

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Control y Visualización Didáctica de Sensores utilizando múltiples interfaces e IoT

Santiago Rojas Acevedo

Programa académico
Tecnología en electrónica
Semillero MMCC

Director
Alexander Arias Londoño
IE. MSc.

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Medellín

2018

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

En este proyecto se muestra la implementación de cuatro tipos de sensores (frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno en la sangre, peso y velocidad), cada sensor usa una configuración diferente para aplicaciones didácticas en adquisición de datos y control. Para el procesamiento de las salidas de los sensores se utiliza la placa de desarrollo Arduino Uno que posee un microcontrolador Atmega328, el sensor cardiaco(BPM y SPO2) posee una interfaz I2C que envía los datos al MCU y este a su vez al entorno de desarrollo LabVIEW, La balanza posee un circuito que expone el funcionamiento básico del amplificador de instrumentación y un circuito compacto que acondiciona la señal y la envía al Arduino por el puerto análogo y este muestra la medida en una LCD. El velocímetro se desarrolla por medio de uno de los pines de interrupciones de la placa y la aplicación Blynk (App basada en el IOT), de forma remota controla e indica las RPM de un motor DC y además posee un control On/Off para una carga AC.

Palabras clave: Interfaz, amplificadores operacionales, amplificador de instrumentación con 741, puente de Wheatstone, celda de carga, encoder, medida de velocidad, variables fisiológicas, saturación de oxígeno en la sangre, frecuencia cardiaca, Sistema IoT.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Agradezco a mi familia, pareja y amigos que durante todo el proceso de aprendizaje me brindaron su apoyo, me aconsejaron y me ayudaron a superar las pruebas para llegar a ser la persona que soy el día de hoy.

Quiero agradecerle a la institución, a sus profesores y laboratoristas por brindarme los conocimientos necesarios para superar las diferentes metas de cada materia y proceso aprendido, al profesor Alexander Arias por guiarme en la construcción del trabajo final de grado y demás inconvenientes que se presentaron durante el proceso

También quiero agradecer a todos los empleados y personas adjuntas al ITM que de alguna manera generaron un ambiente humano y tranquilo para la educación y socialización de los estudiantes.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

MMCC: Modelamiento matemático y código científico

BPM: Beat per minute (pulsos por minuto)

SPO2: Saturación de oxígeno en la sangre de forma no invasiva

RPM: Revoluciones por minuto

MCU: Microcontrolador

LCD: Liquid Cristal Display (representación visual por cristal líquido)

APP: Aplicación informática

IoT: Internet de las cosas

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS	9
1. INTRODUCCIÓN.....	12
Objetivo general:	12
Objetivos específicos:	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. CELDAS DE CARGA (Strain gauge).....	14
2.1.1. Principio físico.....	15
2.1.2. Materiales.....	16
2.1.3. Tipos de celdas de carga.....	16
a) Celda de carga de barra recta.....	17
b) Celda de carga tipo S.....	17
c) Celda de carga hidráulica.....	18
2.2. ENCODER	19
2.2.1. Tipos de encoder	19
a) Encoder lineal	19
b) Encoder rotativo.....	20
2.3. SATURACION DE OXIGENO (SpO2).....	22
2.3.1. Sensado SPo2-Pulxiosimetro	23
2.4. FRECUENCIA CARDIACA	24
2.4.1. Sensado frecuencia cardiaca (BPM)	24
2.5. ARDUINO Y LABVIEW	25

 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.5.1. Arduino	25
2.5.2. LabVIEW.....	26
2.6. Internet of Things (IoT).....	27
2.6.1. Plataformas lot	28
a) ThingSpeak	29
b) Altair SmartWorks	29
c) Geniot	30
d) Blynk	31
3. METODOLOGÍA	32
3.1. DISEÑO DE BÁSCULA	32
3.1.1. Diseño mecánico de la báscula.....	32
3.1.2. Diseño circuito acondicionamiento	33
3.1.3. Diseño PCB báscula.....	36
3.1.4. Visualización e interfaz Arduino	37
3.1.5. Prototipo báscula.....	38
3.2. MEDIDOR DE VELOCIDAD DE MOTOR.....	39
3.2.1. Adaptacion mecanica de encoder-motor	39
3.2.2. Circuito de acondicionamiento encoder	40
3.2.3. Diseño pcb para control motor	41
3.2.4. Diseño interfaz Arduino Blynk (IoT).....	42
3.2.5. Prototipo encoder	44
3.3. SISTEMAS DE ADQUICISION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS	45
3.3.1. Circuito acondicionamiento Spo2 y BPM	45
Arreglo de las complicaciones del Circuito MAX30100 con resistencias de Pull-Up.....	46
3.3.2. Diseño interfaz Arduino-Labview	46

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3.3. Prototipo de Sistema de Adquisición de Variables Fisiológicas	50
3.4. Sistema IoT para control de carga con mosfet y triac.....	51
3.4.1. Circuito para control de potencia con Mosfet y Triac	51
3.4.2. Diseño PCB para el Sistema IoT	52
3.4.3. Interfaz de control Blynk Arduino	53
3.4.4. Prototipo para control de cargas DC y AC	55
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1. MEDICIONES DE BÁSCULA.....	56
4.1.1. Medición cargas.....	56
4.1.2. Ajuste logarítmico.....	58
4.2. MEDICIONES ENCODER	59
Medición de RPM en Motor DC.....	59
Medición de RPM en Motor AC.....	60
4.3. MEDICIONES VARIABLES FISIOLÓGICAS.....	61
4.3.1. Spo2.....	63
4.3.2. Bpm.....	64
4.4. SISTEMAS IoT PARA CONTROL CARGAS DE POTENCIA DC y AC.....	64
4.4.1. Mosfet-carga de potencia DC-control	66
4.4.2. Triac-carga de potencia AC-control	67
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	68
REFERENCIAS	70
ANEXOS.....	72
Anexo A. SEMILLERO MMCC	72
Anexo B. Participación en Evento Semana de Ingeniería 2018.....	73

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Anexo C. Poster presentado en el evento..... 75

Anexo D. Hoja de datos MAX30100 (MaxIntegrated, 2018)..... 76

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Bascula de Supermercado.	14
Figura 2 Principio físico de una fuerza sobre una barra	15
Figura 3. Galga básica de hilo metálico	16
Figura 4. Celda de carga tipo barra recta	17
Figura 5. Celda de carga tipo S	18
Figura 6. Celda de carga tipo hidráulica	18
Figura 7. Encoder industrial.....	19
Figura 8. Funcionamiento encoder lineal.....	20
Figura 9. Funcionamiento encoder rotativo.....	21
Figura 10. Encoder rotativo	21
Figura 11. Encoder absoluto.....	22
Figura 12. Grafica luz roja e infrarroja.....	23
Figura 13. Funcionamiento pulxioximetro	23
Figura 14. Frecuencia cardiaca	24
Figura 15. Arduino uno	25
Figura 16. Entorno programación Arduino IDE	26
Figura 17. Panel frontal	27
Figura 18. Diagrama de bloques.....	27
Figura 19 Figura internet de las cosas (CISCO)	28
Figura 20. App ThingSpeak	29
Figura 21. App Altair SmartWorks.....	30
Figura 22. App Geniot.....	30
Figura 23. App Blynk.....	31
Figura 24. Base mecánica	32
Figura 25. Celda de carga	33
Figura 26. Puente wheatstone con celda	34
Figura 27. Diseño circuito bascula EAGLE.....	35
Figura 28. PCB Celda de carga	36
Figura 29. PCB Componentes	37

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 30. Interfaz Arduino balanza	38
Figura 31. Prototipo balanza	39
Figura 32. Adaptación del Encoder.....	40
Figura 33. Encoder con 20 ranuras	40
Figura 34. Encoder comercial	41
Figura 35. Control con mosfet	42
Figura 36. Interfaz RPM Arduino	43
Figura 37. Interfaz RPM BLYNK.....	44
Figura 38. Prototipo velocímetro	44
Figura 39. Circuito acondicionamiento variables fisiológicas.....	45
Figura 40. Código Arduino-LabVIEW	47
Figura 41. Interfaz diagrama de bloques LabVIEW	48
Figura 42. Panel frontal LabVIEW	49
Figura 43. Interfaz cardiaca	50
Figura 44. Circuito cardiaco	50
Figura 45. Circuito control carga AC/DC IOT	51
Figura 46. PCB control AC/DC.....	52
Figura 47, Circuito AC/DC	52
Figura 48. Interfaz Blynk-Arduino.....	53
Figura 49. Salida Blynk.....	54
Figura 50. Control Blynk	54
Figura 51. Prototipo sistema IOT #1	55
Figura 52. Prototipo sistema IOT #2	55
Figura 53. Báscula de laboratorio Ohaus de 2000gr CsSeries	56
Figura 54. Línea de tendencia ecuación logarítmica	58
Figura 55. Encoder conectado a motor DC.....	59
Figura 56. Encoder visualización Blynk.....	60
Figura 57. Encoder conectado a motor AC de Secador de Pelo	60
Figura 58. Conexión del Arduino con el Max30100.....	61
Figura 59. Interfaz Labview en vivo	62
Figura 60. Interfaz Labview circuito	63

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 61. Spo2	63
Figura 62. Bpm.....	64
Figura 63. Código Arduino Blynk	65
Figura 64. Interfaz vía serial utilizando símbolo del sistema de Windows 7.....	66
Figura 65. Interfaz IoT.....	67
Figura 66. Control On/Off carga AC.....	67
Figura 67. Curso Python	72
Figura 68. Semillero MMCC.....	73
Figura 69. Feria tecnológica 1.....	74
Figura 70. Feria tecnológica 2.....	74
Figura 71. Poster.....	75

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se habla de la adquisición y transformación de señales eléctricas provenientes de sensores de magnitudes físicas industriales y de variables fisiológicas de los seres humanos, así como el diseño de sistemas de adquisición y monitoreo con dispositivos de bajo costo.

En primer lugar, se habla sobre las celdas de carga, su principio físico, tipos, fabricación y costo, se muestra el desarrollo de una báscula, así como el diseño eléctrico y mecánico de la misma.

En segundo lugar, se trata sobre los principales métodos para la medición de velocidad, así como su fundamento físico en sistemas electromecánicos, se desarrolla un prototipo adaptable con interfaces remotas.

En tercer lugar, se estudian las variables fisiológicas como son la saturación de oxígeno y el ritmo cardiaco, se explica el funcionamiento del sensor y además se mostrar porcentajes reales de ambas variables, se diseña un sistema de fácil manipulación y con valores efectivos con un margen de error mínimo para adquirir los datos de forma remota con IoT.

A continuación, se presentan los objetivos general y específicos del proyecto.

Objetivo general:

Diseñar sistemas de sensado y control con visualización didáctica utilizando múltiples interfaces e IoT.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Objetivos específicos:

- Diseñar un sistema de adquisición de datos para una báscula con LCD
- Diseñar un medidor de velocidad para un motor por medio de sensor encoder
- Diseñar un sistema de adquisición de datos Spo2 y Bpm por medio de LabVIEW y diseñar un sistema de control de carga de AC y DC con IoT.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

El proyecto gira en torno a la adquisición de datos de los diferentes sensores y una adecuada transmisión de valores hacia entornos de desarrollo en Arduino, LabVIEW y Blynk que permiten monitorear e interactuar desde interfaces o desde la web, lo cual conlleva a sistemas IoT. En este marco teórico se mostrarán algunos aspectos de los sensores y herramientas manejadas en el proyecto, el orden en que se explicarán en el capítulo es: Celdas de carga, encoders, SpO2, BpM, Labview, Arduino e IoT.

2.1. CELDAS DE CARGA (Strain gauge)

Una celda de carga es un transductor que convierte una fuerza en una señal eléctrica. Los medidores de deformación se les llama “galgas extensometricas” (Acomme, 2018). Antes de que las celdas de carga a base de galgas extensometricas se convirtieran en el principal método de pesaje industrial, las básculas de palanca mecánicas eran ampliamente usadas (Omega, 2018). Las básculas se utilizan desde la medición de componentes pequeños como pastillas hasta vagones de tren, uno de los usos que vemos más a diario es en los supermercados Figura 1.



Figura 1. Bascula de Supermercado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.1.1. Principio físico

Según la propiedad de la piezorresistividad la cual se define como la capacidad que tienen algunos elementos para variar su resistencia eléctrica cuando son sometidas a un esfuerzo, no existen cuerpos indeformables, los cuerpos que al deformarse vuelven a sus dimensiones originales se les llama elásticos, mientras los que no se llaman plásticos (Vigo, 2018). La resistencia de un material viene dada por la siguiente ecuación

$$R = P * \left(\frac{L}{A}\right)$$

Ecuación 1. Resistencia de un elemento

P= Resistividad del material

L= Longitud

A= Área de sección

Si la barra de la Figura 2 es sometida a un esfuerzo en cual la barra se le aplica una fuerza de flexión el valor de longitud aumentara así como el valor total de la resistencia como lo explica la Ecuación 1, a esto se le conoce como deformación unitaria,

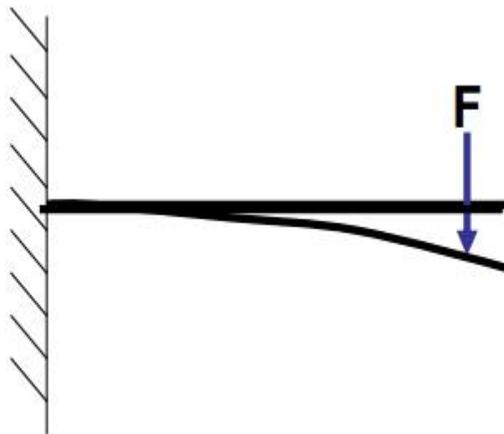


Figura 2 Principio físico de una fuerza sobre una barra

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.1.2. Materiales

Los materiales más usados para la manufactura de las galgas son las aleaciones de Cobre-Niquel, Niquel-Cromo, Niquel-Cromo-Molibdeno y Platino-Tungsteno y generalmente se refieren a ellas por el nombre de su marca. Hay una gran variedad de galgas extensométricas de resistencia eléctrica disponibles para varias aplicaciones (dpfsensors, 2018).

Aleaciones metálicas como por ejemplo el constantan (Cu-Ni) y el Nicróm (Cr-Ni). Otras se realizan con semiconductores (Si, Ge), estas tienen mayor sensibilidad térmica. En la actualidad se utilizan principalmente las galgas metálicas porque la deposición de un metal sobre un soporte flexible es muy sencilla y tienen menor costo, entre 10 y 20 veces más baratas. Un ejemplo de galga se muestra en la Figura 3.

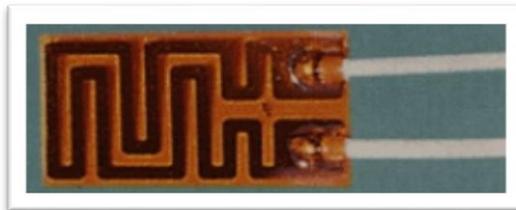


Figura 3. Galga básica de hilo metálico

2.1.3. Tipos de celdas de carga

Se detallan los tres tipos de celdas de carga más utilizadas, así como sus respectivos usos y características, ellas son: Celda de Barra Recta, Celda de Tipo S y la Celda Hidráulica

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

a) Celda de carga de barra recta

Está compuesta por una viga de flexión y una galga de hilo metálico como se observa en la Figura 4 se le puede aplicar una deformación a este tipo de celdas que puede ser negativa o positiva por eso usualmente el fabricante indica el sentido de instalación. Si la galga se ubica en un puente de Wheatstone y se alimenta a Vcc cuando se le aplique una fuerza de flexión variara su resistencia y por ende el voltaje de salida (HBM, 2018).

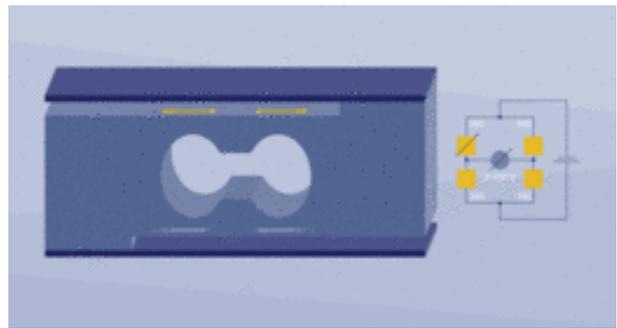


Figura 4. Celda de carga tipo barra recta

b) Celda de carga tipo S

Funcionan para medir valores de tensión o compresión a diferencia de la tipo recta esta puede medir mayor cantidad de peso y son más precisas y de mayor costo en la Figura 5 se observa un modelo comercial, cuentas con cuatro galgas de hilo metálico y son usadas en sistemas de pesaje industrial. Este tipo de celda de carga se implementa en: pesaje de tanques, pesaje de tolvas, conversión de básculas de camiones (OMEGA, 2017).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

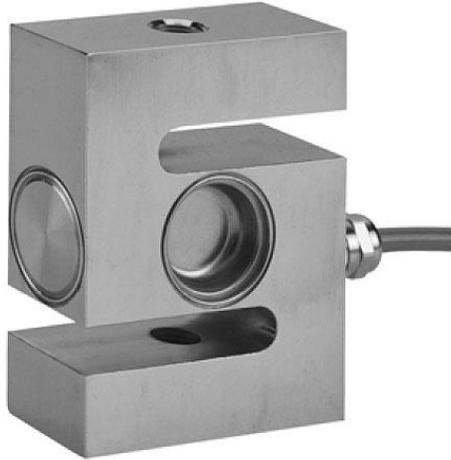


Figura 5. Celda de carga tipo S

c) Celda de carga hidráulica

Son un tipo de celdas que tiene la particularidad de ser autónomas o sea que no necesitan energía externa para su funcionamiento, suelen ser utilizadas en lugares potencialmente explosivos estas células son un dispositivo llenó de un líquido (generalmente aceite) que tiene una presión de precarga o inicial ver Figura 6. La aplicación de la fuerza aumenta la presión del líquido que es medida por un transductor de presión o exhibida mediante un tubo de bordón (Sensors, 2018).



Figura 6. Celda de carga tipo hidráulica

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.2. ENCODER

Los “encoders” o codificadores rotativos son mecanismos que se utilizan para obtener mediciones de variables como velocidad, posición y sentido de giro, usualmente están instalados para medir los datos del rotor de un motor como se muestra en la Figura 7. Los encoder envían señales eléctricas que normalmente son pulsos, estas son interpretadas por un circuito que acondiciona la señal y muestra un valor a su salida, en otras palabras el encoder es un artefacto que convierte la posición angular de un eje a un código digital (Requena, 2018).



Figura 7. Encoder industrial

2.2.1. Tipos de encoder

Los encoder vienen divididos en dos tipos lineales y rotatorios, se observara el funcionamiento teorico de cada uno y sus ventajas dependiendo de la aplicación. Además los encoder rotatorios tienen dos sub tipos que son los tipo incremental y tipo absoluto

a) Encoder lineal

Este tipo de encoder son generalmente desarrollados con una tecnología magnética suelen ser más resistentes al polvo, humedad y grasa. Como se ilustra en la Figura 8 estos consisten en un carrete enrollando a una serie de imanes distanciados linealmente que

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

están fijos a una carcasa. Cuando un diente de engrane magnético pasa encima de uno de los imanes se genera un pulso de voltaje.

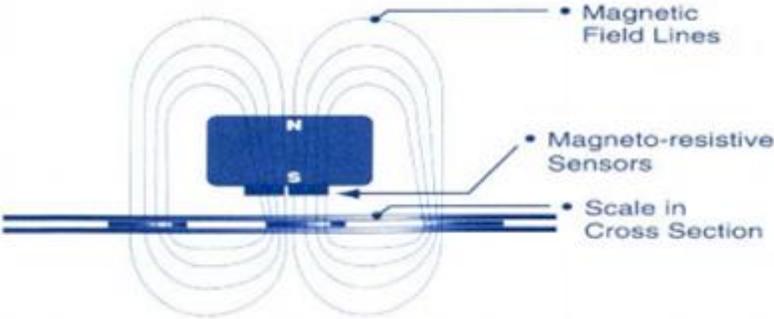


Figura 8. Funcionamiento encoder lineal

b) Encoder rotativo

Se componen basicamente de un disco usualmente de vidrio o plastico que esta conectado a un eje giratorio, este disco posee unas pequeñas ranuras ubicadas dentro del disco justo como se ve en la Figura 9 y al estar girando bloquean o deja cruzar una fuente de luz(tipicamente infrarroja), cuando el receptor recibe el pulso lo interpreta y lo muestra en pantalla por medio de un sistema de adquisision de datos, los encoder rotativos vienen divididos en dos tipos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

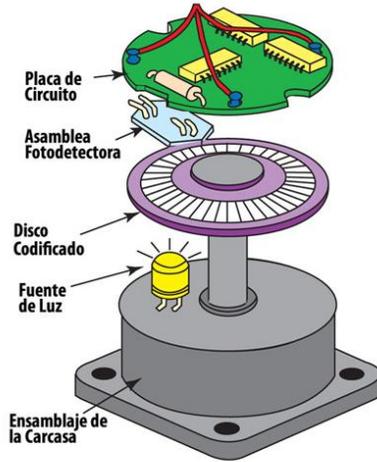


Figura 9. Funcionamiento encoder rotativo

b.1) Encoder incremental

Este tipo de encoder provee un numero especifico de pulsos equitativamente separados por cada revolucion como en la Figura 10, se utiliza una salida ya que usualmente se usan para dispositivos donde no es importantes el sentido de giro (unidireccional) , la salida indica movimiento, para determinar su posicion sus pulsos deben ser acumulados por un contador, al haber una perdida de energia usualmente sus valores se reinician (WEST, 2018).



Figura 10. Encoder rotativo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

b.2) Encoder absoluto

Un encoder absoluto genera mensajes digitales que representan posición, velocidad y sentido de giro del dispositivo, tienen unas ranuras especiales que ayudan al dispositivo a retomar su posición como se muestra en la Figura 11, además cuando la energía se pierde estos pueden corregir su salida en cuanto la energía sea restablecida. En los encoders absolutos la posición se entrega en un valor mediante un bus de paralelo o sea que si tenemos un encoder de 256 posiciones tendremos un encoder de 8 líneas u 8 bits que indica en binario su posición (MCBtec, 2018).



Figura 11. Encoder absoluto

2.3. SATURACION DE OXIGENO (SpO2)

El cuerpo humano tiene la necesidad de tener un buen intercambio de gases con respecto a los pulmones, la hemoglobina es la encargada de transportar el oxígeno, cada glóbulo rojo contiene 300 millones de moléculas de hemoglobina, cuando se dice que hay una saturación del 96 % de oxígeno significa que cada glóbulo tiene un 97% de oxígeno, se puede medir la cantidad de oxígeno de dos formas por oximetría de pulso (SpO2) por medio de un dispositivo externo o por medio de gasometría arterial (Sao2) de forma invasiva sacando sangre y midiendo la cantidad directamente. Los valores normales de un adulto deben ser superiores a 95%, en cambio una persona con dificultad respiratoria

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

puede mostrar un 92% sin que sea alarmante, en otras palabras la saturación de oxígeno nos dice la facilidad o carencia de una persona para respirar (Ruiz, 2018).

2.3.1. Sensado SPO2-Pulxiosimetro

Es un método no invasivo que permite la rápida medición del % de saturación, el pulsoxímetro transmite luz a dos longitudes de onda (roja 660nm e infrarroja 940nm) ver Figura 12 ,y se ubica en un lugar del cuerpo donde haya un buen flujo sanguíneo y haya un buen paso de luz como por ejemplo los dedos de las manos o el lóbulo de la oreja, en la Figura 13 se muestra el proceso más detallado, si hay una mayor absorción de luz infrarroja y permite pasar más luz roja hay una buena saturación de oxígeno mientras que si hay un mayor paso de infrarroja y más absorción de luz roja significa un porcentaje de saturación reducido (Noguerol Casado, 2018).

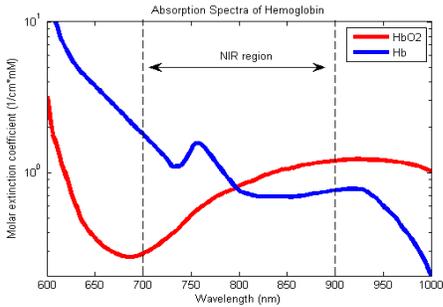


Figura 12. Grafica luz roja e infrarroja

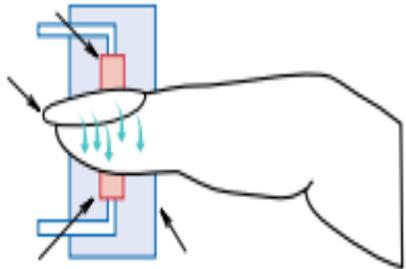


Figura 13. Funcionamiento pulxioximetro

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.4. FRECUENCIA CARDIACA

La frecuencia cardiaca es un signo vital de las personas y esta representado por la cantidad de palpitations o pulsos que nuestro corazon realiza en un minuto, existe la frecuencia cardiaca en reposo esto significa que nuestro corazon esta relajado o tranquilo osea cuando no estamos haciendo un esfuerzo fisico ni mental , un adulto mayor posee un pulso entre 60 y 100 latidos por minuto y un niño entre 80 y 110, al realizar determinada tarea nuestro corazon incrementara su esfuerzo y entregara una mayor cantidad de energia y oxigeno para la actividad a realizar. otro factor funamental es la adrenalina que explica que cuando estamos asustados o sorprendidos, nuestro corazón automáticamente aumenta su frecuencia cardiaca como respuesta a la adrenalina que se experimenta, preparándonos así para usar más oxígeno y energía (Today, 2018).

2.4.1. Sensado frecuencia cardiaca (BPM)

El sensor consiste en un pequeño led de luz infrarroja, tras el efecto del corazon en bombear la sangre e impulsarla a travez de los vasos sanguineos, la cantidad de sangre cambia con respecto al tiempo, el sensor es el encargado de medir la cantidad de luz que atravieza el infrarrojo asi como las variaciones de intensidad de luz dependiendo de los cambios de volumen de la sangre, como se muestra en la Figura 14 cada vez que el corazon envíe un pulso el sensor tendra como respuesta a la salida un pico

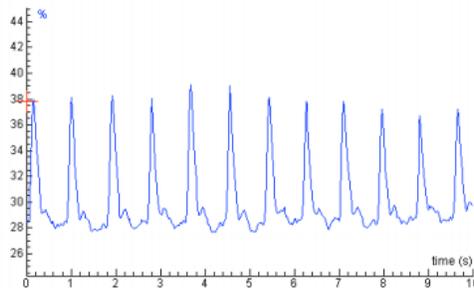


Figura 14. Frecuencia cardiaca

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.5. ARDUINO Y LABVIEW

Estas dos plataformas de desarrollo serán las utilizadas para la creación de los programas que sean los encargados de tomar los datos de los sensores y realizar las interfaces necesarias para el proyecto. Arduino se emplea para la conversión análoga digital y LabVIEW para realizar la interfaz gráfica para mostrar los datos.

2.5.1. Arduino

Arduino es una plataforma para la creación de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software con una facilidad de uso ver Figura 15 . Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos. Arduino posee una recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos (Arduino, 2018). la potencia o capacidad de un Arduino es directamente proporcional a su costo. su lenguaje de programación está basado en c++, este se divide en tres partes principales: estructura, valores (variables y constantes) y funciones ver en la Figura 16 el Arduino Ide. Es una solución educativa económica y con múltiples soluciones dentro de múltiples campos.



Figura 15. Arduino uno

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 16. Entorno programación Arduino IDE

2.5.2. LabVIEW

Es un entorno de desarrollo de software diseñado para la producción de aplicaciones basadas en simulaciones o para acciones del mundo real, las cuales se pueden diseñar, controlar y observar entre otras muchas funcionalidades, ofrece un enfoque de programación gráfica para observar todos los detalles de la aplicación como se ilustra en la Figura 17, incluyendo configuración de hardware, datos de medidas y depuración. Esta programa permite la interfaz con casi cualquier sistema de hardware, entre sus funciones más características está el desarrollar algoritmos de análisis de datos y diseñar interfaces personalizadas para el cliente (Instruments, 2018). Al ser un entorno gráfico esto facilita su uso tanto para programadores profesionales como para individuos con poco conocimiento en programación, un programa en LabVIEW también es llamado instrumento virtual (Vis), usualmente la complejidad de un proyecto tiene relación con la cantidad de Vis utilizados para la funcionalidad del mismo, tiene dos tipos de ventanas para su programación una donde se muestra el diagrama de bloques como se ve en la Figura 18 mientras que en la otra un pantalla gráfica donde el cliente interactúa con el sistema programado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

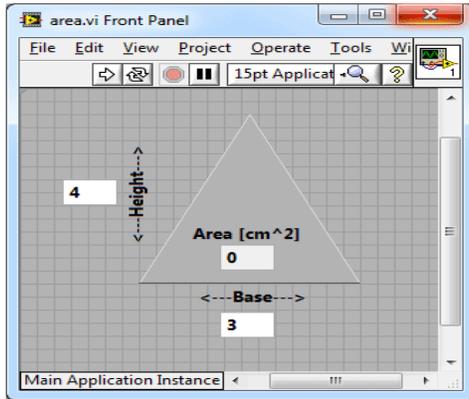


Figura 17. Panel frontal

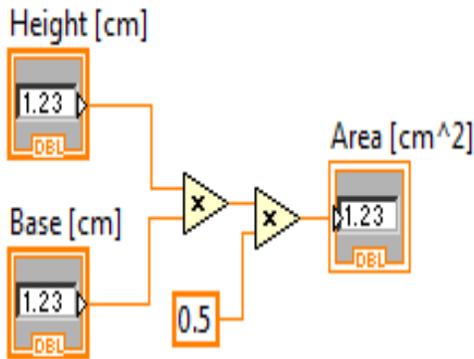


Figura 18. Diagrama de bloques

2.6. Internet of Things (IoT)

Llamado Internet de las cosas por sus siglas en ingles, es la capacidad que tiene un dispositivo o un conjunto de dispositivos para conectarse a internet y ademas interrelacionarse entre si permitiendo un control semi o totalmente automatico, la tendencia del internet de las cosas es la conexión mas con objetos que con personas osea que no es obligatorio la comunicación persona a persona o persona a dispositivo, tambien llamado "Internet de los objetos hay que tener en cuenta el impacto que Internet ha tenido sobre la educación, la comunicación, las empresas, la ciencia, el gobierno y la humanidad. El internet es uno de los inventos más importantes de la humanidad. El IOT una iniciativa en la cual podríamos saber dónde está un objeto, si esta encendió o

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

apagado, si está dentro de los valores correctos de funcionamiento o si necesita un mantenimiento preventivo. En 2010 se vendieron aproximadamente 12,5 mil millones de dispositivos que se podían conectar a Internet, con una población mundial de 6,8 mil millones, por lo que el número de dispositivos conectados por persona es superior a 1 (1,84 para ser exactos) por primera vez en la historia, (Cisco, 2011). Cisco hizo un estudio sobre la cantidad de dispositivos conectados a internet y publicó según Figura 19 que la revolución del IOT comenzó a mediados del 2008.

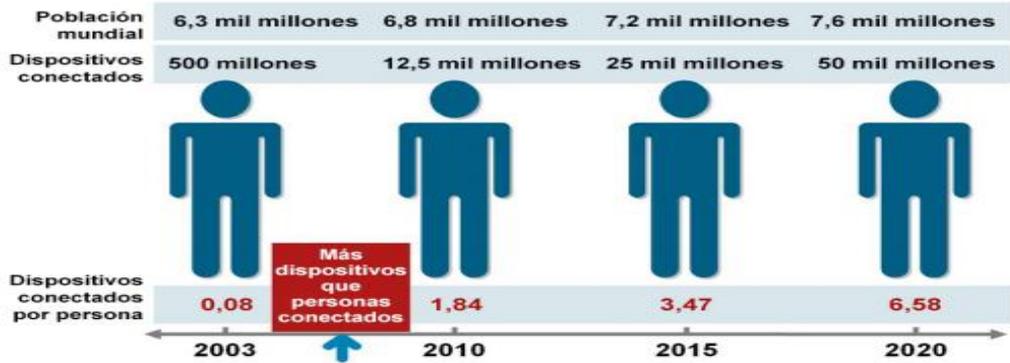


Figura 19 Figura internet de las cosas (CISCO)

2.6.1. Plataformas Iot

Existen entornos en los cuales de forma relativamente sencilla se puede interactuar con sistemas IoT. Se llaman plataformas IoT a una base en la que los dispositivos están interconectados y generan un ecosistema propio. Dicho de otra manera, es una plataforma web integrada que proporciona un entorno de software y que a la vez interconecta dispositivos de hardware, así como sensores u actuadores, así el usuario interactuara con los objetos de manera remota. Las Plataformas estudiadas en este proyecto son: Altair SmartWorks, Geniot, ThingSpeak y Blynk

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

a) ThingSpeak

Es una App de código abierto para trabajar proyectos de IoT esta aplicación permite la creación de aplicaciones de registro de sensores. Aplicaciones de seguimiento de ubicación como se ve en la Figura 20, y una red social de cosas con actualizaciones de estado, actualmente es una de las plataformas IOT más utilizadas, tiene la característica de que sus datos son analizados con MATLAB, es gratuita para proyectos pequeños no comerciales, para proyectos de mayor capacidad la empresa ofrece cuatro tipos de licencias anuales diferentes: Estándar, Académico, Estudiante y Hogar (ThingSpeak, 2018).

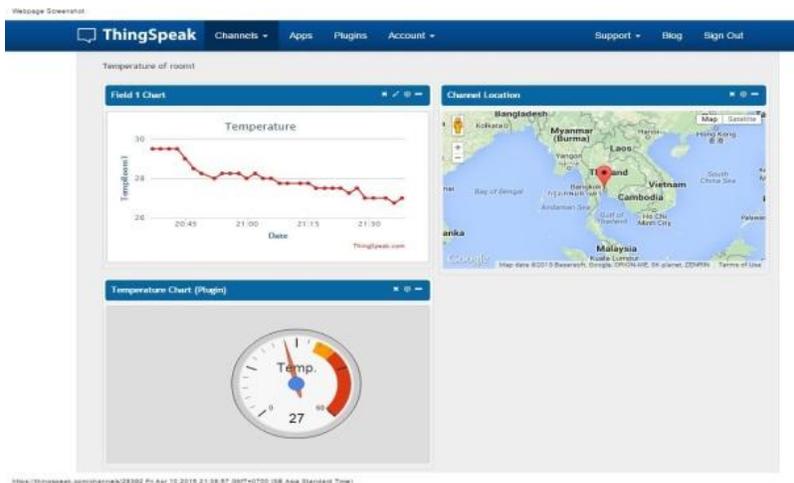


Figura 20. App ThingSpeak

b) Altair SmartWorks

Es una app de IOT para un nivel empresarial, Dispone de una plataforma con una alta compatibilidad con hardware y sistemas de alta potencia, esta empresa transforma el diseño y la toma de decisiones mediante aplicaciones de simulación ver Figura 21, aprendizaje automático y optimización de los ciclos de vida de los productos. Es una plataforma de autoservicio los usuarios se pueden conectar a fuentes de datos, crear paneles e integrar análisis en una sola aplicación. (Altair, 2018)



Figura 21. App Altair SmartWorks

c) Geniot

Es una empresa de profesionales expertos en sistemas de domótica de las mejoras marcas, la empresa realiza proyectos para transformar tu casa en un hogar inteligente, con alta tecnología e interacción como se muestra en la Figura 22, ofrecen soluciones en PCB personalizadas así como impresiones 3D para sistemas de electrónica en general. Además, ofrece un casco inteligente que se utiliza en la construcción y la minería que tiene como objetivo maximizar el cuidado de los trabajadores.



Figura 22. App Geniot

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

d) Blynk

Blynk es una plataforma con aplicaciones para IOS y Android, es un panel que permite la creación de interfaces gráficas, Blynk utiliza Widgets los cuales pueden ser de tipo control o display, es una plataforma open hardware la cual permite la conexión y configuración con casi cualquier SOC. Como se observa en la Figura 23 esta permite múltiples sensores dentro de un solo smartphone y fácil manejo para casi cualquier proyecto electrónico, la aplicación es gratuita y viene con una cantidad de widgets disponibles, se aumenta el costo dependiendo de la cantidad de widgets que se utilicen en el proyecto. (Blynk, 2018)



Figura 23. App Blynk

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se muestran los pasos para el desarrollo de sistemas de adquisición para la obtención de magnitudes físicas y variables fisiológicas, se explican las configuraciones para acondicionar cada sensor, así como sus estructuras mecánicas para brindar una estabilidad y precisión de los datos hacia plataformas de desarrollo para el monitoreo de estos.

3.1. DISEÑO DE BÁSCULA

En el diseño de la báscula se diseña un prototipo, el cual tiene tres partes básicas: Diseño mecánico, diseño de hardware y diseño de software embebido.

3.1.1. Diseño mecánico de la báscula

Se recortaron tres tablas a la medida como se ve en la Figura 24, una base de 20x15 cm que brindara una estabilidad en caso de un volcamiento, una vertical que servirá de apoyo para el peso y tiene 11x4x3 cm y una superficie de 14x6 cm donde ira ubicado el objeto a medir , la celda de carga utilizada es de tipo célula extensometricas ósea que cambia su resistencia con respecto a la fuerza o presión que se le ejerza, como se observa en la Figura 25 la barra de madera vertical y la superficie están a la misma distancia con respecto a la mitad de la celda de carga, esto mejora la estabilidad de la salida y la distribución uniforme entre los dos trozos de madera.



Figura 24. Base mecánica

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 25. Celda de carga

3.1.2. Diseño circuito acondicionamiento

Quando se ejerce presión sobre la celda extensiométrica está varía su resistencia haciendo que el voltaje de uno de los dos divisores de tensión que posee el puente aumente o disminuya haciendo como salida los puntos A y B, el nodo B permanece constante ya que sus resistencias son iguales, mientras que el nodo A variara una de sus resistencias ósea que variara el voltaje en el nodo, haciendo que la diferencia de potencial entre A y B aumente o disminuya. La célula varia su resistencia dependiendo el sentido en el cual se le aplica la fuerza, como se observa en la Figura 26 si se mide el voltaje de salida entre los puntos si A y B la celda de carga entregara un valor, si a la celda se desatornilla y se invierte entregara un valor diferente por eso usualmente mediante etiquetas viene la posición recomendada para instalar la celda, la salida de voltaje del puente va a la entrada del amplificador de instrumentación.

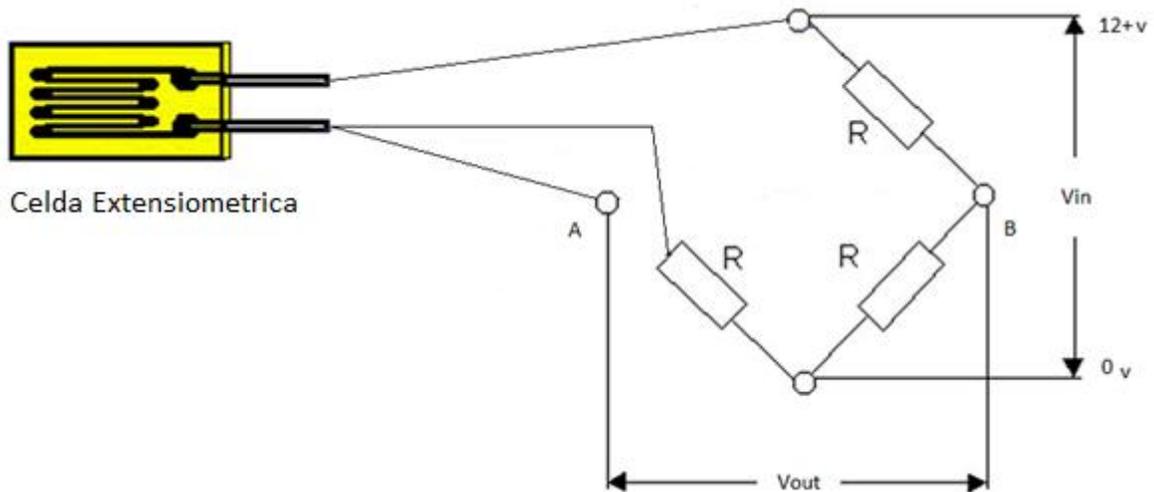


Figura 26. Puente wheatstone con celda

La salida del puente de wheatstone es un voltaje diferencial, esto significa que es un voltaje que no está referenciado a ninguna tierra, en la Figura 26 se puede observar que aunque los puntos A y B cada uno por separado se pueden referenciar a tierra y entregar un valor, pero la salida es referenciada del punto A al B, el amplificador de instrumentación tiene la particularidad de permitir una entrada de voltaje diferencial y además permite ajustar la ganancia de amplificación de la señal.

$$V_{OUT} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right) * \left(1 + \frac{2R_F}{R}\right) * (V_2 - V_1)$$

Ecuación 2. Vout. Amplificador de instrumentacion

Para el diseño del Amplificador de Instrumentación se utiliza el amplificador operacional UA 741 el cual tiene una alta capacidad en ganancia y funciona con polarización dual, El voltaje de salida del amplificador de instrumentación depende de los valores de resistencia del circuito, se utiliza una celda de carga con capacidad de 10 kg, la

celda entrega 1mv/V esto significa que si la pesa se alimenta a 12V el máximo voltaje que entregara serán 12mV. EL diseño en Eagle con el esquemático se muestra en la Figura 27.

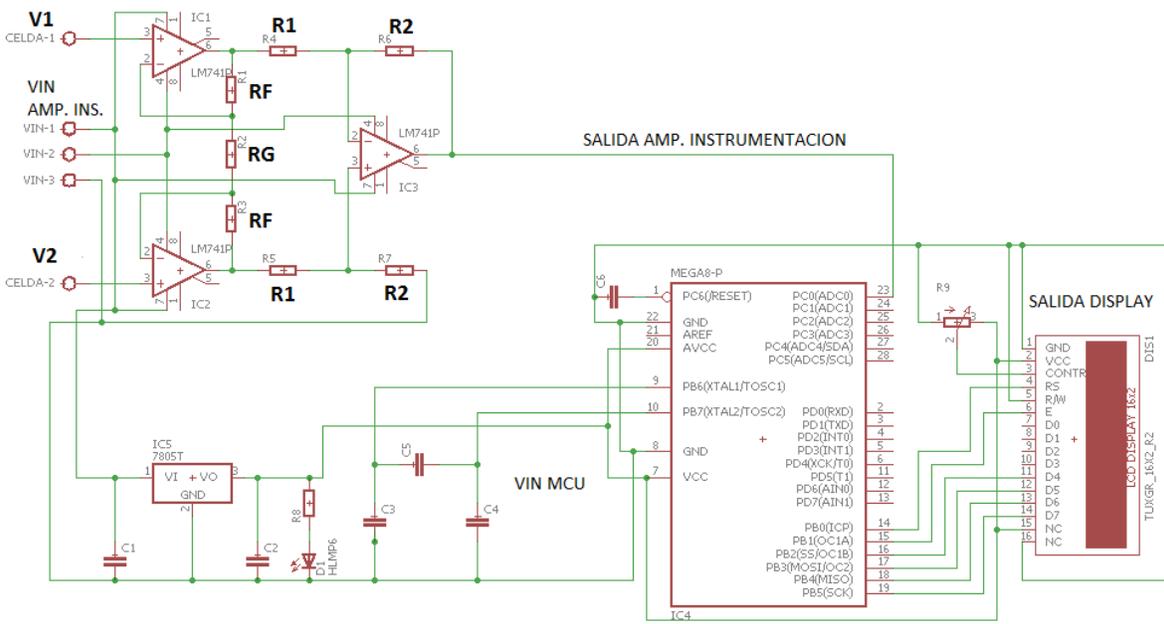


Figura 27. Diseño circuito bascula EAGLE

Basado en Figura 27 las resistencias R1 y R2 se escogieron de 100k para que se anulen y dé como resultado 1 cuando se reemplaza en la Ecuación 2. Se diseñó teóricamente una ganancia de 2000 así que se utilizan las RF de 100k y la resistencia de ganancia de 100 Ω, se utiliza una alta ganancia para asegurar la precisión de la salida.

La salida del amplificador de instrumentación se lleva al pin de entrada analógica A0 de Arduino, el valor del voltaje debe estar entre 0 y 5V. El circuito de alimentación para el microcontrolador Atmega328 se realiza con un regulador de voltaje LM7805 y una serie de condensadores que sirven como filtros, además cuenta con un led que indica una activación del sistema, el valor de salida el cual indica el peso real del objeto se mostrara en una LDC de 16x2

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.1.3. Diseño PCB báscula

El Diseño PCB para la tarjeta impresa se realiza en el programa de diseño de circuitos electrónicos EAGLE, se escogen los componentes de acuerdo con una medición que se hace con anterioridad como se observa en la Figura 28 se tuvieron en cuenta las dimensiones de la base mecánica.

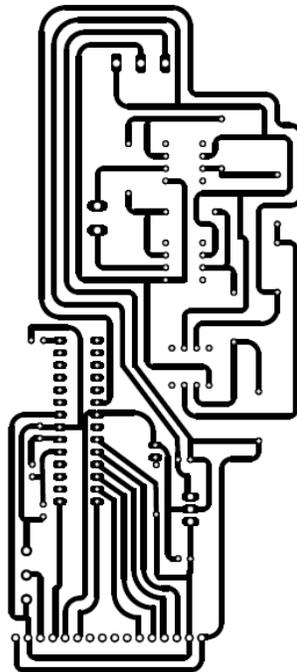


Figura 28. PCB Celda de carga

El circuito físico posee dos borneras las cuales una sirve para la entrada de alimentación de voltaje dual y la otra como entrada para la salida de la celda de carga, posee dos bases desmontables en las cuales se puede retirar el MCU y la LCD en caso de un fallo, además posee un potenciómetro para ajustar el brillo de la pantalla, se puede observar estas características en la Figura 29.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 29. PCB Componentes

3.1.4. Visualización e interfaz Arduino

El Sensor es acondicionado y su valor se envía hacia el pin A0 de Arduino este hace una conversión entre 0 y 1023(10 Bits). El circuito de la báscula entrega sin carga un voltaje de 2V aproximadamente 422 bits transformado.

Como se muestra en la Figura 30 este valor se le resta a la variable promedio dando como salida de peso la variable lectura, se asigna la variable salida_display como salida final para la LCD, cada 100 milisegundos se hace sensado de la salida, el programa posee una función llamada media, la cual suma las ultimas 10 muestras y las divide por la cantidad de lecturas cada segundo (1000 milisegundos) asegurando un promedio y un valor más estable a la salida.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

```

void loop() {
total= total - readings[indice];
readings[indice] = analogRead(entrada_analoga);
total= total + readings[indice];
indice = indice + 1;
if (indice >= muestras){indice = 0;}
promedio = (total / muestras);
lectura = (promedio-422.0);

if(promedio < 425.0){salida_display = promedio*0;}
if(promedio >= 426.0){salida_display = ((lectura)*((-0.445)*(log(lectura)))+(3,9562));}
lcd.clear();
if(salida_display <500){
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("Peso:"+String(salida_display)+"G");
}

else{
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("Peso:500.00G");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("MAX");}
delay(100);
}

```

Figura 30. Interfaz Arduino balanza

3.1.5. Prototipo báscula

El prototipo final es una celda de carga que acepta pesos entre los 0 y 500 gramos, cuando a la pesa se le somete a un exceso de peso por encima de 500 Gr, en la LCD mostrara un mensaje que dirá que está en su valor máximo de medición tras cómo se expresa en la Figura 30, tras evaluar los diferentes problemas se le añade un peso inicial que es necesario para asegurar un valor estable y necesario para una medición de valores pequeños, ya que cuando un objeto que mide en la balanza esta empieza a medir después de un valor de 600 Gr aproximadamente como se ve en la Figura 31.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

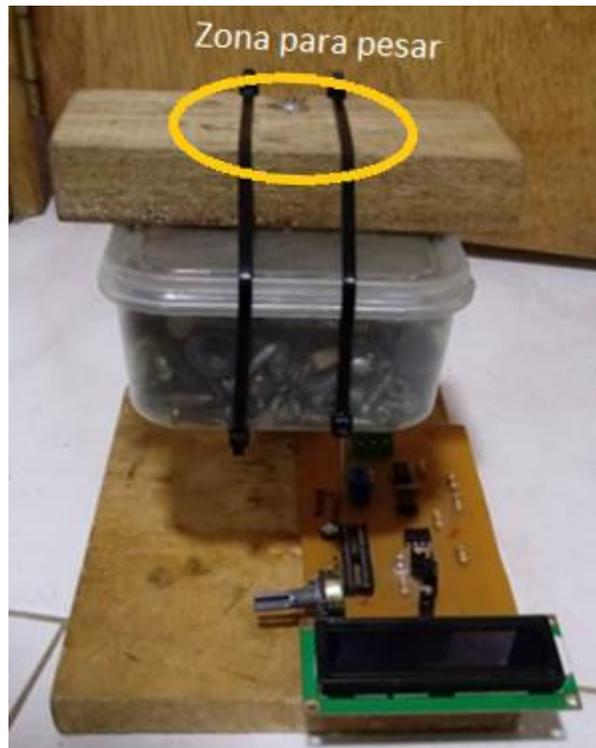


Figura 31. Prototipo balanza

3.2. MEDIDOR DE VELOCIDAD DE MOTOR

Se explicada todo el proceso de ensamblamiento del dispositivo así como el funcionamiento de cada etapa para observar la velocidad esperada, que va desde el encoder hasta el software embebido para medición de velocidad.

3.2.1. Adaptacion mecanica de encoder-motor

Se utiliza un trozo de madera de 2 x 3 x 0.5 cm que suspende del suelo al motor como se muestra en la Figura 33, se fija a la superficie aplicando silicona y una amarradera plastica que hace presion y mantiene el motor quieto a pesar de estar en movimiento, el encoder esta atornillado sobre una base de madera de 4x2x0.5 cm y esta a su vez esta asegurado a una base de madera con una lamina en L con dos huecos en cada extremo. la

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

rueda dentada se encaja en el motor con silicona caliente, posee un total de 20 ranuras por cada revolución, tal como se observa en la Figura 32 y Figura 33.



Figura 32. Adaptación del Encoder

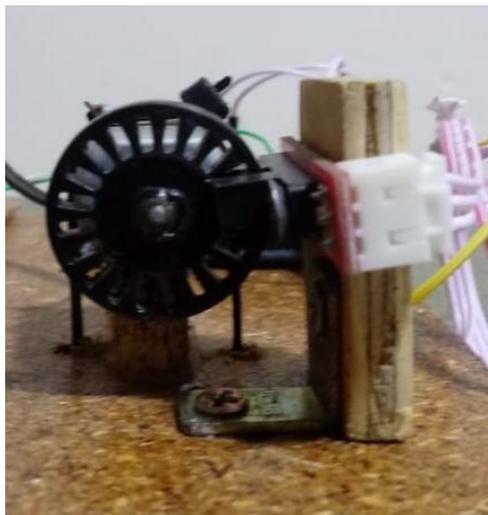


Figura 33. Encoder con 20 ranuras

3.2.2. Circuito de acondicionamiento encoder

Para el sensor ranurado infrarrojo que envía señales al encoder, se utiliza el encoder de referencia SEN-ENCO-02, viene incorporado dentro de este un opto interruptor y un LED que indica cuando hay una obstrucción entre el emisor y el receptor ver Figura 34,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

tiene un voltaje de alimentación de 3.3 a 5v y una corriente máxima de 3A, posee tres pines los cuales dos son entradas Vcc, tierra y una salida digital que enviara un alto cada vez que haya una obstrucción dentro del opto



Figura 34. Encoder comercial

3.2.3. Diseño pcb para control motor

Para el control del motor se realiza un circuito en la cual se puede probar el funcionamiento correcto del circuito con un control On/Off, en este se utiliza un mosfet canal N tal como se ilustra en la Figura 35 el cual por medio de un Switch activa o desactiva el paso de corriente por medio de un nivel de voltaje digital que va hacia el “gate” co compuerta de control del mosfet.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

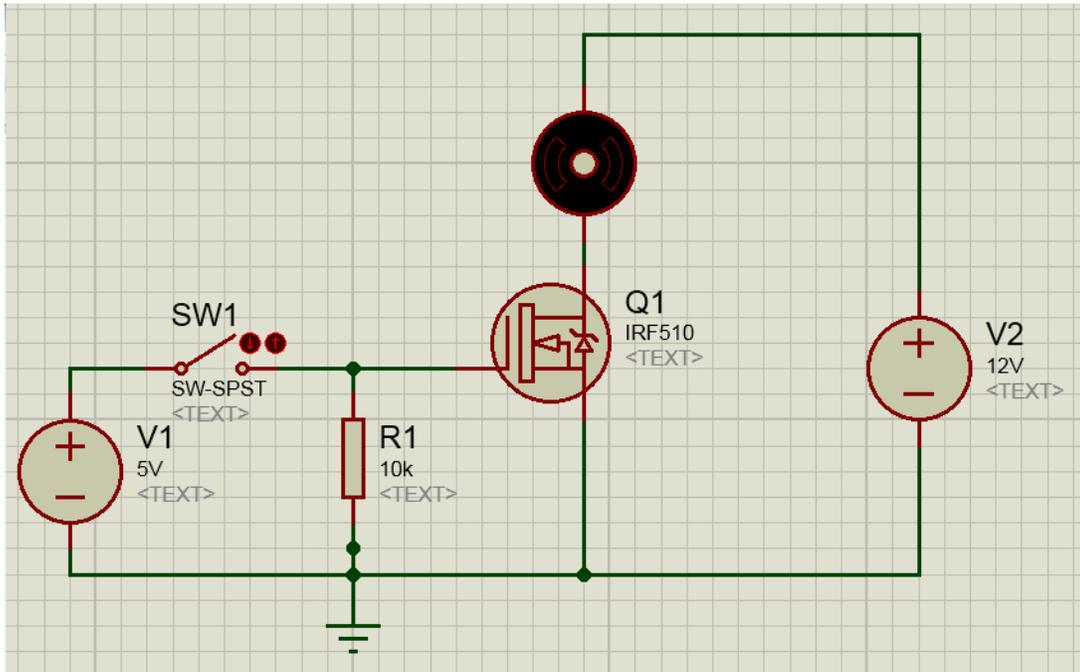


Figura 35. Control con mosfet

3.2.4. Diseño interfaz Arduino Blynk (IoT)

Primero se debe descargar y configurar Blynk para Arduino (Blynk, 2018), los pasos para trabajar con Blynk son:

- Descargar Blynk App para Android o iOS
- Conseguir el Auth Token
- Instalar Blynk Library
- Crear el sketch code
- Pegar Auth Token en el código de Arduino

Luego se trabaja el desarrollo en Arduino para captura de mediciones de velocidad. Cuando se pone el motor en marcha, cada vez que el encoder envía un flanco de subida produce una interrupcion en arduino que incrementa el contador, como tiene 20 ranuras, estas equivalen a una vuelta, en un segundo cuenta las vueltas que realiza el encoder. En el código se trabaja el delay con 999 milisegundos, y la interrupción se llama

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

interrupcion0(), y desde allí se incrementa el contador cada flanco de subida, el código se muestra en la Figura 36. En la Figura 37 se observa la aplicación en Blynk.

Para hacer el cálculo de velocidad se tiene en cuenta una ventana de tiempo de un segundo. Después, el contador se reinicia y se repite el proceso infinitamente, además ya que en el sistema internacional de unidades se utiliza como valor general RPM el valor se multiplica por 60 dando la cantidad de revoluciones del motor por minuto, la variable de salida llamada “valor” es enviado del arduino via serial hacia la nube y en blynk se utiliza como una salida virtual(V1) siendo fácilmente mostrada es un display de blynk como un valor entero.

```

#define BLYNK_PRINT DebugSerial
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial DebugSerial(2, 3);
#include <BlynkSimpleStream.h>
char auth[] = "98d573aed1494661aa37c6eac3fdc80c";
volatile int contador = 0;

BLYNK_READ(V1)
{
  delay(999);
  int valor=contador*3;
  contador=0;
  Blynk.virtualWrite(V1,valor);
}

void setup() {
  DebugSerial.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(Serial, auth);
  attachInterrupt(0, interrupcion0, RISING);
}

void loop() { Blynk.run(); }
void interrupcion0() {contador++;}

```

Figura 36. Interfaz RPM Arduino

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 37. Interfaz RPM BLYNK

3.2.5. Prototipo encoder

El prototipo final es un velocímetro de un motor DC con un control On/Off, las RPM de salida se mantienen en promedio en 11.000 RPM cuando esta con el máximo voltaje de 5v. Hay que tener cuidado con la conexión a Arduino, debido a que las vibraciones hacen que los cables pierdan continuidad y se tomen medidas erróneas, por esta razón se decide asegurar con dos pequeños tornillos el Arduino a la base como se ve en la Figura 38.

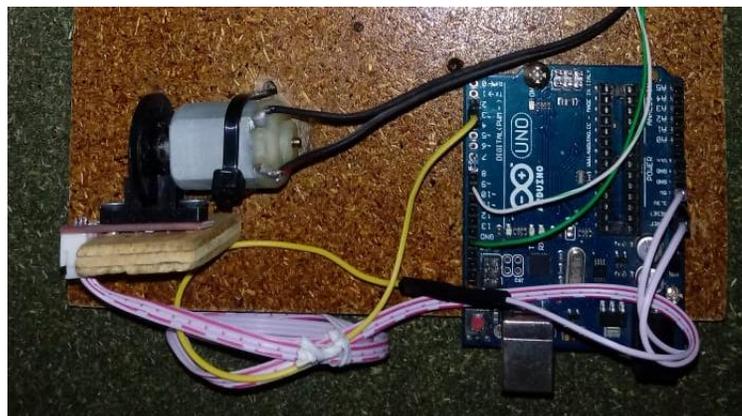


Figura 38. Prototipo velocímetro

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3. SISTEMAS DE ADQUICISION DE VARIABLES FISIOLÓGICAS

Para la medición de las variables fisiológicas de SpO2 y BpM se utiliza el sensor con acondicionamiento Max30100. Se describe el funcionamiento para la obtencion de los datos encontrados asi como los detalles y arreglos a las complicaciones de contruccion del circuito prototipo final.

3.3.1. Circuito acondicionamiento Spo2 y BPM

El circuito que utilizamos para para la obtencion de los valores de saturacion de oxigeno en la sangre y ritmo cardiaco sera el sensor MAX30100 (MaxIntegrated, 2018). Es un sensor de bajo costo con respecto a sus competencias. Este brinda dos pines para alimentar el sensor, dos pines de comunicación para I2C uno del reloj y el otro de datos tambien posee dos pines para configurar los leds de rojo e infrarojo, la tarjeta del sensor se muestra en la Figura 39.



Figura 39. Circuito acondicionamiento variables fisiológicas

El sensor de ritmo cardíaco y el oxímetro de pulso MAX30100 es una solución integrada, Este dispositivo combina dos LEDs que están en el centro de la tarjeta como se muestra en la Figura 39, un fotodetector, ópticas optimizadas y procesamiento de señales

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

analógicas de bajo ruido para detectar las señales de oximetría de pulso y frecuencia cardíaca.

El circuito funciona con fuentes de alimentación de 1.8V y 3.3V. Se puede apagar a través de un software con una corriente de espera rápida, lo que permite que la fuente de alimentación permanezca conectada en todo momento. Entre sus aplicaciones están: dispositivos de asistencia física, dispositivos de monitoreo médico y dispositivos portátiles.

Arreglo de las complicaciones del Circuito MAX30100 con resistencias de Pull-Up

En el proceso de diseño se encontró con que el sensor no enviaba datos y no prendía el led rojo. Para lograr un correcto funcionamiento con la interfaz I2C, en los pines de SDA/SCL se colocan resistencias de 4,7kOhm que se conectan a Vcc (pull ups).

3.3.2. Diseño interfaz Arduino-Labview

Para el diseño del código de Arduino se utiliza una librería compartida gratuitamente por github.com, la MAX30100b.lib (Oxullo, 2018). Esta posee dentro de sus ejemplos un programa que chequea el sensor y por medio de pantalla serial le informa si está en su funcionamiento correcto, dentro de la librería existen dos variables de tipo flotante y cada una representa el valor de SPO2 y BMP. En el código se tienen varias partes: Configuración del serial y sensor Max30100, Captura de datos del sensor, conversión de datos de flotante a entero y envío de datos por el serial en forma de enteros con la instrucción Serial.write(A) y Serial.write(B) como se observa en la Figura 40, estas variables A y B son las que hacen comunicación con LabVIEW a 9600baudios.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

```

#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#define REPORTING_PERIOD_MS    1000
PulseOximeter pox;
int A,B;
double C,D;
uint32_t tsLastReport = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  if (!pox.begin()) {
    for(;;);}
  pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
}

void loop()
{
  pox.update();
  if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
    C=pox.getSpO2();
    D=pox.getHeartRate();
    A=int(D);
    B=int(C);
    Serial.write(A);
    Serial.write(B);

    tsLastReport = millis();
  }
}

```

Figura 40. Código Arduino-LabVIEW

En LabVIEW llegan los datos A y B, se utiliza el módulo de configuración Visa y un bloque Visa de escritura se configura el puerto COM y se establece los baudios a 9600 con respecto a Arduino como se ve en la Figura 41, el programa corre dentro de un bucle que asegura que siempre esté funcionando y un botón de paro. Por medio de una combinación de bits se acomodan los dos datos y se muestran en sus respectivos displays, todo ello haciendo una demultiplexación con Index Array.

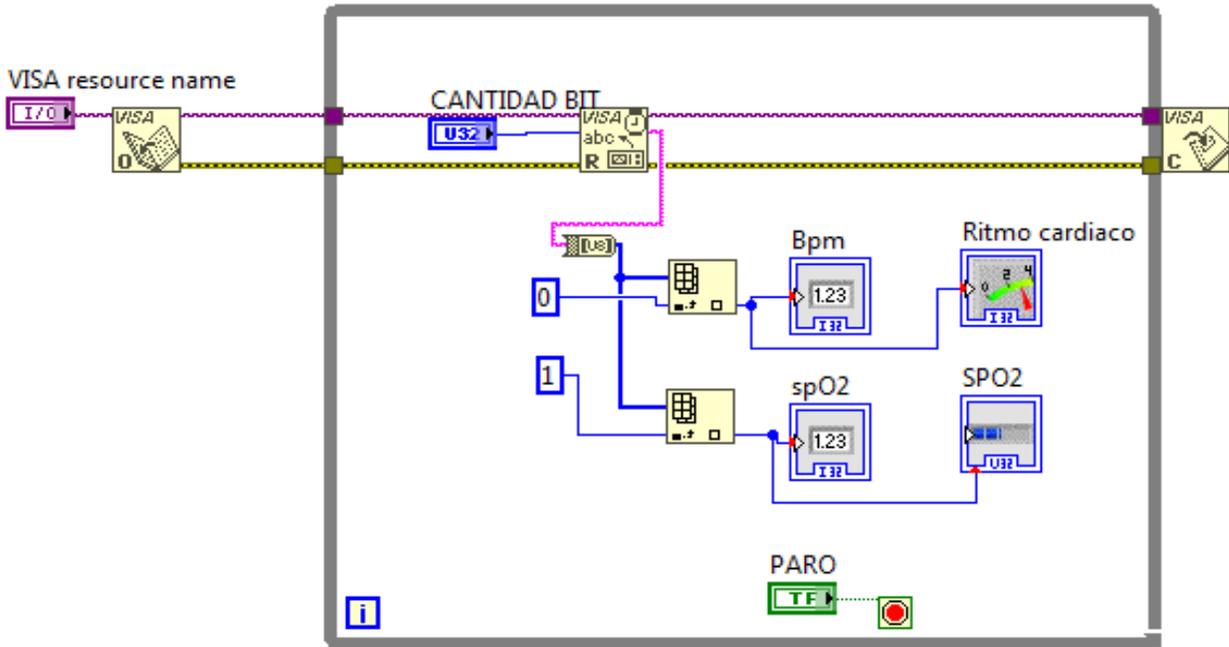


Figura 41. Interfaz diagrama de bloques LabVIEW

En el panel frontal de la aplicación se utilizan cuatro displays. La primera pareja representa el valor de saturación de oxígeno mientras que la otra pareja representa la frecuencia cardiaca. En la Figura 42 se puede observar de manera más detallada, este se organiza el panel de manera que sea fácil su manipulación y lectura de datos para el usuario.

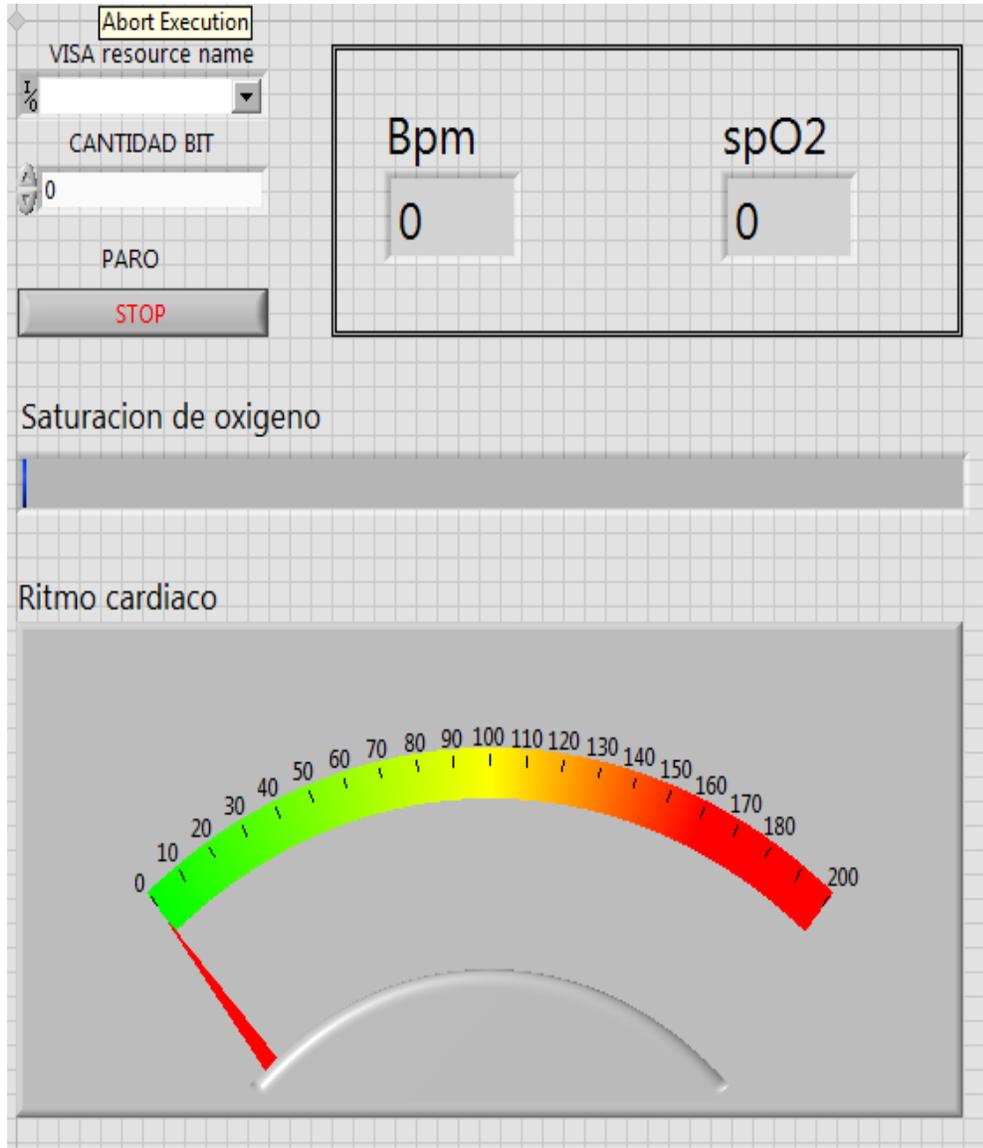


Figura 42. Panel frontal LabVIEW

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3.3. Prototipo de Sistema de Adquisición de Variables Fisiológicas

El prototipo final de variables fisiológicas se muestra en la Figura 44. Se utiliza un cable con una longitud de un metro para brindar mas facilidad a la hora de medir y se le soldo a los pines del sensor conectores tipo macho para que pueda ser desprendible a la hora de una reparacion o cambio, con base al circuito fisico tambien se desarrollo una interfaz en Blynk que transmitia datos en vivo de ambos valores ver Figura 43, aunque el modulo MAX30100 es un modulo con fines educativos puede brindar soporte a muchas aplicaciones en el campo médico.

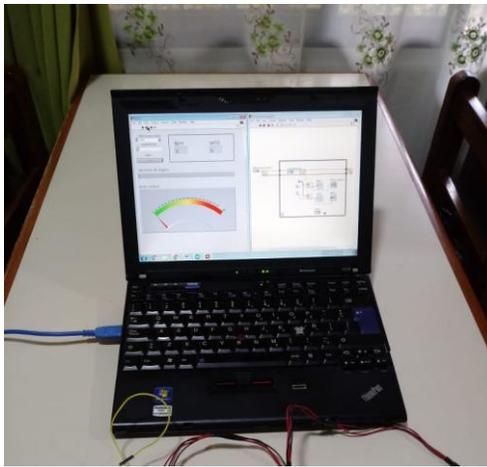


Figura 43. Interfaz cardiaca



Figura 44. Circuito cardiaco

3.4. Sistema IoT para control de carga con mosfet y triac

En este capítulo se habla sobre el control de dos tipos de carga una DC y otra AC, con Mosfet y Triac respectivamente. Se explica el diseño de la PCB para el circuito. Se habla de las características de funcionamiento y además los rangos que alcanza el prototipo, así como la facilidad y bajo costo a la hora de hacer un sistema IoT.

3.4.1. Circuito para control de potencia con Mosfet y Triac

El pin digital D9 de Arduino se establece como salida del sistema de control, esta señal llega a un interruptor de dos posiciones que alterna entre controlar una carga AC o DC como se muestra en la Figura 45. El circuito AC posee un optotriac que aísla las tierras y un triac que soportar cargas de hasta 600V a 8A, este circuito posee un control On/Off. El circuito DC posee un opto acoplador 4n25 para aislarlo del microcontrolador, este activa un MOSFET, este abre o cierra el circuito y no permite o permite el flujo de corriente para activar al motor. Por medio de la señal PWM generada desde el microcontrolador el circuito DC puede utilizarse como control de luz o control de velocidad en bombillos o motores respectivamente.

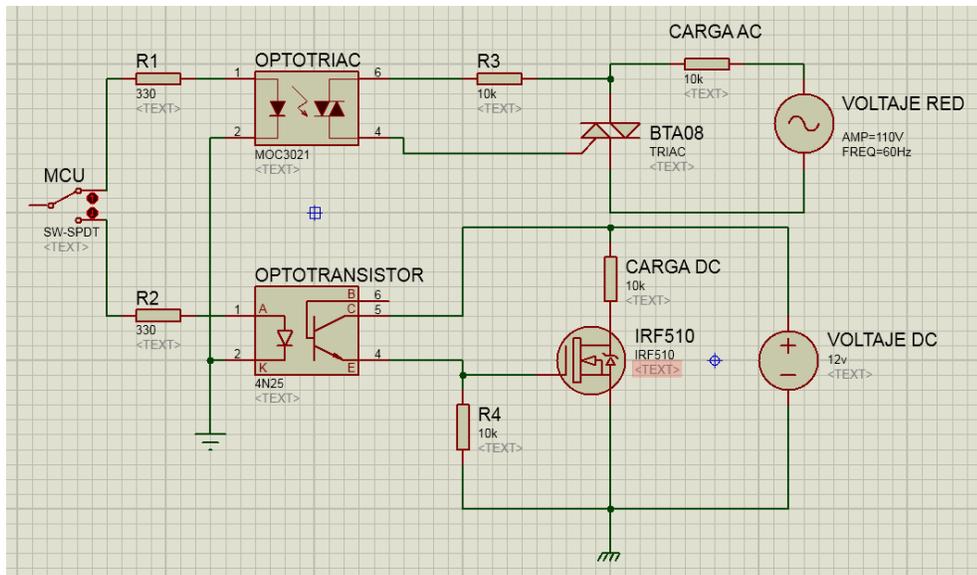


Figura 45. Circuito control carga AC/DC IOT

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.4.2. Diseño PCB para el Sistema IoT

El diseño del PCB se realiza en el programa Eagle, la tarjeta se resultante se muestra en la Figura 46, este se hace con base en el circuito de la Figura 45. Este posee una bornera para alimentar el circuito y otra de salida para activar la carga (para AC y DC), además posee una bornera de entrada para el MCU como lo muestra la Figura 47, tiene un interrupción de dos posiciones (AC/DC) y una posición nula donde no fluye ninguna corriente en ninguno de los dos contactos.

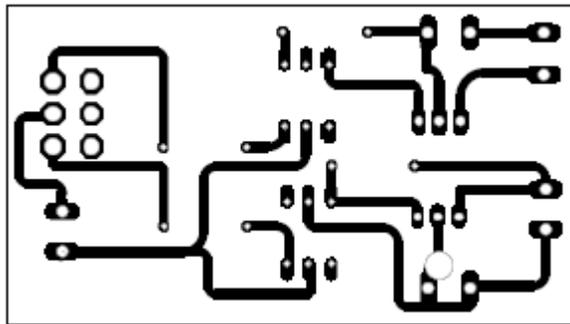


Figura 46. PCB control AC/DC

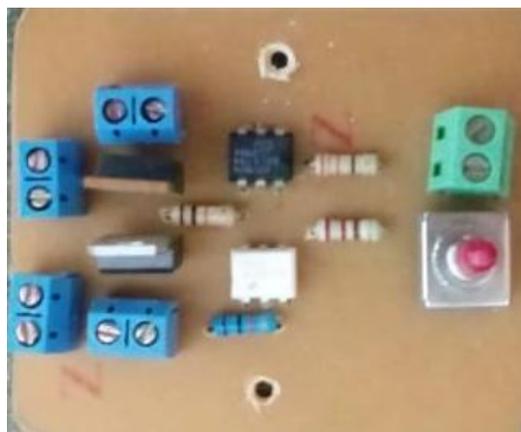


Figura 47, Circuito AC/DC

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.4.3. Interfaz de control Blynk Arduino

Se realiza una interfaz que tiene como objetivo controlar por medio del PWM de forma remota la velocidad de un motor DC mostrando en tiempo real sus RPM. Además, un switch que controla el encendido o apagado de una carga AC como es muestra en la Figura 50 por medio de un pin tipo Switch. Se obtiene el dato de un encoder por medio del pin de interrupción 2 de Arduino. En Arduino se crea una variable de la biblioteca de Blynk que permite crear un pin virtual que se envía a la nube y después a la App y que utiliza el dato en un display como lo muestra la Figura 49, permitiendo su control u observación. En Blynk se selecciona un widget tipo controlador el cual controlara el motor AC/DC y un widget tipo display donde se muestra la velocidad del motor DC, la interfaz en el dispositivo móvil se muestra en la Figura 48, Figura 49 y Figura 50.

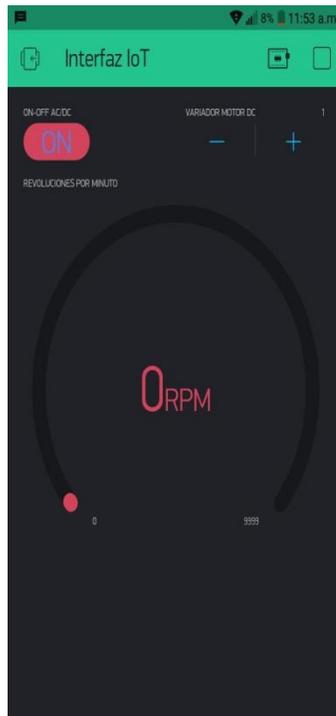


Figura 48. Interfaz Blynk-Arduino

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

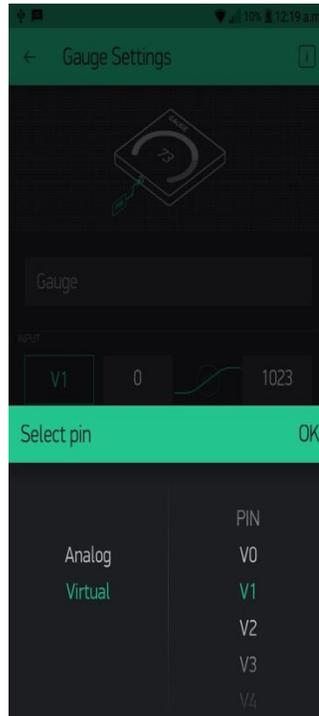


Figura 49. Salida Blynk

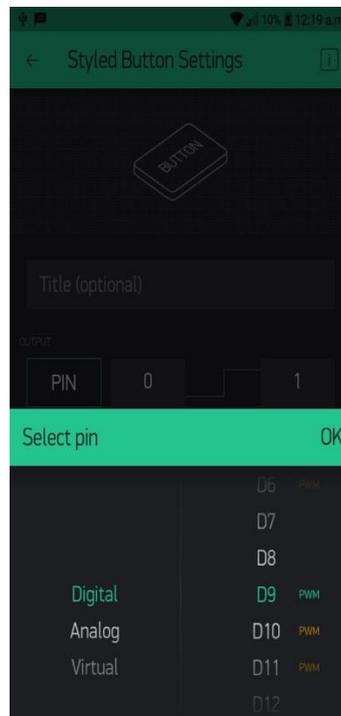


Figura 50. Control Blynk

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.4.4. Prototipo para control de cargas DC y AC

El prototipo ofrece una solución económica para implementar un sistema IoT como lo muestra la Figura 51, en la actualidad existen módulos Wifi de bajo costo como el Esp8266 permiten controles autónomos en hogares e incluso en ambientes industriales. Existen sensores para media casi cualquier magnitud, con el desarrollo de la tecnología el costo de estos disminuye y se vuelve más fácil su manipulación. Se debe tener precaución con los diferentes niveles de voltaje que maneja el prototipo como los muestra la Figura 52, todo debe ir debidamente separado y marcado ya que se manejan cargas de potencia.

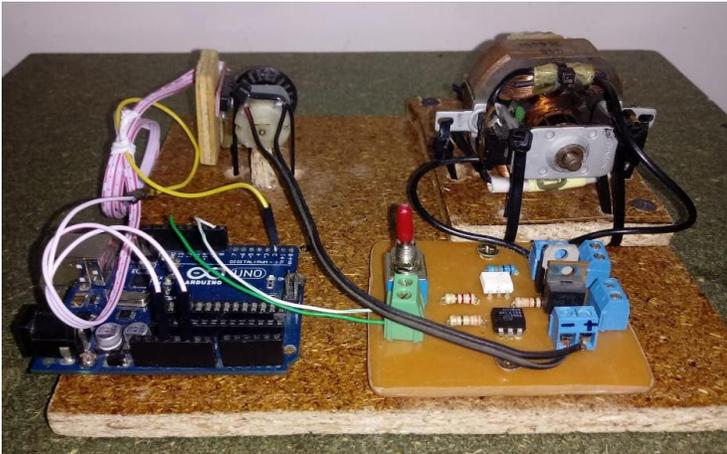


Figura 51. Prototipo sistema IOT #1

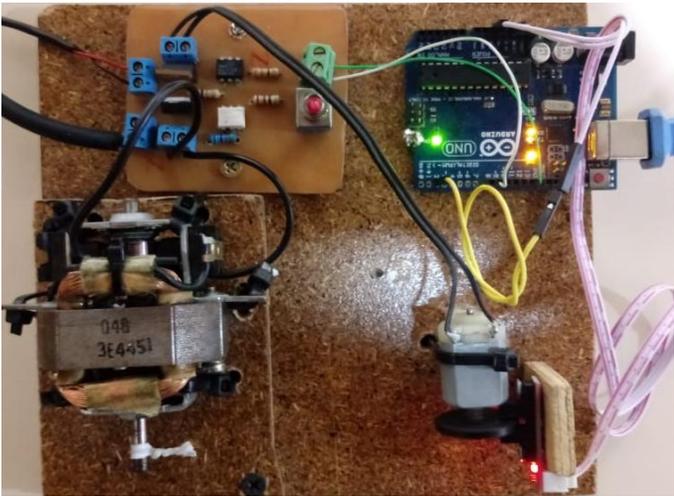


Figura 52. Prototipo sistema IOT #2

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados se muestran datos tomados de los diferentes sensores. También la comparación entre el valor medido de los patrones y los valores medidos a partir de los prototipos creados. Los resultados se mostrarán en el siguiente orden: Mediciones báscula, mediciones encoder, mediciones variables fisiológicas y por ultimo monitoreo y control de aplicación Blynk.

4.1. MEDICIONES DE BÁSCULA

Se hace una medición de una serie de objetos caseros en el laboratorio de física del ITM. Se toma el valor que arroja la báscula menos el voltaje inicial que arroja la celda de carga que es de 2V aproximadamente y se relaciona con cada objeto.

4.1.1. Medición cargas

Se realizan mediciones de diferentes objetos por medio del prototipo que se muestra en la Figura 31 y de la báscula del laboratorio Ohaus de 2000gr CsSeries que se muestra en la Figura 53.



Figura 53. Báscula de laboratorio Ohaus de 2000gr CsSeries

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la Tabla 1 se muestran los datos medidos en el prototipo y la báscula del laboratorio, donde la última columna da una relación proporcional entre las cantidades medidas. A partir de la tabla se modela una ecuación matemática para el programa en Arduino y ajustar el modelo de medición.

Tabla 1. Pesos de objetos y Ajuste con báscula patrón de laboratorio

Objeto	Valor del Análogo del MCU medido del prototipo	Peso en Báscula del Laboratorio	División entre Báscula del Laboratorio y Valor Analógico
Billetera	51	120	2,353
caja blanca	64	130	2,031
vaso verde	80	158	1,975
Celular	96	180	1,875
control tv	120	220	1,833
Loción	175	290	1,657
Vela	215	320	1,488
Caja naranja	426	560	1,315
Caja tornillos	465	580	1,247

La Ecuación 3 se diseña para calcular el valor real de peso a la salida del prototipo con base en el valor dado por la báscula de laboratorio que se le llama Peso real, BIT(Ard) es el valor del conversor análogo de Arduino y 422 es el valor de 2V para hacer la “tara” del prototipo.

$$\text{PESO salida} = \frac{\text{Peso real}}{(\text{BIT}(\text{Ard}) - 422\text{bits}(\text{in}))} * (\text{BIT}(\text{Ard}) - 422\text{bits}(\text{in}))$$

Ecuación 3. Formula peso real Arduino

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.1.2. Ajuste logarítmico

Para hallar la ecuación que corresponde a la Tabla 1 se escoge el programa Excel, al ingresar los valores el programa arroja una gráfica descendente. Se establece una línea de tendencia y se realiza un ajuste polinómico. Tras aumentar el número de grados del polinomio se encuentra una aproximación que hace que los valores muy altos que se midan en la báscula tenga una ganancia negativa a causa de la ecuación que arroja el programa, por eso se intenta hacer un ajuste logarítmico y se utiliza la Ecuación 3 para calcular la salida junto con la ecuación que nos arroja la Figura 54. Este tiene un margen de error mucho menor para objetos entre 0 y 50 Gramos posee 1 a 2 gramos de error, mientras que de 400 a 500gramos representa un error de 6 a 7gramos por medición, fue la aproximación más cercana que se tuvo a la hora de realizar la báscula.

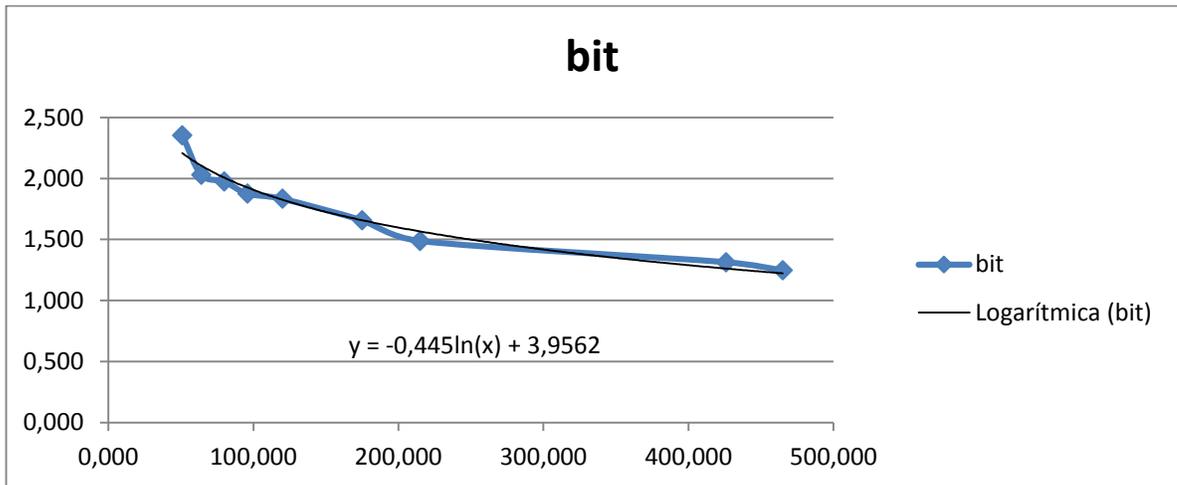


Figura 54. Línea de tendencia ecuación logarítmica

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2. MEDICIONES ENCODER

Medicion de RPM en Motor DC

En Arduino se realiza un programa para generar una señal PWM, esta señal se conecta al circuito de potencia para manejar el motor, el cual tiene acoplado el encoder como se muestra en la Figura 55. Experimentalmente el motor comienza a rotar solo cuando tiene onda cuadrada con un Duty Cycle mayor a un 20% del periodo total de la señal. Las RPM del motor al iniciar su funcionamiento es de 1.500 aproximadamente en el 20% del Duty Cycle, en la App de Blynk se observa el valor de 1632 ver Figura 56. Al alcanzar su máxima potencia las revoluciones llegan entre 11.000 y 11.500 RPM.

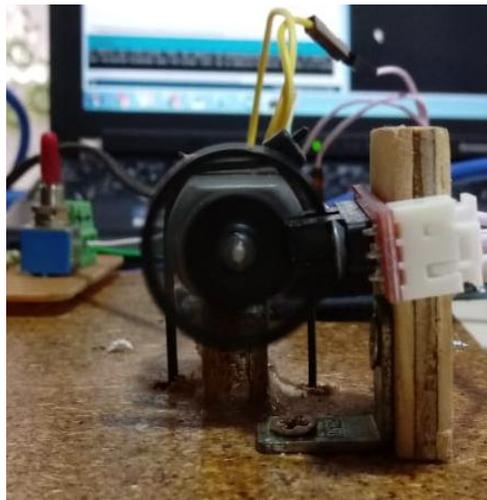


Figura 55. Encoder conectado a motor DC

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 56. Encoder visualización Blynk

Medición de RPM en Motor AC

Cuando se conecta el encoder a un motor AC a 110 v de 3A de un secador de pelo Figura 57. Este arroja valores entre 21.000 y 22.000 RPM en conexión directa a 110v con potencia plena. Como la variación de las RPM del motor a carga plena oscila entre 21000 y 22000 se puede observar un error porcentual del 5%, este puede ser debido a la inestabilidad del motor. Este prototipo puede servir en control y monitoreo de bandas transportadoras o sistemas de precisión.



Figura 57. Encoder conectado a motor AC de Secador de Pelo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3. MEDICIONES VARIABLES FISIOLÓGICAS

Para el prototipo de sensado de SpO2 y BpM se implementa un sistema fácil de transportar y de manipular como se muestra en la Figura 58, las resistencias pull up se incluyeron en los cables.

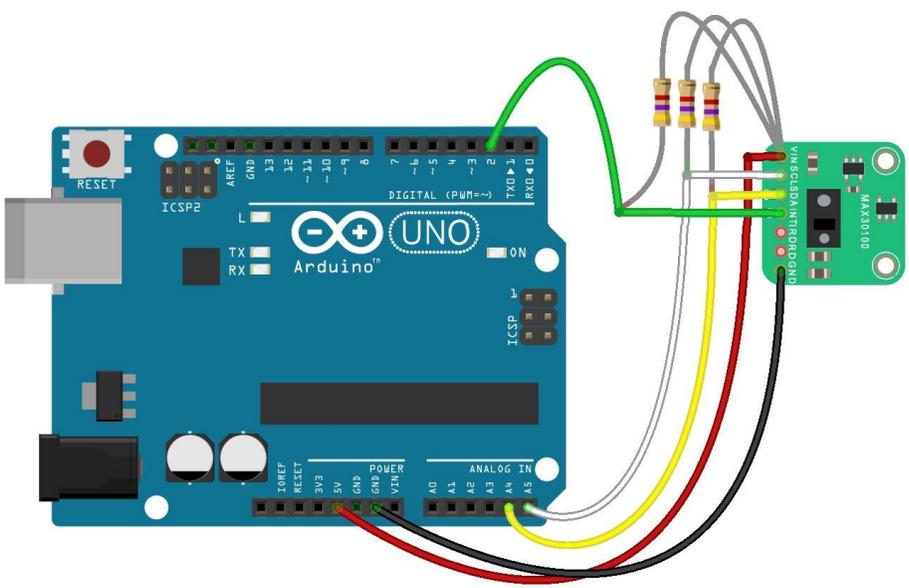


Figura 58. Conexión del Arduino con el Max30100

En la Figura 59 se muestra la interfaz en LabVIEW para desplegar las mediciones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

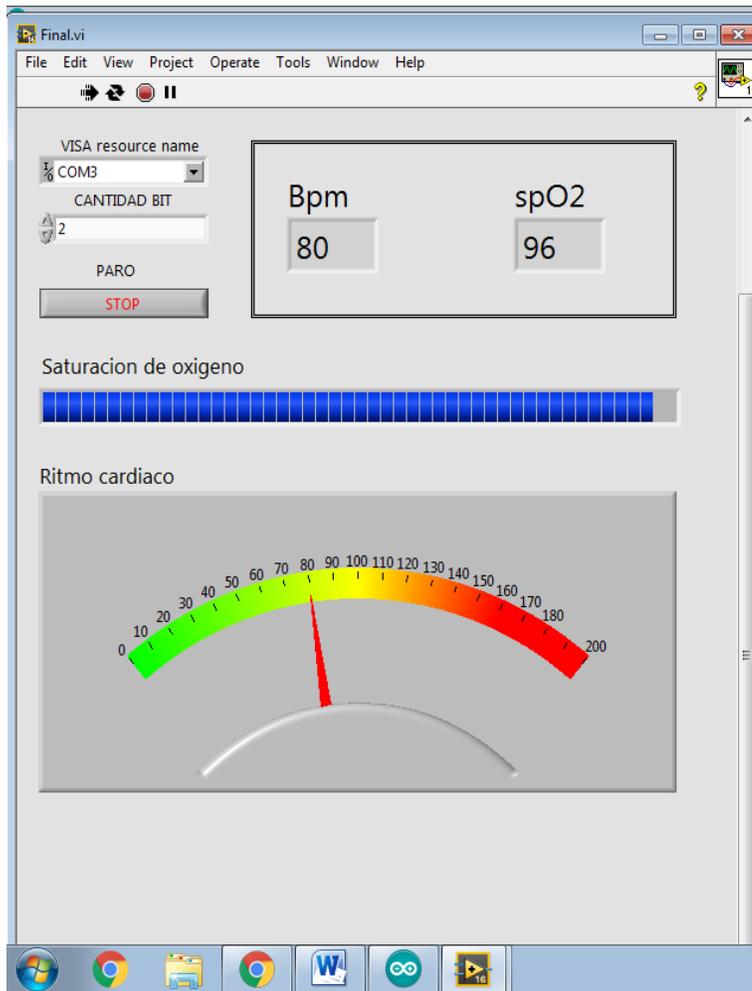


Figura 59. Interfaz Labview en vivo

En la Figura 60 se ve el monstaje completo con la aplicación en LabVIEW, este tiene la posibilidad de aplicarse al monitoreo remoto de personas con problemas cardiacos y que tengan dificultades y deban estar al pendiente de ellos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

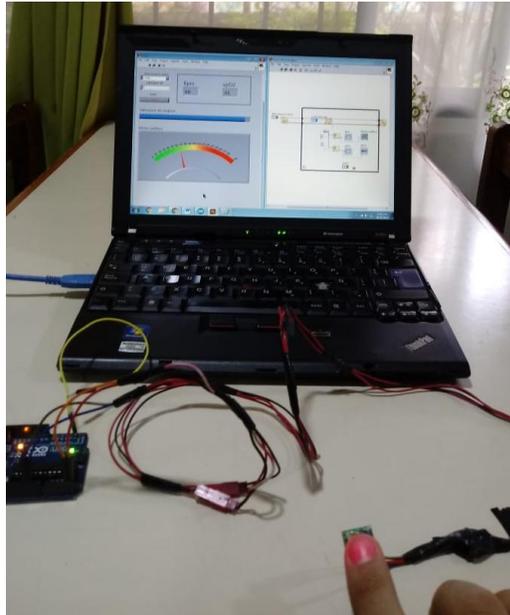


Figura 60. Interfaz Labview circuito

4.3.1. Spo2

El prototipo muestra un valor de 96% en la Figura 61, se comparó por medio de un pulsoxímetro comercial tenía la misma medición. El sensor cardiaco se ha ido incorporando en nuevas tarjetas de hardware con capacidades más optimas y estables haciendo este sensor una solución confiable para desarrollos ambientados en medicina.

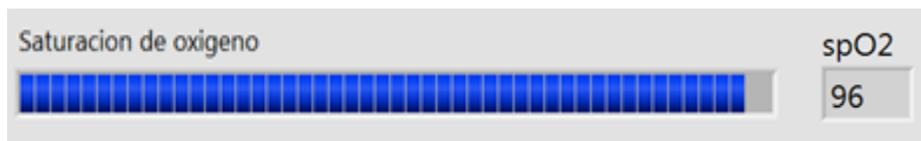


Figura 61. Spo2

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3.2. Bpm

Se evalúa la confiabilidad de este sensor midiendo la frecuencia cardiaca de dos individuos en reposo y el sensor registra un valor normal dentro de los BPM de un adulto que varía entre 70 y 80 esto se muestra en la Figura 62 en tiempo real. Después cada individuo realiza actividad física por 5 minutos consecutivos la frecuencia cardiaca aumenta considerablemente de 110 a 130 BPM, una medida para asegurar una mejor medición es colocar un bloqueo de luz debajo del sensor ósea debajo del MAX30100, por eso se procede a ponerle una cinta negra aislante en su zona inferior.

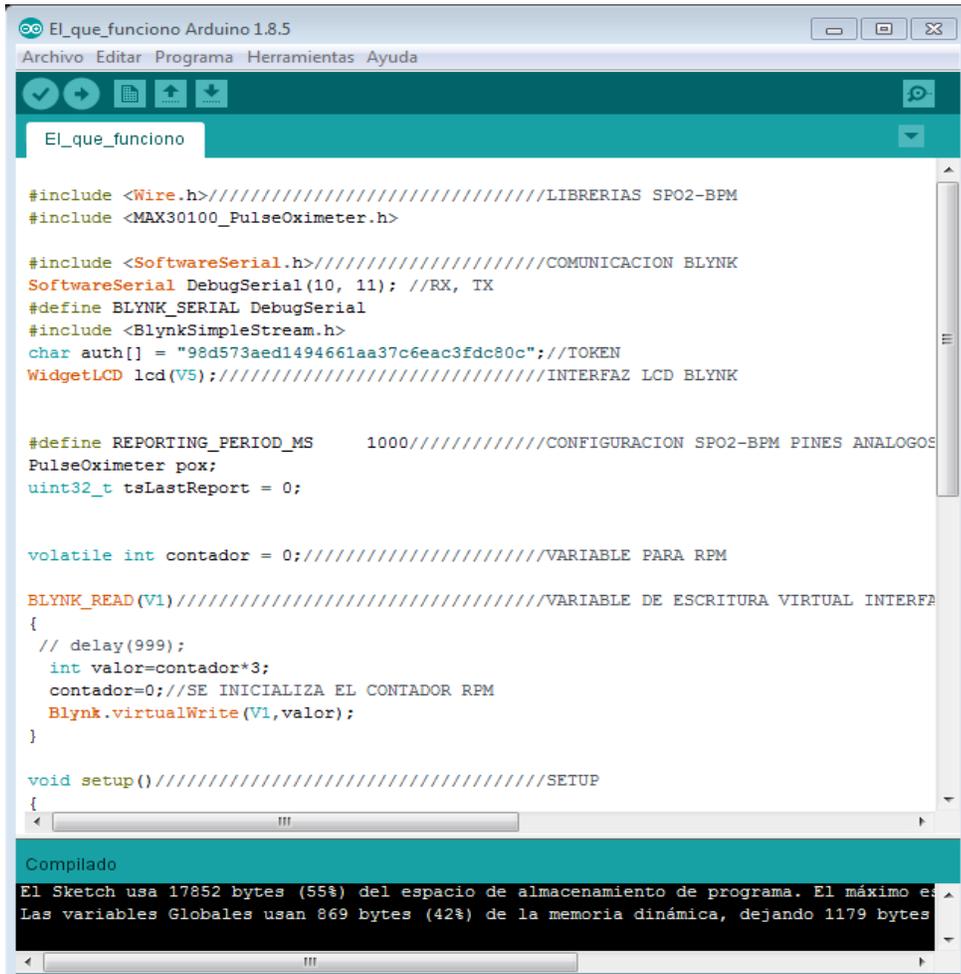


Figura 62. Bpm

4.4. SISTEMAS IoT PARA CONTROL CARGAS DE POTENCIA DC y AC

Primero se debe conectar Arduino y verificar que envía señales y tiene el código cargado Figura 63.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



```

El_que_funciono

#include <Wire.h>////////////////////////////////LIBRERIAS SPO2-BPM
#include <MAX30100_PulseOximeter.h>

#include <SoftwareSerial.h>////////////////////////////////COMUNICACION BLYNK
SoftwareSerial DebugSerial(10, 11); //RX, TX
#define BLYNK_SERIAL DebugSerial
#include <BlynkSimpleStream.h>
char auth[] = "98d573aed1494661aa37c6eac3fdc80c";//TOKEN
WidgetLCD lcd(V5);////////////////////////////////INTERFAZ LCD BLYNK

#define REPORTING_PERIOD_MS    1000////////////////////////////////CONFIGURACION SPO2-BPM PINES ANALOGOS
PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;

volatile int contador = 0;////////////////////////////////VARIABLE PARA RPM

BLYNK_READ(V1)////////////////////////////////VARIABLE DE ESCRITURA VIRTUAL INTERFA
{
  // delay(999);
  int valor=contador*3;
  contador=0;//SE INICIALIZA EL CONTADOR RPM
  Blynk.virtualWrite(V1,valor);
}

void setup()////////////////////////////////SETUP
{

```

Compilado
El Sketch usa 17852 bytes (55%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es...
Las variables Globales usan 869 bytes (42%) de la memoria dinámica, dejando 1179 bytes

Figura 63. Código Arduino Blynk

Luego se abre el CMD consola de Windows. Los pasos son obtenidos de la referencia (blynk, 2018) esto se muestra en la Figura 64. Los pasos son:

- Abrir cmd.exe (puede necesitarse la ejecución como Administrador)
- Navegar al folder de los scripts:

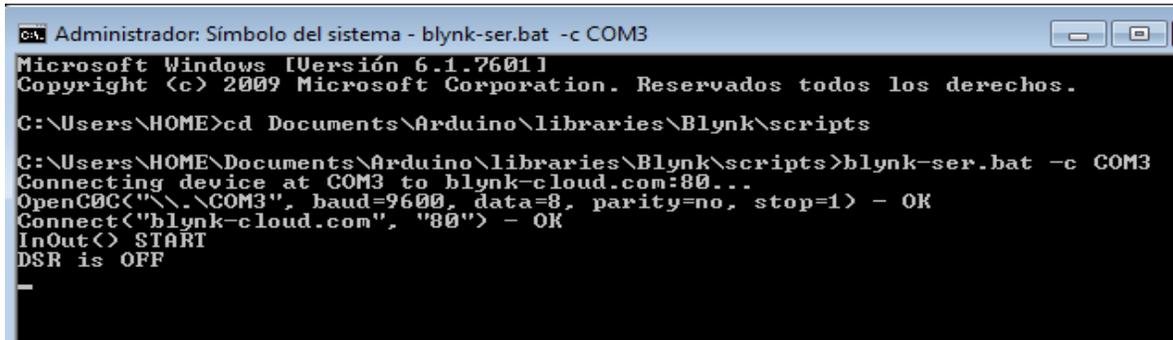
```
cd C:\...\libraries\Blynk\scripts
```

- Ejecutar el comando blynk-ser.bat file.

En nuestro caso:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

blynk-ser.bat -c COM3 (donde COM3 es el puerto de conexión con el Arduino). Presionar Enter tres veces.



```

ca. Administrador: Símbolo del sistema - blynk-ser.bat -c COM3
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\HOME>cd Documents\Arduino\libraries\Blynk\scripts
C:\Users\HOME\Documents\Arduino\libraries\Blynk\scripts>blynk-ser.bat -c COM3
Connecting device at COM3 to blynk-cloud.com:80...
OpenCOC("\.\COM3", baud=9600, data=8, parity=no, stop=1) - OK
Connect("blynk-cloud.com", "80") - OK
InOut(<) START
DSR is OFF
-

```

Figura 64. Interfaz vía serial utilizando símbolo del sistema de Windows 7

4.4.1. Mosfet-carga de potencia DC-control

El mosfet tiene la capacidad de trabajar con cargas de hasta 70 V con una corriente de 5.5A a temperatura ambiente y 4A a temperatura mayor a los 100°C , el control de velocidad se realiza por la salida PWM de Arduino, como lo muestra la Figura 65. La interfaz es rápida y estable lo que permite subir o bajar los RPM con una rapidez de 100 milisegundo después del contacto con el botón, a la salida dependiendo de los rpm se le puede crear una alerta después de x velocidad y enviarla vía e-mail evitando pérdidas o accidentes en un ambiente industrial.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

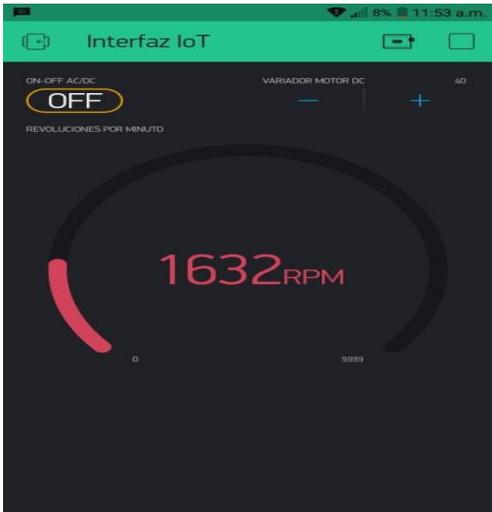


Figura 65. Interfaz IoT

4.4.2. Triac-carga de potencia AC-control

Se obtiene un control para una carga AC todo o nada, soporta 600V a 8ª. Se puede utilizar como interruptor en instalaciones domésticas como soluciones mas complejas como cerrar y abrir una cerradura electronica. Se utiliza un motor AC proveniente de un secador de pelo, se observa en la Figura 66. El motor en su funcionamiento estable tiene un consumo de corriente de 2.7A, el motor posee un diodo de contra polarizacion inversa que ayuda a la proteccion del motor y al circuito.



Figura 66. Control On/Off carga AC

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- Se dio a conocer el funcionamiento de los diferentes tipos de sensores desde medición de velocidad a variables fisiológicas utilizados durante el proyecto, así como sus respectivas conexiones para su operación.
- Se observó el amplificador operacional configurado como amplificador de instrumentación, junto con su conexión y el uso de su ecuación característica, se realiza una comparación de pesos, se mide experimentalmente en el prototipo de la báscula y en una báscula de laboratorio digital y se calcula el error.
- Se conocieron los diferentes tipos y subtipos de encoders así como sus principios físicos, ventajas y desventajas, además como en tiempo real de manera remoto se puede ver la velocidad de un motor DC. También se midieron los RPM de un motor DC.
- Se midieron tipos de variables fisiológicas y se mencionaron sus respectivos porcentajes de valores saludables, se observó el funcionamiento teórico para la medición de estas variables, así como la visualización por medio de entornos de desarrollo gráfico.
- Se comprende el término de IoT internet de las cosas y la importancia que tiene en esta nueva era tecnológica, por medio de las aplicaciones en Blynk. Se crea un circuito para el control de automatización de dos motores AC/DC y se crea una aplicación de una plataforma IoT que conecta Arduino, el PC y los Smartphones por internet.
 - Se hicieron diseños para el acondicionamiento de los circuitos en programas de diseño como Proteus y Eagle.
- Tras evaluar los inconvenientes que tuvo la conexión del sensor MAX30100 por las resistencias que se le soldó del pin SCL y SDA hacia VCC (Pull up), se recomienda utilizar

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

el nuevo sensor MAX30102 que viene con este fallo corregido y posee una conexión directa hacia placas de desarrollo como Arduino.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- Acomme. (2018). *Tutorial de Celdas de Carga*. Obtenido de <https://www.acomee.com.mx/CELDAS%20DE%20CARGA.pdf>
- Altair. (2018). *Que es Altair SmartWorks*. Obtenido de <https://www.altairsmartworks.com/smartsight-overview>
- Arduino. (2018). *¿QUÉ ES ARDUINO?* Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Blynk. (2018). *Aplicacion Blynk*. Obtenido de <https://www.blynk.cc/>
- blynk. (2018). *USB Serial*. Obtenido de <http://help.blynk.cc/how-to-connect-different-hardware-with-blynk/arduino/usb-serial>
- cisco. (2011). *Internet de las cosas*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf
- dpfsensors. (2018). *Galgas extensométricas: sus tipos y principios*. Obtenido de www.guemisa.com/carga/docus/celulas%20de%20carga.pdf
- HBM. (2018). *¿Cómo funciona una célula de carga de flexión tipo barra?* Obtenido de <https://www.hbm.com/es/2973/como-funciona-una-celula-de-carga-tipo-barra/>
- Instruments, N. (2018). *Que es LabVIEW?* Obtenido de <http://www.ni.com/es-co/shop/labview.html>
- MaxIntegrated. (2018). *Data Sheet MAX30100*. Obtenido de <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf>
- MCBtec. (2018). *El encoder*. Obtenido de http://www.mcbtec.com/pdf/Funcionamiento_Encoder.pdf
- Noguerol Casado, S. G. (2018). *Pulxiosimetria*. Obtenido de <https://www.fisterra.com/material/tecnicas/pulsioximetria/pulsioximetria.pdf>
- OMEGA. (2017). *Células de carga de tipo "S"*. Obtenido de <https://es.omega.com/subsection/celulas-de-carga-tipo-s.html>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Omega. (2018). *Fundamentos de las células de carga*. Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/celulas-de-carga.html>
- Oxullo. (2018). *Max30100*. Obtenido de <https://github.com/oxullo/Arduino-MAX30100>
- Requena, J. V. (2018). *Encoders*. Obtenido de <http://ramos.elo.utfsm.cl/~elo212/docs/Encoders-jvr-v01.pdf>
- Ruiz, P. (2018). *Saturacion de oxigeno en sangre y su medicion*. Obtenido de <https://www.patriciaruizfisioterapia.com/saturacion-de-oxigeno-en-sangre-y-su-medicion/>
- Science, C. (2018). *Sensor de ritmo cardiaco*. Obtenido de https://cma-science.nl/resources/dealers/es/manuals/bt_sensors/027i_es.pdf
- Sensors, D. (2018). *CELULAS DE CARGA*. Obtenido de <http://www.guemisa.com/carga/docus/celulas%20de%20carga.pdf>
- ThingSpeak. (2018). *Que es ThingSpeak*. Obtenido de <https://thingspeak.com/>
- Today, M. N. (2018). *Que es la frecuencia cardiaca?* Obtenido de <https://www.medicalnewstoday.com/articles/291182.php>
- Vigo. (2018). *Sensores resistivos potenciómetro y galgas*. Obtenido de http://libroweb.alfaomega.com.mx/book/487/free/ovas_statics/sensores/temas/SA_TEM A_04-RESISTIVOS_1_.pdf
- WEST. (2018). *Manual de aplicacion de encoders*. Obtenido de <https://www.acomee.com.mx/ENCODERS.pdf>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ANEXOS

Se mostrarán algunas de las tareas desempeñadas en el semillero y la participación en la Semana de Ingeniería 2018.

Anexo A. SEMILLERO MMCC

He realizado participación activa en el semillero MMCC. En el semillero se han trabajado fundamentos básicos de inteligencia artificial. Se brindan cursos del lenguaje de programación Python básico y se resolvieron dudas y se entendieron mejor muchos conceptos Figura 67Figura 68.

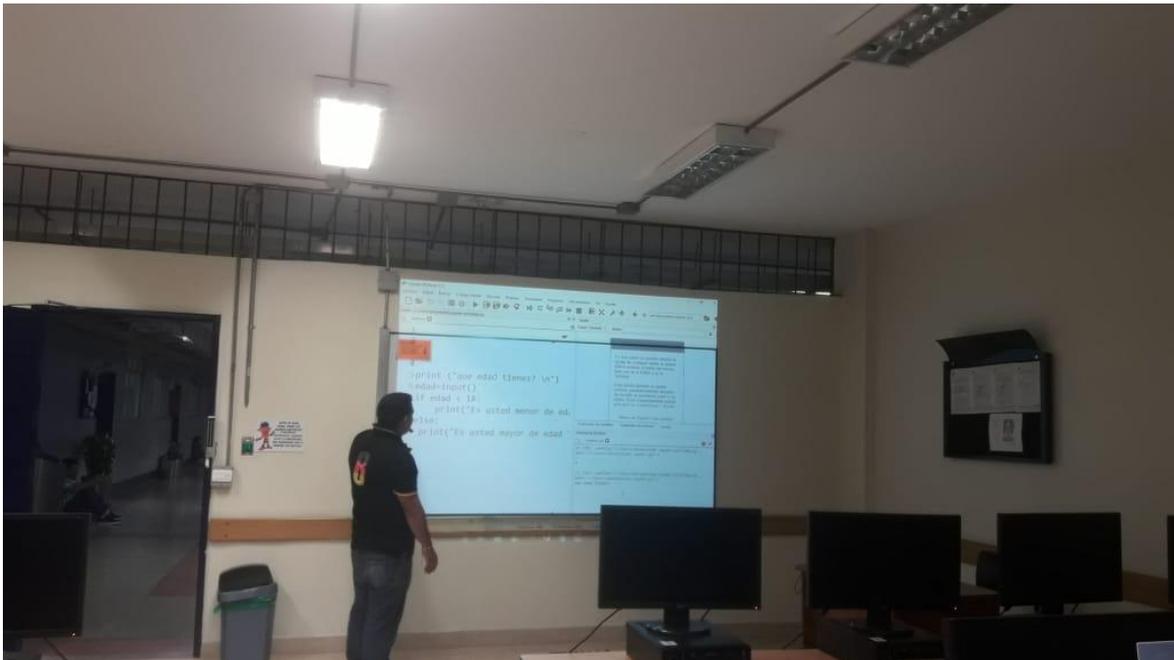


Figura 67. Curso Python

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 68. Semillero MMCC

Anexo B. Participación en Evento Semana de Ingeniería 2018

Impulsado por el semillero se llevó el proyecto a la feria tecnológica de la semana de la ingeniera basada en sistemas IoT Figura 69 y Figura 70.



Figura 69. Feria tecnológica 1



Figura 70. Feria tecnológica 2

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Anexo C. Poster presentado en el evento


Institución Universitaria
Acreditada en Alta Calidad

MUESTRA DE PROYECTOS DE AULA
Control y visualización didáctica
de sensores utilizando múltiples
interfaces e IoT



AUTORES	METODOLOGÍA
<p>Santiago Rojas Arcebo <small>Escuela de Tecnología Ingeniería Semestre IV/2015 santiago.rosas@icadep.edu.co</small></p> <p>Alexander Ariza Londoño <small>Profesor Investigador Tulio Semestre IV/2015 ariza@icadep.edu.co</small></p>	<p>Se investigó el principio de funcionamiento de cada uno de los sensores así como sus respectivas conexiones.</p> <p>Se procedió a diseñar y construir los diferentes circuitos, se hace uso pines A0, A2, e interrupciones, se utiliza la placa de desarrollo Arduino por su fácil acceso y control.</p> <p>Se desarrolla una interfaz con LabVIEW vía serial (b)</p> <p>Se investiga sobre el internet de las cosas (IoT), además se crea una interfaz entre el micro controlador y la App Blynk (d)</p>
RESUMEN	 <p>(a) (b) (c)</p>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
<p>En el ITU se acaba de iniciar en el 2015-2 la nueva Tecnología en Automatización Electrónica que viene del programa de Tecnología en Electrónica. El plan de estudios se basa en el acercamiento a los avances científicos y a las necesidades de la industria en el campo de la robótica y la industria 4.0 es aplicada a empresas que pretenden ser más ágiles y eficientes en sus procesos de manufactura. Esta agilidad y eficiencia se logra por el uso masivo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (Carabán, Sierra & Blasa, 2016). En este nuevo paradigma las empresas están altamente automatizadas e informatizadas, todos sus procesos se encuentran conectados e interrelacionados entre sí y con procesos externos (Figura 1). Actualmente el IoT con la inteligencia Artificial hacen parte de las tendencias en la automatización de la industria (Mehmeti et al., 2016). Cabece el Semestre IV/2015 se veno trabajando algunas de estas tendencias que hacen más pertinente el programa en el ámbito local e internacional.</p>	<p>Se desarrolla un sistema en el que se visualiza y se interactúa con diferentes sensores y utilizando múltiples interfaces, se configura una aplicación desde el celular para el control de variables de un motor con una consola respectiva (Blynk) con el módulo de los Blynk y Blynk de una consola se controla la rotación de un motor y se genera alertas para la creación de un sistema IoT, se comprueba la importancia de la industria 4.0 o industria inteligente y las aplicaciones que la nueva tecnología en automatización e interactúa.</p>
REFERENCIAS	<p>(Carabán, Sierra & Blasa, 2016) Carabán Carlos, Sierra Félix y Blasa Alfonso. Industria 4.0 en el campo de Ingeniería Electrónica y Automática 2015 Universidad de la Esmeralda Universidad de la Informática, Ambato, La Vela del 8 al 10 de Julio 2015. ISBN: 978-9952070104</p> <p>(Mehmeti et al., 2016) Mehmeti, Demirhan, Prizovic, Patak, Sargis, Senar. Industry Automation using Internet of Things (IoT). International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET), Volume 5 Issue 2, February 2016.</p> <p>(IoTWorld, 2015) Key IoT Trends Observed in 2015 http://www.iotworld.com/news/industry40/</p>

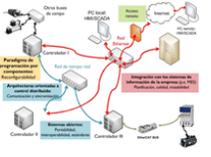


Figura 1. Industria 4.0.
(Carabán, Sierra & Blasa, 2016)

Figura 71. Poster

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Anexo D. Hoja de datos MAX30100 (MaxIntegrated, 2018)

EVALUATION KIT AVAILABLE

MAX30100

Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health

General Description

The MAX30100 is an integrated pulse oximetry and heart-rate monitor sensor solution. It combines two LEDs, a photodetector, optimized optics, and low-noise analog signal processing to detect pulse oximetry and heart-rate signals.

The MAX30100 operates from 1.8V and 3.3V power supplies and can be powered down through software with negligible standby current, permitting the power supply to remain connected at all times.

Applications

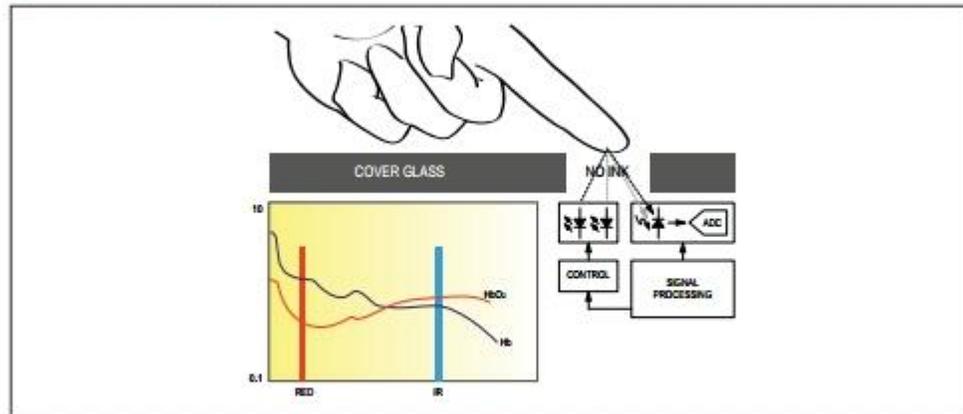
- Wearable Devices
- Fitness Assistant Devices
- Medical Monitoring Devices

Benefits and Features

- Complete Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor Solution Simplifies Design
 - Integrated LEDs, Photo Sensor, and High-Performance Analog Front -End
 - Tiny 5.6mm x 2.8mm x 1.2mm 14-Pin Optically Enhanced System-in-Package
- Ultra-Low-Power Operation Increases Battery Life for Wearable Devices
 - Programmable Sample Rate and LED Current for Power Savings
 - Ultra-Low Shutdown Current (0.7µA, typ)
- Advanced Functionality Improves Measurement Performance
 - High SNR Provides Robust Motion Artifact Resilience
 - Integrated Ambient Light Cancellation
 - High Sample Rate Capability
 - Fast Data Output Capability

[Ordering Information](#) appears at end of data sheet.

System Block Diagram



19-7065; Rev 0; 9/14



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES	 _____ _____
FIRMA ASESOR	 _____
	FECHA ENTREGA: <u>21 nov 2018</u>

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD	_____
RECHAZADO _____ ACEPTADO _____ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____	
	ACTA NO. _____
	FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD	_____
	ACTA NO. _____
	FECHA ENTREGA: _____