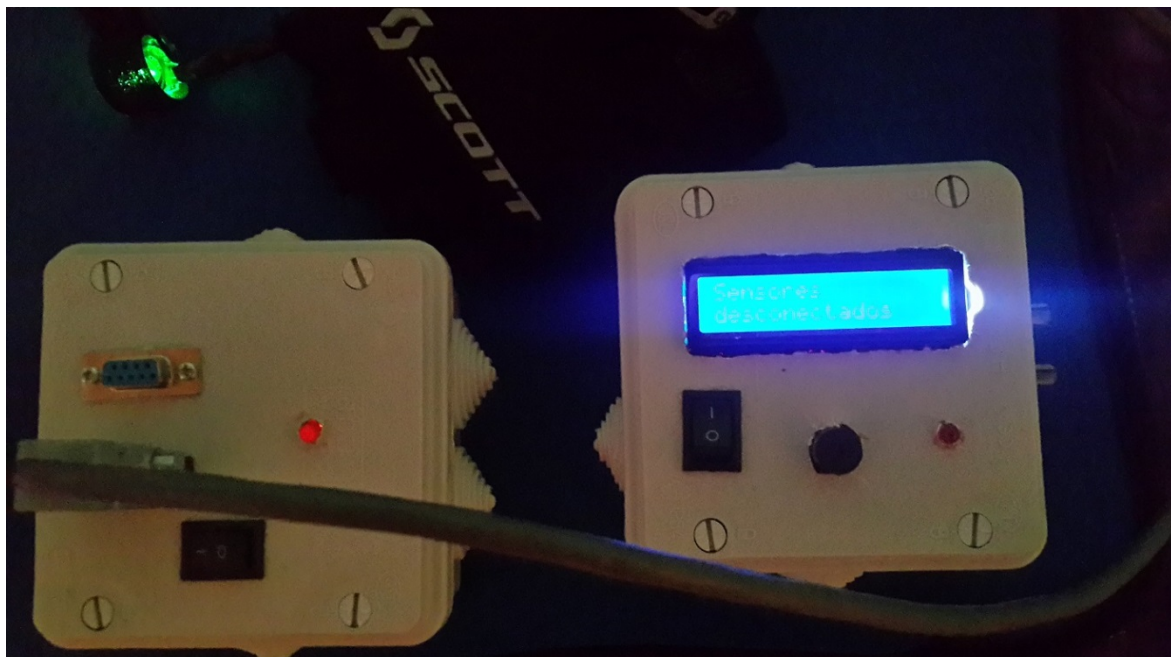
conectados, por lo que solamente en este caso es que el sistema comenzará a mostrar las mediciones de los sensores.



**Ilustración 38: Sensores Desconectados -1**

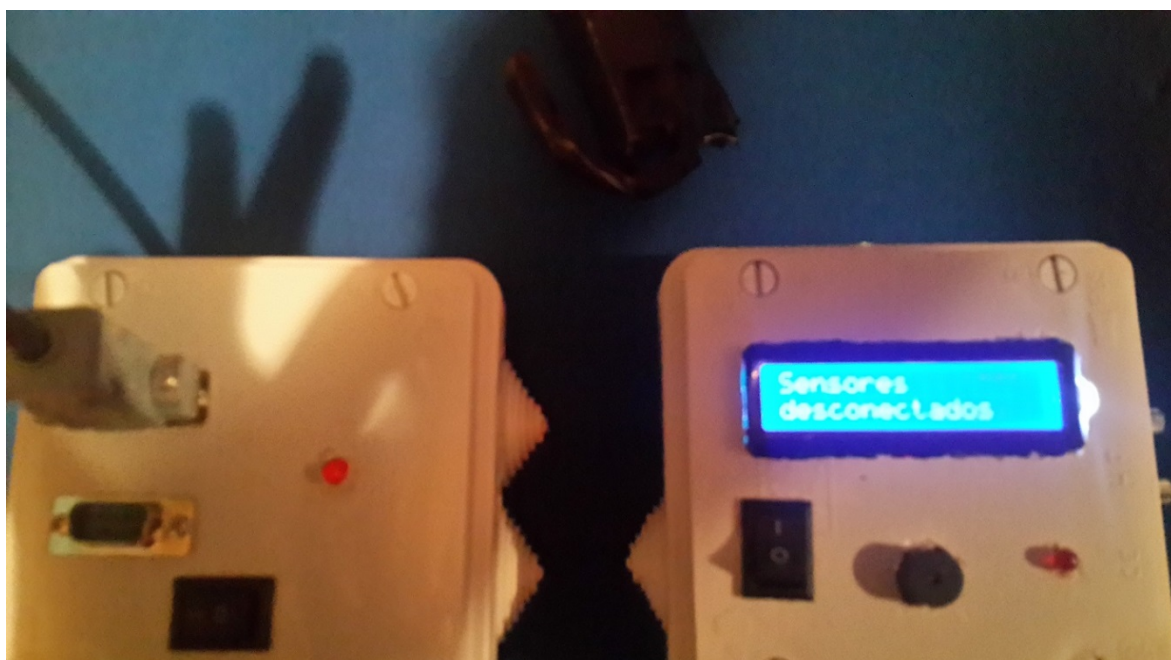
**Fuente: Elaborada por el autor.**





**Ilustración 39: Sensores Desconectados -2**

Fuente: Elaborada por el autor.



**Ilustración 40: Sensores Desconectados -3**

Fuente: Elaborada por el autor.

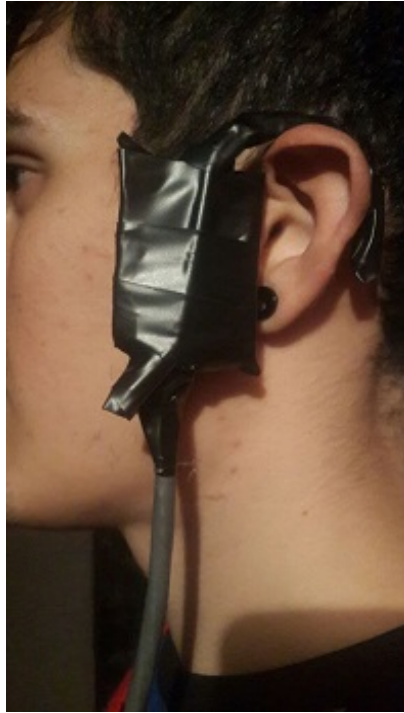


**Ilustración 41: Sensores Conectados**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

#### **5.4.2 Acelerómetro**

El acelerómetro va posicionado en la cabeza con el fin de detectar cuando el conductor la agacha, en caso que se haya quedado dormido. Para corroborar el adecuado funcionamiento de este dispositivo, primero se tiene al paciente con su cabeza en posición normal, por lo cual el sistema se mantendrá midiendo y no generará una alerta.



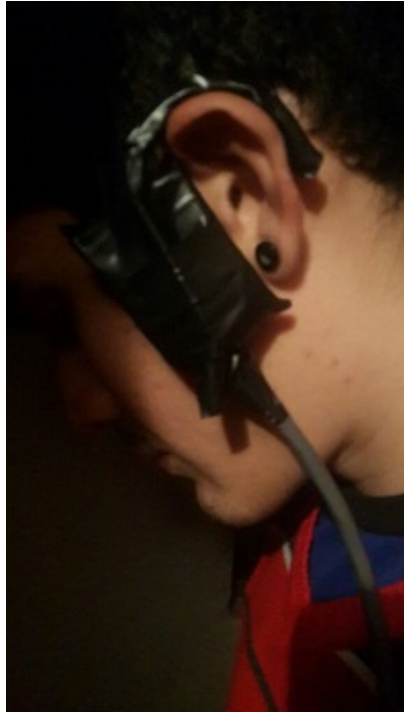
**Ilustración 42: Acelerómetro en Posición Normal**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 43: Mediciones de Sensores**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 44: Acelerómetro en Posición de Alerta**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

### **5.4.3 Sensor de presión**

El sensor de presión en este sistema se encuentra en la palma del guante, con el fin de que detecte si el conductor no sostiene el volante con suficiente fuerza, indicando que él se encuentra cansado.

En las siguientes ilustraciones primero se muestra el sensor sin recibir presión, luego el sistema en estado de alerta, debido a la poca presión expresada en un porcentaje en el LCD.





**Ilustración 45: Sensor sin Recibir Presión**

**Fuente: Elaborada por el autor.**





**Ilustración 46: Medición en Estado de Alerta por Poca Presión**

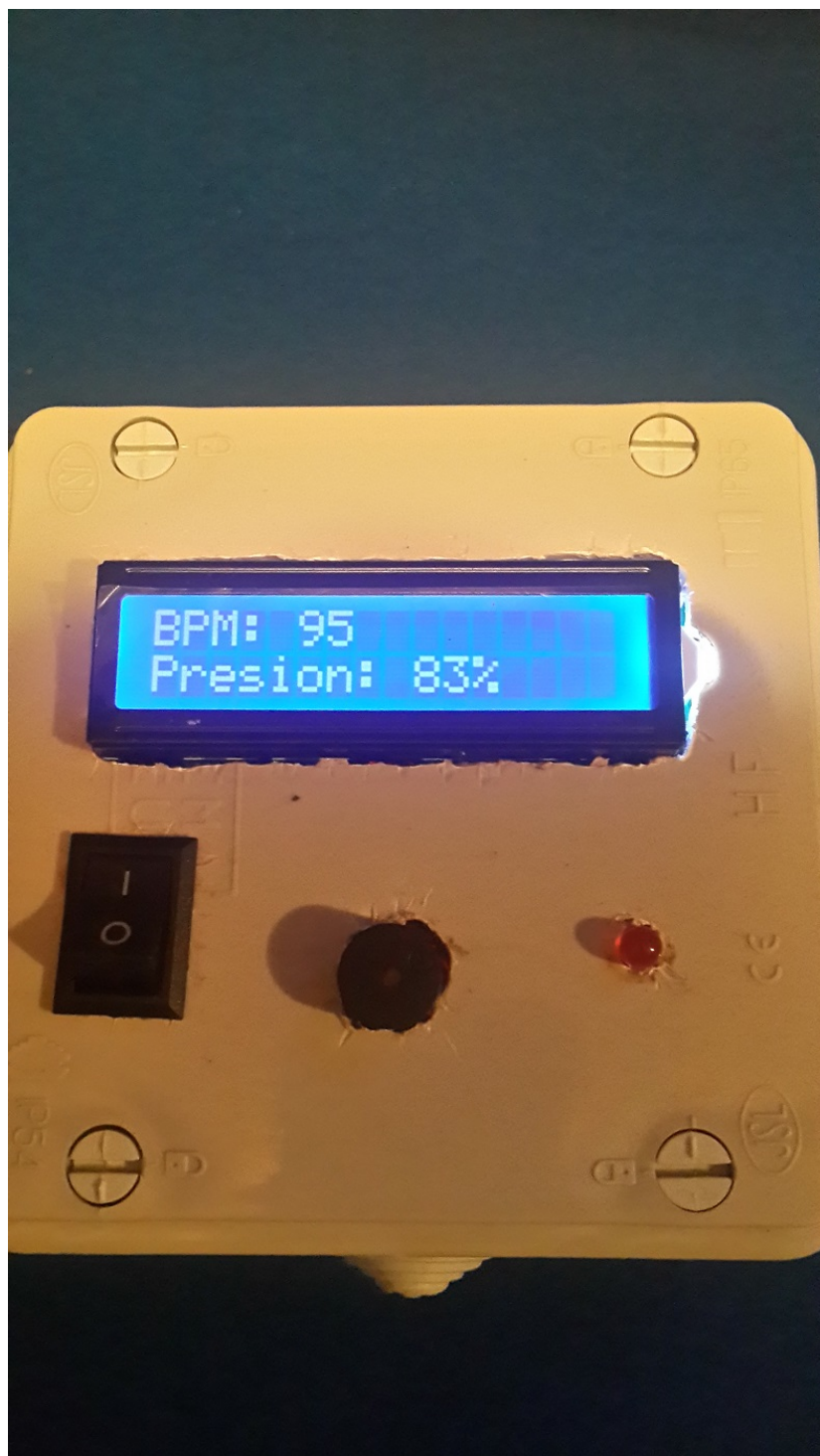
Fuente: Elaborada por el autor.

Por otro lado, cuando el conductor mantiene agarrado el volante, el sensor detecta esa presión que ejerce la mano sobre el objeto, así que el porcentaje de presión sensada será mayor y no se generará una alerta.



**Ilustración 47: Sensor de Presión en Estado Normal**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 48: Medición en Estado Normal de Presión con el Volante**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

#### 5.4.4 Sensor cardíaco

Para este prototipo se dispuso de un sensor cardíaco infrarrojo que tiene la función de medir las pulsaciones por minuto del paciente y alertarlo cuando se encuentran a un nivel muy bajo o muy elevado.

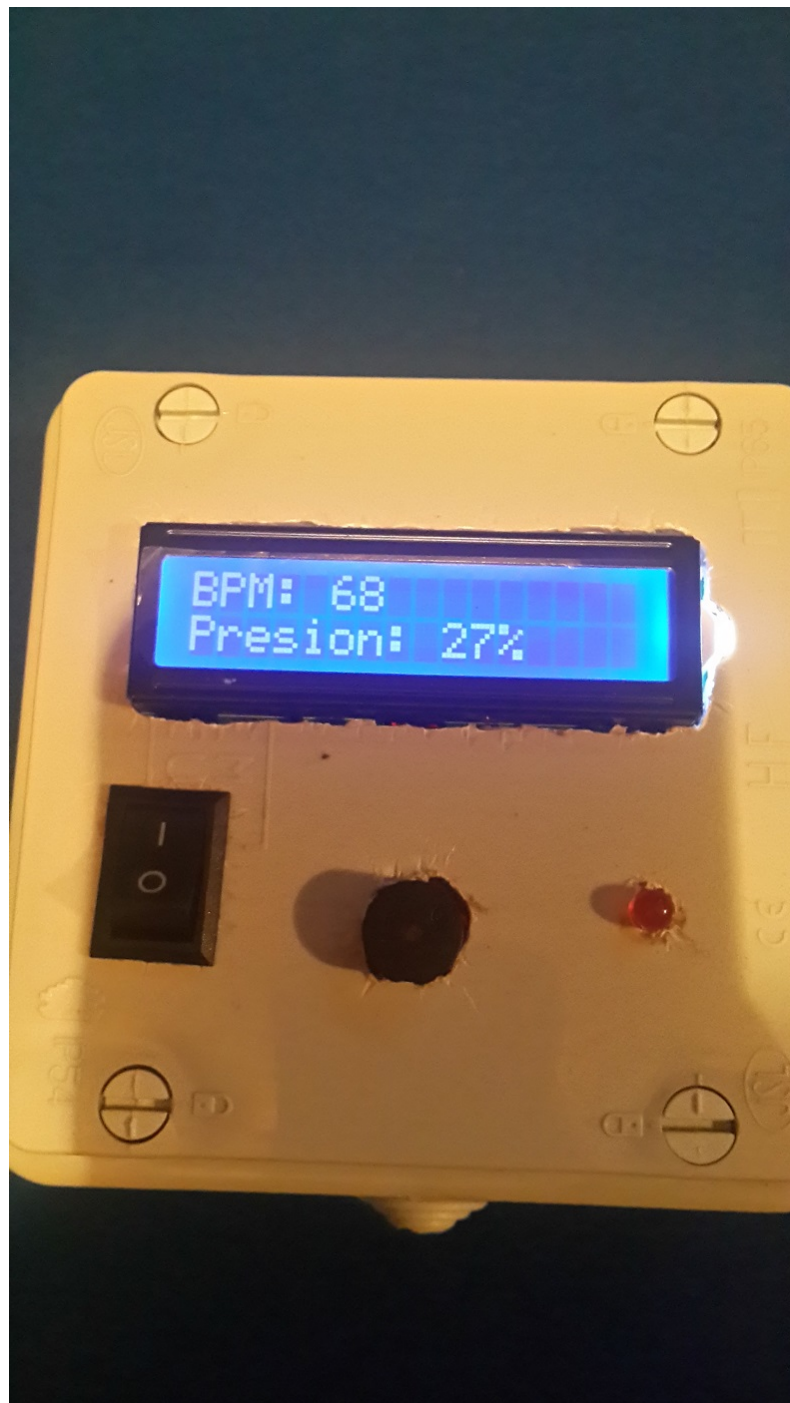
En la primera pareja de ilustraciones aparece el sensor cardíaco en su lugar, que es el dedo índice del paciente y mientras el mismo se encuentra en un estado de mucha relajación, por lo que su ritmo cardíaco será muy bajo. Además, en la otra ilustración se puede apreciar el ritmo cardíaco que el sistema contabilizó en esta ocasión.



**Ilustración 49: Posición del Sensor Cardíaco**

**Fuente: Elaborada por el autor.**





**Ilustración 50: Medición Ritmo Cardíaco Mano Relajada**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

En este otro grupo de ilustraciones, el paciente se encuentra más activo, por lo que su ritmo cardiaco se espera que sea más elevado.



**Ilustración 51: Movimiento más Activo para Sensor Cardíaco**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 52: Medición en Estado más Activo Sensor Cardíaco**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

## 5.5 Manual de usuario

Luego de que se ha comprobado que el sistema entrega las respuestas esperadas al someterse a distintas pruebas, se puede elaborar el manual de usuario que les servirá a las personas que adquieran este producto para instruirse sobre la adecuada manipulación del mismo y así puedan sacarle su máximo provecho.

### 5.5.1 Cambio de baterías

Las dos cajas que conforman lo que es este dispositivo se alimentan mediante baterías de 9V, una para cada caja, y su reemplazo es muy sencillo. Primero se debe abrir la caja respectiva y se retiran los cuatro tornillos de las esquinas.

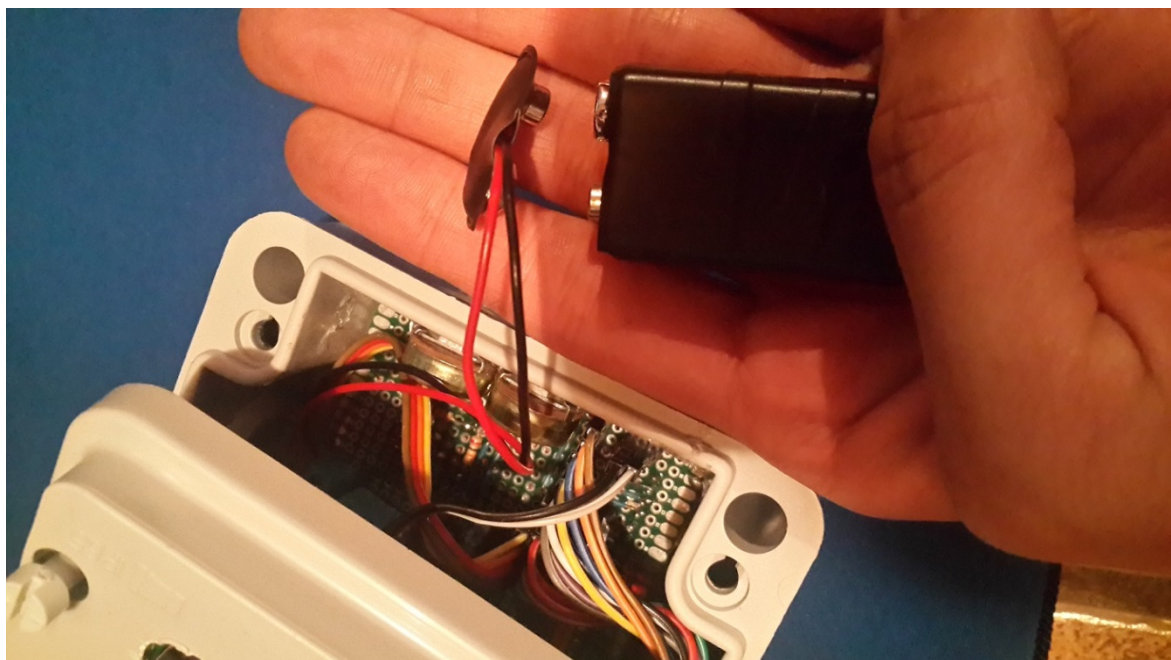


Ilustración 53: Retiro de tornillos y vista de la batería

Fuente: Elaborada por el autor.



Luego, se retira la tapa y se puede ver el dispositivo en su interior, donde también se apreciará la batería. Entonces para colocar una nueva batería, se sostiene el broche y esta se inserta en el mismo y se verifica que los terminales de la batería calcen con los del broche.



**Ilustración 54: Sustitución de baterías**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

Al haber concluido esto, se coloca la batería ya abrochada en su lugar y se vuelve a poner la tapa con los tornillos.

### **5.5.2 Encendido - apagado del sistema**

Este dispositivo se enciende y se apaga mediante un simple interruptor, uno en cada caja, tal como se aprecia en las siguientes ilustraciones, primero el módulo de captura de datos y luego el que posee la pantalla para apreciarlos.



**Ilustración 55: Arduino Nano Apagado**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



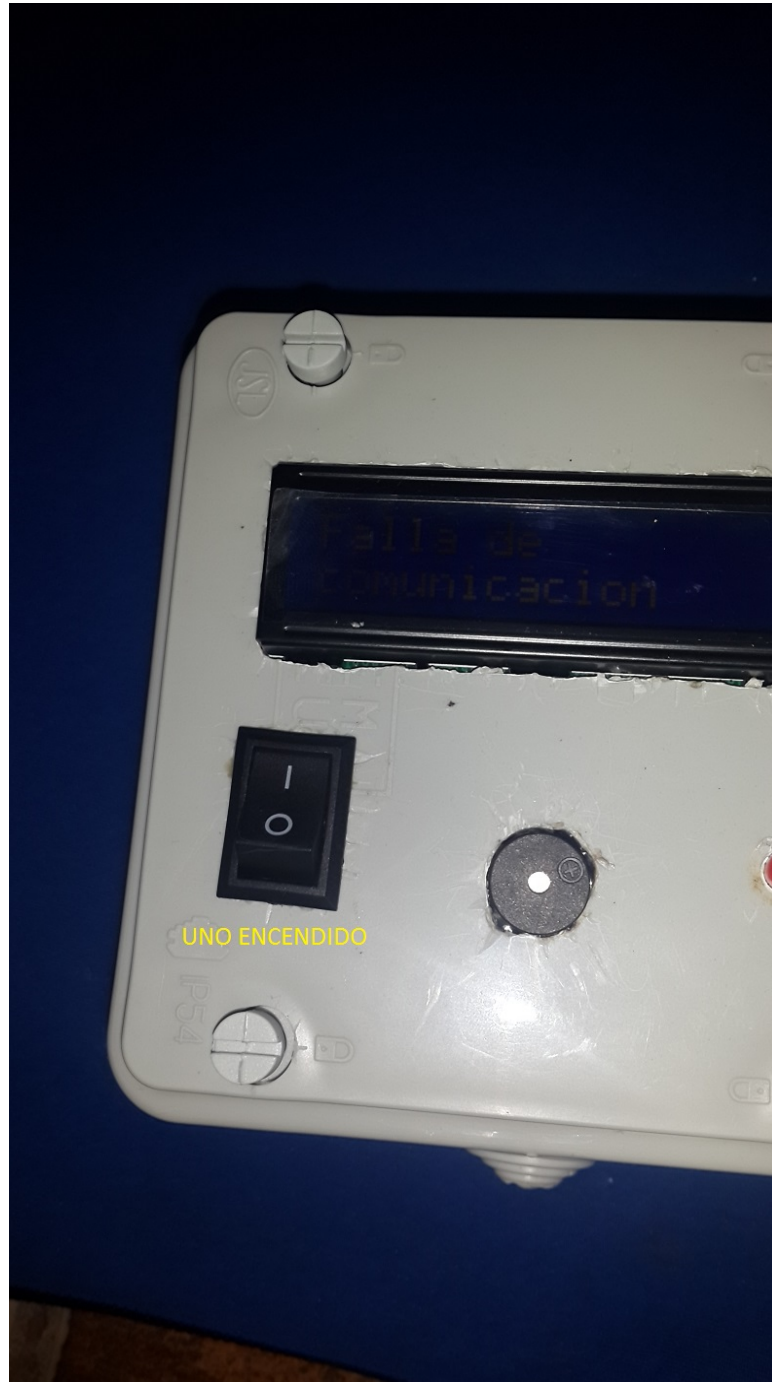
**Ilustración 56: Arduino Nano Encendido**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 57: Arduino Uno Apagado**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 58: Arduino Uno Encendido**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



### 5.5.3 Colocación de los sensores

#### 5.5.3.1 Acelerómetro

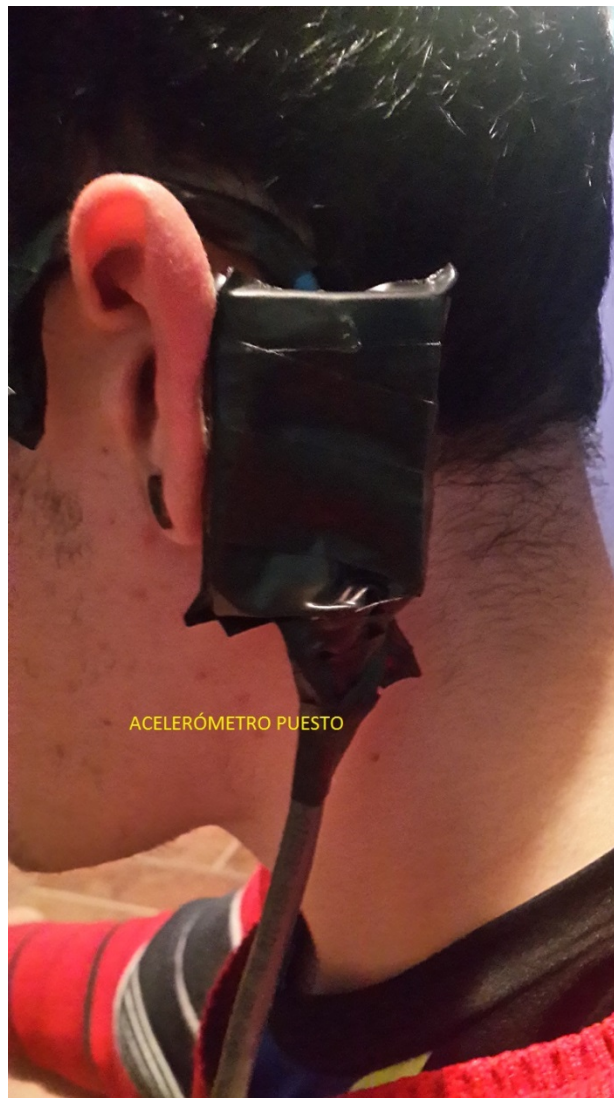
Este sensor se inserta en el terminal DB9 de la caja de los sensores, tal como se aprecia en la siguiente ilustración.



Ilustración 59: Conector del Acelerómetro

Fuente: Elaborada por el autor.

En el paciente, el acelerómetro se coloca de esta única forma, ya que, volteado o en otra posición, puede ocasionar alertas falsas.

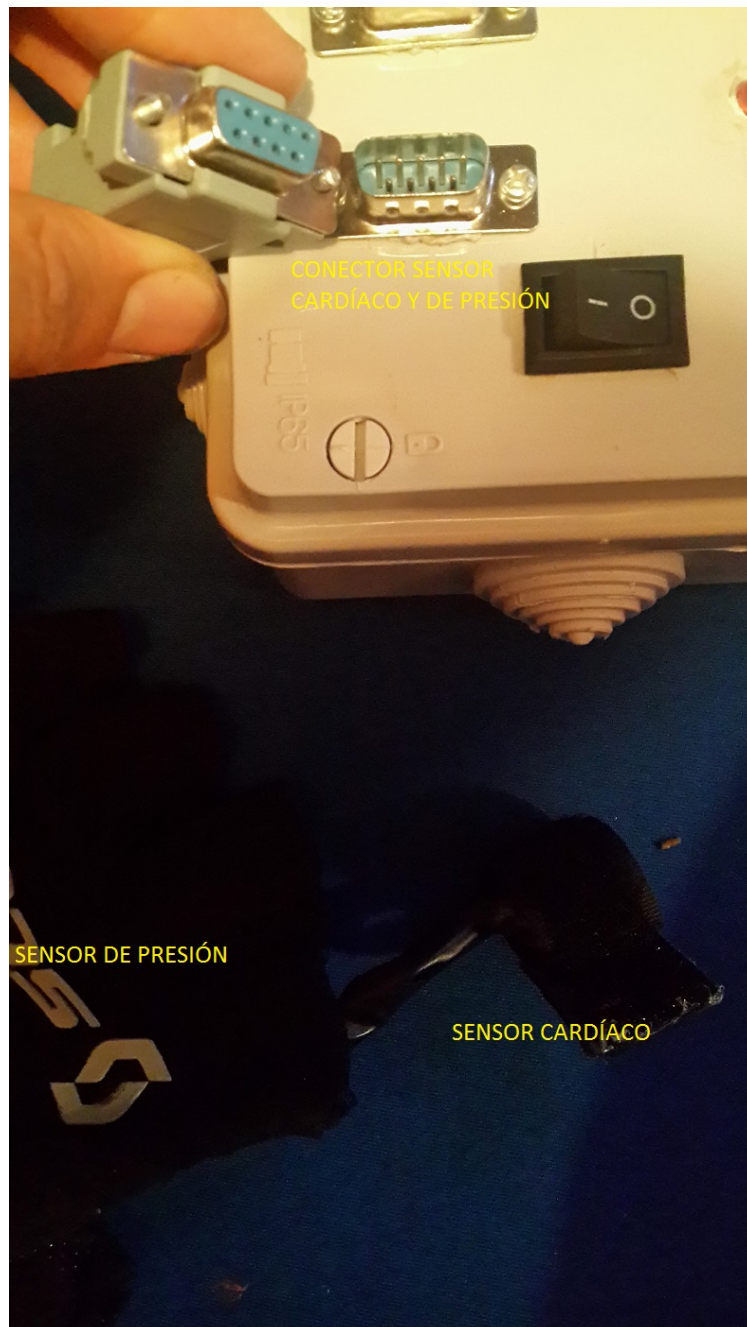


**Ilustración 60: Acelerómetro Puesto**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

### **5.5.3.2 Sensor cardíaco y sensor de presión**

De manera similar al acelerómetro, el cable de estos sensores va en un conector DB9 en la parte superior de la caja de los sensores.



**Ilustración 61: Conector del Sensor Cardíaco y del Sensor de Presión**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

En el paciente, esos sensores se colocan en un guante que debe ser usado en la mano izquierda. El sensor de presión se encuentra en la palma del guante, por lo que, con solo ponérselo, queda listo para trabajar. Sin embargo, el sensor



cardiaco debe atarse con el velcro que posee al dedo índice del paciente, de modo que la parte expuesta de este quede contra la yema.



**Ilustración 62: Guante Puesto**

**Fuente: Elaborada por el autor.**



**Ilustración 63: Sensor Cardíaco Puesto en el Dedo**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

#### **5.5.4 Ajustar contraste y brillo del LCD**

La caja con la que se pueden visualizar las mediciones posee una pantalla de la cual es posible modificar el contraste y brillo de la misma, para ello se tienen dos perillas que, al girarlas, cambiará estas características.



**Ilustración 64: Ajuste de Brillo y Contraste para LCD del Arduino Uno**

**Fuente: Elaborada por el autor.**

## **5.6 Análisis costo-beneficio**

### **5.6.1 Ofertas actuales del mercado**

En la actualidad existen ciertos equipos con distintos componentes, confeccionados de diferentes formas y no en conjunto como este; también unos que puedan mediante sensores realizar ciertas funciones, pero aún no se había construido un sistema para este fin con esta clase de sensores, hardware y programación. En aparatos similares se llega a observar el costo tan elevado que tienen, ya que ciertas compañías incorporan algún aparato que de una forma u otra podrían lograr esta tarea tan indispensable hoy en día, más que todo para conductores nocturnos y cansados.

Ya que no se encontró el costeo de un sistema similar, se procederá a evaluarlo con un dispositivo por separado, el cual va incluido de forma similar y en

conjunto con demás componentes en este prototipo, como lo es el de ilustración 65, donde se observa un aparato capaz de medir la frecuencia cardiaca en la muñeca.



Garmin Fenix 3 HR Plateado/Titanio - Reloj GPS multideporte, GPS, color plata de Garmin

**EUR 579,00** ~~EUR 649,00~~ ✓Premium

Recíbelo el **viernes, 9 diciembre**

Más opciones de compra

**EUR 579,00** nuevo (3 ofertas)

Envío GRATIS disponible

★★★★☆ 1

Ilustración 65: Garmin Fenix 3HR

Fuente: (Amazon)

### 5.6.2 Lista de Materiales Utilizados

En la siguiente tabla se muestra la lista de materiales con sus respectivos precios unitarios, cantidades y totales, además de detalles que se necesitaron para la construcción de este sistema.

<b>Artículo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Arduino Nano	1	€6,000	€6,000
Arduino Uno	1	€8,000	€8,000
Módulos bluetooth HC-05	1	€5,000	€5,000
Acelerómetro ADXL-335	1	€5,000	€5,000
Sensor de Pulso	1	€2,500	€2,500
Bocina de 5v	1	€500	€500
Sensor de presión velostat	1	€2,800	€2,800
Interruptores 2 posiciones	2	€300	€600
Pantalla LCD Display 16x2	1	€2,500	€2,500
Soldadura	2m	€600	€1,200
Cajas plásticas	2	€2,600	€5,200
Regulador 7806	2	€300	€600
Módulo batería 9v	2	€500	€1,000
Batería 9v	2	€1,950	€3,900
Módulos bluetooth HC-06	1	€2,000	€2,000
Led rojo	1	€50	€50
Conectores db9	4	€600	€2,400
Placa perforada	2	€600	€1,200
Borne 2 terminales	4	€200	€800
Resistencias	8	€25	€200
Potenciómetros	2	€300	€600
Jumpers hembra	22	€20	€440
Jumpers macho	16	€20	€320
Pines hembra	22	€20	€440
Cable de red categoría 6	2m	€1,385	€2,770
Velcro	20cm	€15	€300
Capacitor	3	€80	€240
<b>Total</b>			<b>€56,560</b>

**Tabla 2: Lista de Componentes del Prototipo**

Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.6.3 Flujo de efectivo

Una vez concluido el desarrollo del proyecto tanto a nivel de circuitería como de programación, se procede a determinar si, desde un punto de vista económico, es viable invertir en la creación de este sistema a nivel comercial. Para ello, se utilizarán las fórmulas del VAN (valor actual neto) y el TIR (tasa interna de retorno).

En la siguiente ecuación se muestra la fórmula para el cálculo del valor actual neto.

$$VAN = -A + \frac{FNC_1}{(1+k)^1} + \frac{FNC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FNC_n}{(1+k)^n}$$

**Ecuación 3: Valor Actual Neto**

Donde:

- VAN: valor actual neto de la inversión
- A: flujo de efectivo inicial.
- FNC: flujo neto de caja al finalizar cada periodo.
- k: tipo de actualización.
- n: vida útil estimada para la inversión.

Partiendo de la información sobre el costo del sistema, según la tabla anterior donde se encuentra la lista de materiales, el costo total asciende a ₡56,560. Cabe destacar que como flujo neto de caja se tomará un valor de ₡323,371.5, el cual es el precio en colones del sistema Garmin Fenix3 HR que es un dispositivo comercial, ya que este sería el valor monetario que el usuario se

ahorraría al adquirir el sistema propuesto. El tipo de actualización tiene un valor de 0 debido a que no existe una tasa de interés con la cual se financia el desarrollo del prototipo. La vida útil que se espera del proyecto es de 5 años.

A continuación, se muestra el cálculo del valor actual neto para este proyecto.

Solución:

$$VAN_1 = -56,560 + \frac{323,371.5}{(1 + 0)^1} = \text{¢}266,811.5$$

Seguidamente, se tiene la tasa interna de retorno, la cual se puede entender como la tasa de interés a la cual el VAN se vuelve 0. En este proyecto, dado que su estudio de costo-beneficio solo se realiza para un periodo, la fórmula del TIR será la que se muestra a continuación.

$$r = \left( \frac{FNC}{A} - 1 \right) \cdot 100\%$$

**Ecuación 4: Tasa Interna de Retorno**

Solución:

$$r = \left( \frac{323371.5}{56560} - 1 \right) \cdot 100\% = 471.73\%$$

Una vez efectuados ambos cálculos, se puede concluir que el ahorro de adquirir el dispositivo propuesto en vez del comercial es bastante considerable, además que el hecho de que la tasa interna de retorno sea alta, indica que la inversión es rentable desde un punto de vista financiero.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 6.1 Conclusiones

1. Debido a la experiencia de los profesionales en materia de tránsito vehicular y psicología, se identificaron aspectos relevantes para la consecución de este prototipo de una manera adecuada.
2. Después de un periodo de investigación, se pudo observar lo difícil y costoso que resultaban ser ciertos dispositivos que cumplían con una función similar a la ejecutada. Estos aparatos se consideran más profesionales y fueron diseñados por todo un equipo de trabajo especializado, pero aun así, resulta sumamente elevado su precio y totalmente fuera de las manos de personas con un presupuesto promedio.
3. Gracias a la plataforma utilizada en este caso, Arduino, hizo más atractiva la forma de hacer pruebas para llegar a este fin, donde su programación permitió ser compilada, esto para observar si todo se encuentra dentro de lo válido en tema de software, además de cargárselo a la placa por medio de USB y así poder también observar ciertos parámetros en el momento desplegados en dicho monitor serial, ya sea para lectura o envío de señales.
4. Para el tema de recolectar mediciones, se escogió para este caso el Arduino Nano, ya que se optó por una placa de este fabricante que fuese lo más pequeña y cómoda posible; además de esto, fue importante no solo su tamaño, sino que su cantidad de pines eran los necesarios para temas de funcionalidad.

5. En el caso de la placa receptora, se decidió trabajar con el Arduino Uno ya que el autor ya contaba con esta y terminó siendo la ideal en cuanto a costo, dimensiones y funcionalidad.
6. La elección de, prácticamente, la totalidad de sensores se dio ya que estos por sí mismos son más sencillos y compatibles para trabajar con Arduino y representan un costo muy accesible para la función que les fue encomendada en este proyecto.
7. En el caso de una pronta y efectiva comunicación inalámbrica entre el sistema que envía y el que recibe datos, la alternativa más adecuada para implementar en el proyecto fueron los módulos de Bluetooth HC-05 y HC-06, que tienen un alcance de hasta 10m que resulta idóneo a la hora de colocar la caja receptora de información del sistema en el conductor y la otra en una distancia siempre prudente como para estar visualizando la monitorización, o en dado caso escuchar la alarma activada, esto elimina la necesidad total de un cableado entre dispositivos y además hace provechosa la necesidad de portabilidad del prototipo
8. Se confeccionó un manual de usuario para la pronta utilización y conexión de todo lo que sea necesario para el individuo que portara este sistema, en este se rotulan los pasos, se colocan y hasta se indica cómo interpretar de cierta forma los valores lanzados por los sensores colocados u otros componentes.
9. Con el análisis de costo-beneficio de este sistema de detección preventiva de accidentes, se comprueba que resulta totalmente segura la inversión, ya

que se refleja el ahorrar una gran cantidad de dinero con respecto a otras lo cual puede verse como ganancia.

10. Se comprobó que el sistema permite realizar las medidas esperadas por el autor para una pronta lectura e interpretación de datos, para así actuar de manera eficiente.

## 6.2 Recomendaciones

- A la hora de encender el sistema (ambas cajas), se recomienda poner en funcionamiento algún sensor para así ser detectarlo y observarlo en la pantalla LCD la cual también deberá encenderse en dicho momento de inicio.
- En vista a mejorar la utilización y comodidad de la caja colocada en el brazo del usuario (lectora de datos), sería apropiado mejorar su diseño, ya que en estos momentos se encuentra algo incómoda y abarca un espacio y peso grande en cuanto a movilidad del usuario.
- Para una medida más exacta en cuanto al sensor de presión, sería viable lograr que esté de alguna forma colocado a lo largo de todo el volante.
- De igual manera, sería prudente dejar más a lo externo del sistema, los módulos de las baterías, para así hacer más cómodo y efectivo su reemplazo, además de colocar un LED en cada caja para apreciar la hora en que ambas cajas son correctamente encendidas. Además de estarlas revisando, ya que por descuido se podría llegar a olvidar de su existencia y podría provocarse derrame del contenido interno de la batería y con ello dañar los conectores del módulo de batería.
- Por último, sería más provechoso y cómodo mejorar el diseño del dispositivo conectado que va colocado en la oreja del usuario, ya que en este momento se encuentra muy propenso a una caída por algún movimiento grande que se pueda dar.

## Bibliografía

- Sistemas Electrónicos y Automáticos*. (13 de junio de 2016). Obtenido de [http://www.uhu.es/raul.jimenez/SEA/sea\\_ana.pdf](http://www.uhu.es/raul.jimenez/SEA/sea_ana.pdf)
- 5Hertz. (17 de febrero de 2014). *Acelerómetro*. Obtenido de <http://5hertz.com/tutoriales/?p=228>
- Amazon. (s.f.). Obtenido de [https://www.amazon.es/s/ref=nb\\_sb\\_noss?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&url=search-alias%3Delectronics&field-keywords=Garmin+Fenix+3+HR+Plateado%2FTitanio++Reloj+GPS+multideporte%2C+GPS%2C+color+plata](https://www.amazon.es/s/ref=nb_sb_noss?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&url=search-alias%3Delectronics&field-keywords=Garmin+Fenix+3+HR+Plateado%2FTitanio++Reloj+GPS+multideporte%2C+GPS%2C+color+plata)
- Amazon. (s.f.). Obtenido de [https://www.amazon.es/s/ref=nb\\_sb\\_noss?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&url=search-alias%3Delectronics&field-keywords=Garmin+Fenix+3+HR+Plateado%2FTitanio++Reloj+GPS+multideporte%2C+GPS%2C+color+plata](https://www.amazon.es/s/ref=nb_sb_noss?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&url=search-alias%3Delectronics&field-keywords=Garmin+Fenix+3+HR+Plateado%2FTitanio++Reloj+GPS+multideporte%2C+GPS%2C+color+plata)
- Amazon. (s.f.). Obtenido de [https://www.amazon.es/Jawbone-UP2-actividad-indicadores-aceler%C3%B3metro/dp/B017K5QTX4/ref=sr\\_1\\_9?s=electronics&ie=UTF8&qid=1480534833&sr=1-9&keywords=acelerometro](https://www.amazon.es/Jawbone-UP2-actividad-indicadores-aceler%C3%B3metro/dp/B017K5QTX4/ref=sr_1_9?s=electronics&ie=UTF8&qid=1480534833&sr=1-9&keywords=acelerometro)
- Arduino. (s.f.). *Arduino Nano*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>
- Arduino. (s.f.). *Arduino Uno*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- ARDUINO.cl. (s.f.). *¿Qué es Arduino?* Obtenido de <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Área de Formación y Comportamiento de Conductores . (2011). *Cuestiones De Seguridad Vial, Conducción Eficiente, Medio Ambiente y Contaminación*. Obtenido de [http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/XIV\\_Curso\\_25\\_CuestionesSegVial.pdf](http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/doc/XIV_Curso_25_CuestionesSegVial.pdf)
- Armendáriz, P. C. (200). *Guantes de protección: requisitos generales*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp\\_747.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_747.pdf)
- Clínica Universidad de Navarra. (2015). *TRASTORNOS DEL SUEÑO*. Obtenido de <http://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/trastornos-sueno>
- CRCibénetica. (2016). *Sensor de Pulso*. Obtenido de <http://www.crcibernetica.com/pulse-sensor/>
- DefinicionABC. (2007-2016). *Definición de Alarma*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/general/alarma.php>
- DefiniciónABC. (2007-2016). *Definición de Frecuencia cardíaca*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/salud/frecuencia-cardiaca.php>

- Electrónica: teoría y práctica. (2012). *Características Arduino Nano 328*. Obtenido de <http://electronica-teoriaypractica.com/caracteristicas-arduino-nano-328/>
- LA NACIÓN. (22 de febrero de 2016). *Cantidad de accidentes de tránsito aumentó un 27% en los últimos dos años*. Obtenido de [http://www.nacion.com/nacional/salud-publica/CCSS-atendio-accidentes-transito\\_0\\_1544245624.html](http://www.nacion.com/nacional/salud-publica/CCSS-atendio-accidentes-transito_0_1544245624.html)
- MAQUINARIAPRO. (13 de junio de 2016). *Características de un sistema electrónico*. Obtenido de <http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-electronico.html>
- Marketing Bluetooth. (2008). *Bluetooth*. Obtenido de <http://www.marketing-bluetooth.com/bluetooth-definicion.html>
- Mejía, A. M. (19 de agosto de 2014). *Tecnologías de comunicación inalámbrica*. Obtenido de <https://prezi.com/i7w7kwq6vgiy/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica-bluetooth-wifi-in/>
- Miró, E., Cano-Lozano, M. d., & Buela-Casal, G. (2005). Sueño y calidad de vida. *Revista Colombiana de Psicología*, 12.
- Miró, E., Cano-Lozano, M. d., & Buela-Casal, G. (2005). Sueño y calidad de vida. *Revista Colombiana de Psicología*, 17.
- Naylamp Mechatronics. (s.f.). *Módulo Bluetooth HC05*. Obtenido de <http://www.naylampmechatronics.com/inalambrico/43-modulo-bluetooth-hc05.html>
- Naylamp Mechatronics. (s.f.). *Módulo Bluetooth HC06*. Obtenido de [http://www.naylampmechatronics.com/inalambrico/24-hc06-modulo-bluetooth.html?search\\_query=inalambrico&results=16](http://www.naylampmechatronics.com/inalambrico/24-hc06-modulo-bluetooth.html?search_query=inalambrico&results=16)
- Pérez, E. M., Fuertes, L. M., Ferreira, L. F., & Matos, E. L. (2007). *Microcontroladores PIC: sistema integrado para el autoaprendizaje*. Barcelona: MARCOMBO,S.A.
- SOLUCIONES GPSTEC CHILE. (13 de junio de 2016). *Sensor de Fatiga del Conductor*. Obtenido de <http://gpstec.cl/sensor-de-fatiga/>
- The University of Chicago Medicine. (18 de abril de 2014). *Signos Vitales*. Obtenido de <http://healthlibrary.uchospitals.edu/Spanish/DiseasesConditions/Adult/NonTraumatic/85,P03963>