VISIÓN ELECTRÓNICA

Preparación de Artículos revista VISIÓN ELECTRÓNICA: algo más que un estado sólido
Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

PROTOTIPO DE EQUIPO PARA APOYO A LA EVALUACIÓN DE TRIAGE PARA LA SECRETARÍA DE SALUD

EQUIPMENT PROTOTYPE TO SUPPORT THE TRIAGE EVALUATION FOR THE HEALTH SECRETARY

Daniel Felipe Orjuela[1], María Alejandra Varón[2]

Resumen: Se crea un sistema para la evaluación de Triage de los usuarios en sala de urgencias, implementado para la Secretaría de Salud, realizado y configurado en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, para el proyecto curricular de Tecnología en Electrónica.

Uno de los principales inconvenientes a la hora de realizar las primeras evaluaciones y diagnósticos de los pacientes en la sala de urgencias es el tiempo de espera al cual se deben someter los mismos. Debido a distintos factores, como el gran congestionamiento que ocurre en las salas, espacio inadecuado de atención, personal médico y de enfermería insuficiente, o pacientes con problemas menores que obstaculizan la atención oportuna de pacientes en condiciones graves o de severidad, la labor de la realización del diagnóstico y el triage se puede ver afectada. Además, se deberá tener en cuenta errores humanos cometidos por el personal encargado de determinar el nivel de urgencia del usuario, Para ello se diseña un prototipo de evaluación de las condiciones críticas del paciente tales como peso, temperatura,

[1] Estudiante tecnología en electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Colombia. felipeorjuelaf@outlook.com

[2**] Estudiante tecnología en electrónica, Universidad Distrital Francisco José De Caldas Facultad Tecnológica, Colombia. m_aaleja@hotmail.com

oximetría, pulso cardiaco así determinando el nivel de triage en el cual se encuentra, este prototipo cuenta con sistemas de medición de oxigenación y ritmo cardiaco, así como también medición de variables como el peso y la temperatura corporal, dictaminando estas condiciones del usuario. Así mismo enviando estas variables que pueden ser consultadas posteriormente, se concluyó que las medidas de pulso y oximetría eran fiables, pero en cuanto al peso la utilización de más galgas mejoraría la precisión de este y en cuanto al sensor de temperatura es importante tener en cuenta la parte del cuerpo en la cual este se ponga para tener así una medida más fiable.

Palabras clave: Triage, monitoreo de signos vitales, acondicionamiento de señales, peso, oximetría, pulso cardiaco, temperatura.

Abstract: A system is created for the evaluation of Triage of the users in the emergency room, implemented for the health secretariat, carried out and configured in the Technological Faculty of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas, for the electronic technology project.

One of the main drawbacks when making the first evaluations and diagnoses of patients in the emergency room is the waiting time to which they must submit. Due to different factors, such as the great congestion that occurs in the halls, inadequate care space, insufficient medical and nursing personnel, or patients with minor problems that hinder the timely care of patients in severe or severe conditions, the work of the diagnosis and triage can be affected. In addition, human errors committed by the personnel in charge of determining the user's level of urgency must be taken into account. For this purpose, a prototype of evaluation of the critical conditions of the patient such as weight, temperature, oximetry, heart rate is designed, thus determining the level of triage in which it is located, this prototype has systems for measurement of oxygenation and heart rate, as well as measurement of variables such as

weight and body temperature, ruling these conditions of the user. Likewise sending these variables that can be consulted later, it was concluded that the measurements of pulse and oximetry were reliable, but in terms of weight the use of more gauges would improve the accuracy of this and as for the temperature sensor it is important to take into account the part of the body in which it is placed in order to have a more reliable measurement.

Key Words: Triage, monitoring of vital signs, signal conditioning, weight, oximetry, heart rate, temperature.

1 Introducción

Debido al tiempo utilizado por las enfermeras para la toma de los datos necesarios en la realización del triage, en promedio 15 a 25 minutos [3], se presentan situaciones donde se compromete la vida del paciente, además de esto se debe tener en cuenta el diagnóstico dado subjetivamente por el personal médico que en algunos casos es errado debido a que depende de un sin número de factores encontrados en el procedimiento. Así mismo, hay que tener en cuenta que en algunos procesos existe una inaccesibilidad a la hora de atender a los pacientes por parte del centro médico, teniendo en cuenta que el 40% de los discapacitados en Colombia tienen dificultades motrices que les impide una debida atención, a todo esto, se suma la ineficiencia en la organización y almacenaje de los datos tomados, que en algunos lugares aún se hace en papel y que se podría suplir con una serie de registros para un posterior análisis [4]. La implementación de un sistema para la posible clasificación del triage de un paciente es un elemento importante para la descongestión de las salas de urgencias y para agilizar la

atención de los usuarios con prioridades evitando así el agravante de los problemas del paciente.

2.Desarrollo de Solución

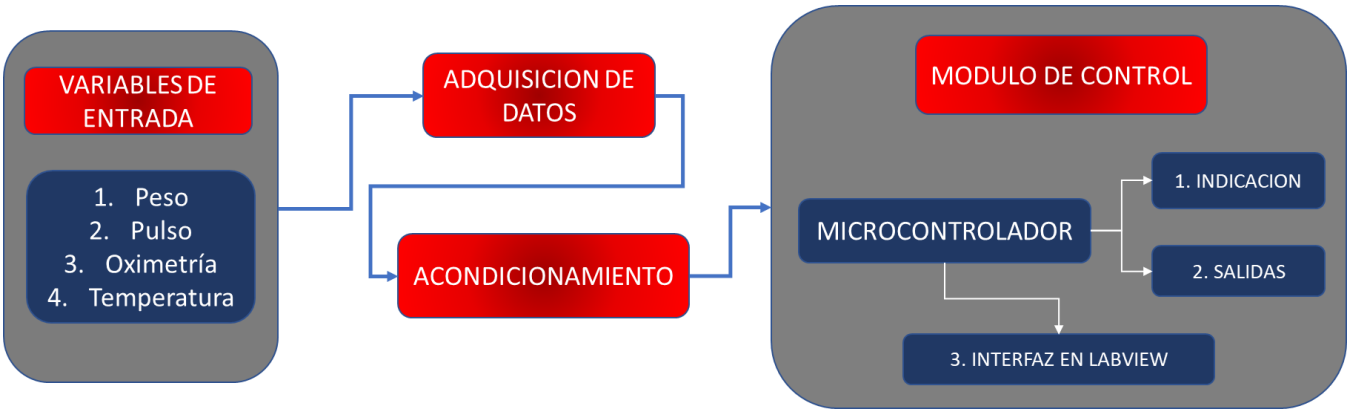


Figura 1 Diagrama De Solución

A continuación, se realizará la descripción de las etapas ilustradas en la figura 1, como primera etapa se encuentran las variables de entrada, seguido por la toma y adquisición de los datos, después de realizar un acondicionamiento de las variables entrantes y posteriormente su tratamiento en el módulo de control

2.1. Variables de Entrada

las variables de entrada son los datos que se adquieren con los sensores, existen cuatro tipos de variables a medir, entre las cuales se encuentran peso, pulso, oximetría y temperatura respectivamente, provenientes de cada sensor.

2.2. Adquisición de Datos

Se recolectan las variables de entrada que determinarán los signos vitales del paciente para la realización posteriormente del triage hospitalario. Esto se logra mediante la implementación de un sistema de sensores constituido por 5 dispositivos. Los cuales son:

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

Figura 2 Galgas Extensiométricas

-Galgas Extensiométricas: sensor piezorresistivo encargado de medir cargas por medio del cambio de sus valores nominales que varían de acuerdo con el nivel de deformación presente en el mismo. En este caso se utilizaron dos celdas de carga de 50 kg como se muestran en figura 2, con el fin de obtener un rango de medición de hasta 100 kg, los sensores son implementados en una placa de madera ubicándolos en 2 de sus laterales, permitiendo que el peso sobre la placa se distribuya uniformemente y así poder obtener una medición acertada.

La celda de carga de 50 kg tiene una sensibilidad de salida de 1.0± 0.1mv/v, lo cual hace que la variación de voltaje sea apreciable de manera óptima.

-Pulsómetro: es el encargado de realizar la medición de las pulsaciones del usuario, determinando su frecuencia cardiaca en tiempo real mediante el uso de un emisor led y un diodo receptor, para el proyecto se utilizó un sensor de pulso cardíaco Amper como se muestra en la figura 3, para su correcta ejecución se adaptó una tira de velcro que permitiera un óptimo ajuste al diámetro del dedo índice, teniendo en cuenta que tiene un buen flujo sanguíneo, asegurando una correcta toma de datos.

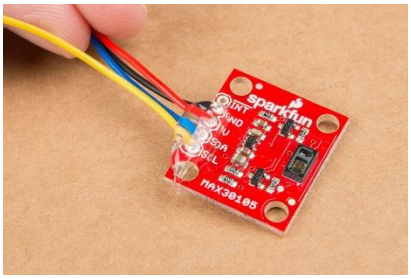


Figura 3 Sensor de Pulsioximetria Max 30105

El sensor utilizado incluye en su hardware internamente circuitos de amplificación y cancelación de ruido y trabaja con un voltaje desde 3v a 5v.

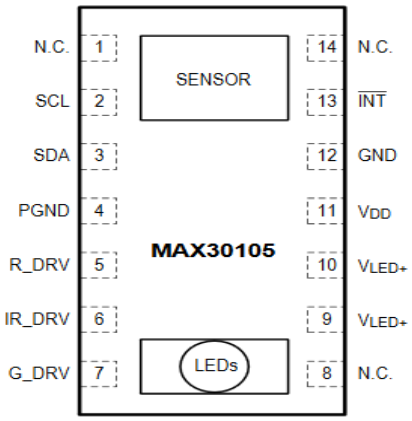


Figura 4 Integrado MAX30105

-Oxímetro: instrumento encargado de medir la saturación de oxígeno en la sangre de manera indirecta, que dispone de una fuente de luz, un detector de luz y un microprocesador que calcula las diferencias entre la hemoglobina rica en oxígeno y la hemoglobina pobre en oxígeno. El dispositivo Max 30105 ,como se muestra en la figura 4, fue el elegido para realizar esta función, ya que posee una alta sensibilidad óptica, siendo esta relevante para detectar partículas muy pequeñas como la hemoglobina, su protocolo de comunicación I^2C permite conectarlo a diferentes tipos de tarjetas electrónicas y microcontroladores como lo es el dispositivo Atmega 328. Este sensor contiene una cancelación de la luz ambiental(ALC) que compensa la luz del entorno, el ADC interno tiene una configuración de 18 bits de resolución.

-Termómetro infrarrojo: Módulo capaz de medir la temperatura de un objeto a distancia y sin contacto mediante infrarrojo; el dispositivo GY-906 como se muestra en la figura 5, el cual fue utilizado para realizar esta medición por poseer un conversor análogo-digital de 17 bits lo cual contribuye a su alta resolución y por tener una precisión de 0.5°C con respecto a temperatura ambiente logrando así una lectura fiable.

Figura 5 Sensor GY-906

Sus usos más comunes van desde el control de temperatura industrial de piezas móviles, monitoreo de ganado, detección de movimiento, relé térmico y temperatura corporal.

Su amplificador de bajo ruido, ADC de 17 bits y potente Unidad DSP, logran una alta precisión y resolución del termómetro.

El mismo viene calibrado de fábrica con un digital Salida PWM y SMBus (Bus de administración del sistema). Como estándar, el PWM de 10 bits está configurado para transmitir

continuamente en un rango de temperaturas desde -20 hasta 120 grados y posee con una resolución de salida de 0.14.

2.3 Acondicionamiento

Peso: Para el acondicionamiento de esta señal se utilizó el HX711 por ser un convertidor análogo-digital de 24 bits diseñado para aplicaciones como medición de peso y procesos industriales de control, la señal ingresa al integrado por medio de configuración en puente Wheatstone, en el cual este es el encargado de hacer la amplificación y su posterior filtrado, cuando la señal entra al microcontrolador se ejecuta una calibración por medio se software mediante la conversión de los valores leídos a valores en escala real .

Pulso: En la adaptación de esta señal se diseñó un algoritmo que toma su valor análogo con el propósito de facilitar su comprensión y análisis.

Oximetría: Debido a que el sensor cuenta con amplificación y filtrado este envía los datos directamente por I2C sin realizar un acondicionamiento externo.

Temperatura: Ya que el sensor cuenta con amplificación y filtrado este envía los datos directamente por I^2C sin realizar un acondicionamiento externo.

2.4 MÓDULO DE CONTROL

Microcontrolador

Para realizar el control y procesamiento de las señales, se utilizó el módulo Atmega 328p por ser un microcontrolador ampliamente utilizado en la industria, el cual permite almacenar distintas clases de variables. La arquitectura de este logra que sea más eficiente con rendimientos de hasta diez veces más rápido que los microcontroladores CISC

convencionales, además de esto, proporciona dos módulos I^2C implementados respectivamente en dos de las variables medidas, se cuenta también con 6 entradas análogas de las cuales se emplearon tres.

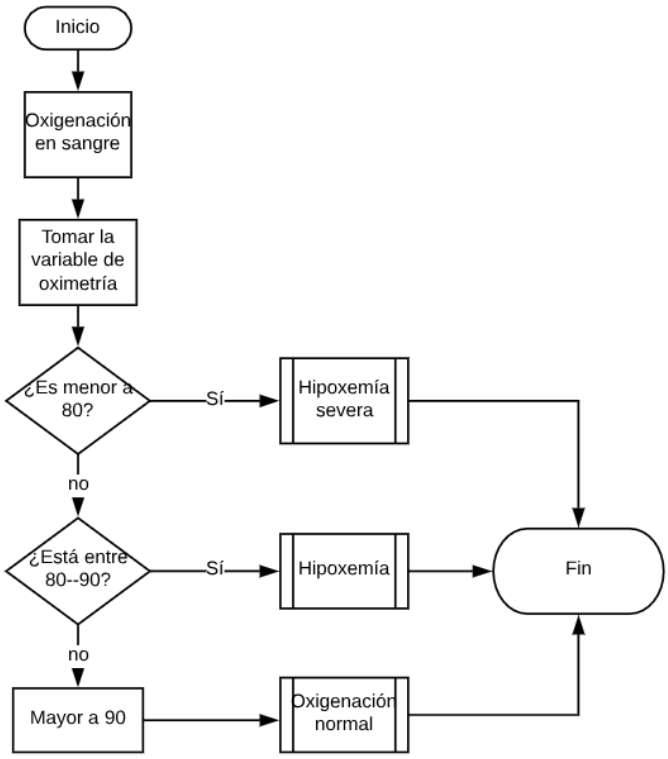
Para la elaboración del algoritmo se usó el entorno de desarrollo de Arduino(IDE), el cual está basado en lenguaje de programación java con una interfaz amigable con el usuario

Interfaz

La comunicación con el pc se realiza mediante el entorno de programación gráfica labview, el cual está diseñado específicamente para aplicaciones como pruebas, medidas y control con acceso rápido a E/S de hardware y análisis de datos.

3. DISEÑO DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO PARA LA ADQUISICIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES

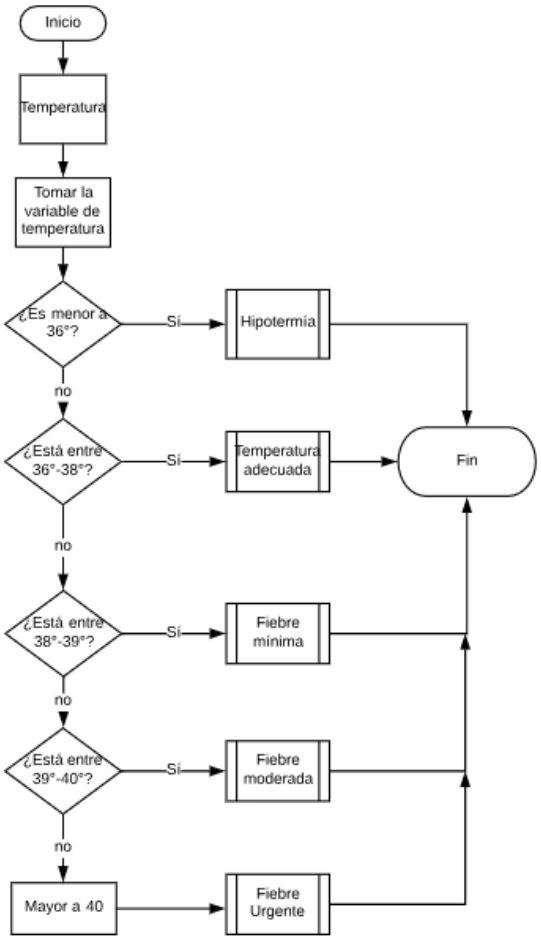
3.1 Diagrama de flujo para determinar la oxigenación en sangre



Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

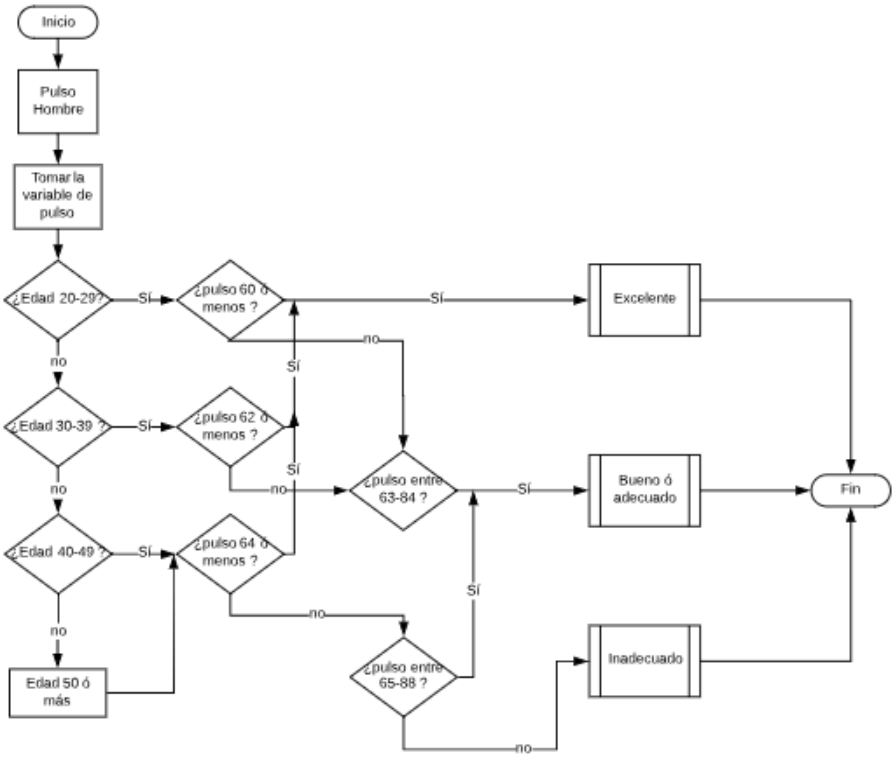
Inicialmente se toma el valor de la variable en este caso oximetría, seguido a esto se determinan algunos rangos necesarios para determinar el estado de la variable, si esta es menor a 80 se considera hipoxemia severa, si por el contrario l nivel de oxigenación se encuentra entre 80 y 90 se considera hipoxemia y si es mayor a 90 se posee un nivel de oxigenación adecuado

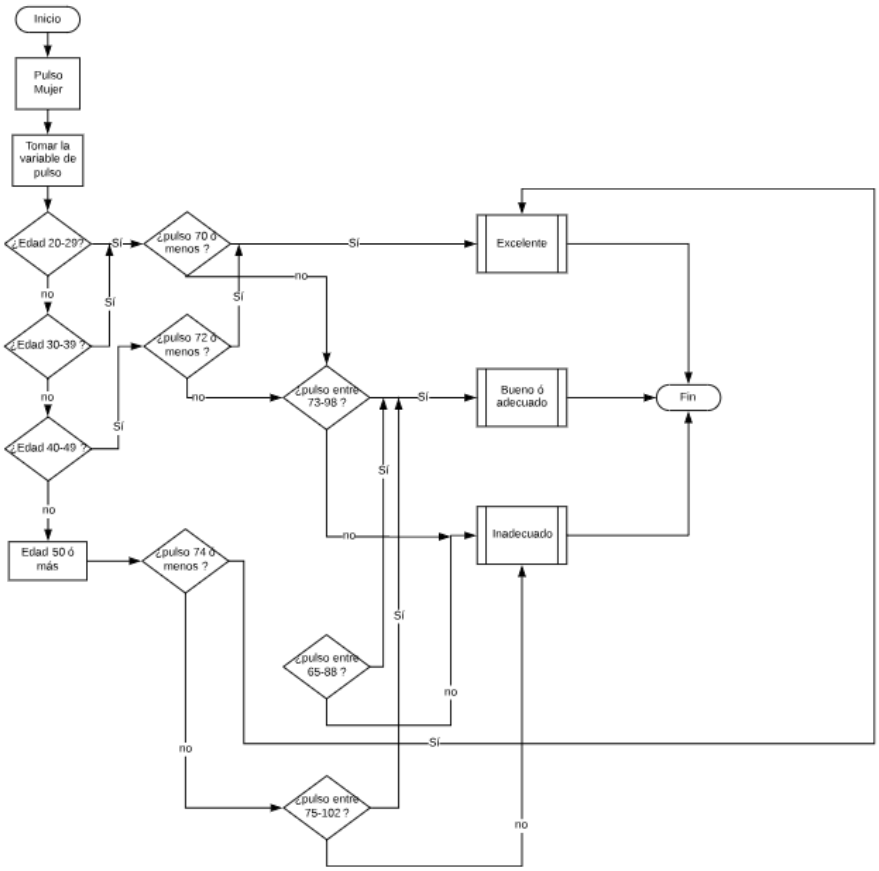
3.2Diagrama de flujo para determinar temperatura corporal



Para determinar el rango de temperatura se toma la variable medida por el sensor, si esta es menor a 36 grados se considera hipotermia, si se encuentra en un rango entre 38 y 36 la temperatura es adecuada si por el contrario es mayor a 39 se considera fiebre y si esta supera los 40 grados es fiebre extrema

3.2. Diagramas de flujo para determinar Pulso





Para la determinación del nivel de pulso se debe tener en cuenta el rango de edad en el que se encuentre el usuario, como primera medida se toma la variable si esta se encuentra en un rango de 20 a 29 años y si su pulso es menor a 60 se considera excelente, si por el contrario su rango oscila entre 63 y 84 es adecuado y si su pulso es mayor a este rango es considerado inadecuado, así se realiza para cada rango de edad e igualmente para determinar el pulso en la mujer

4.Interfaz

La interfaz se desarrolló en Labview, ya que es un software aplicable a cualquier entorno de programación, brindando al usuario una experiencia más gráfica para realizar la medición de sus variables.

El programa principalmente se separa en dos partes importantes, la primera contiene la comunicación serial con el microcontrolador, realizada por medio de los bloques de comunicación del módulo visa como se muestra en figura 6. Y la siguiente parte del programa consiste en la conversión de los datos recibidos por medio de la comunicación serial y transformados a variables reconocibles por el programa, de acuerdo con las variables ingresadas se realiza la respectiva comparación de rangos y por último por medio de una serie de algoritmos se determina el nivel de triage del usuario mostrado finalmente en una interface realizada en el software LabVIEW como se puede observar en la figura 7.

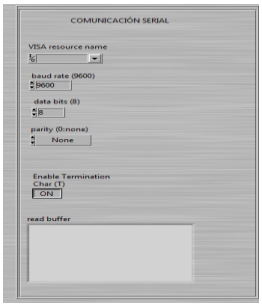


Figura 6 Interface Puerto Serial

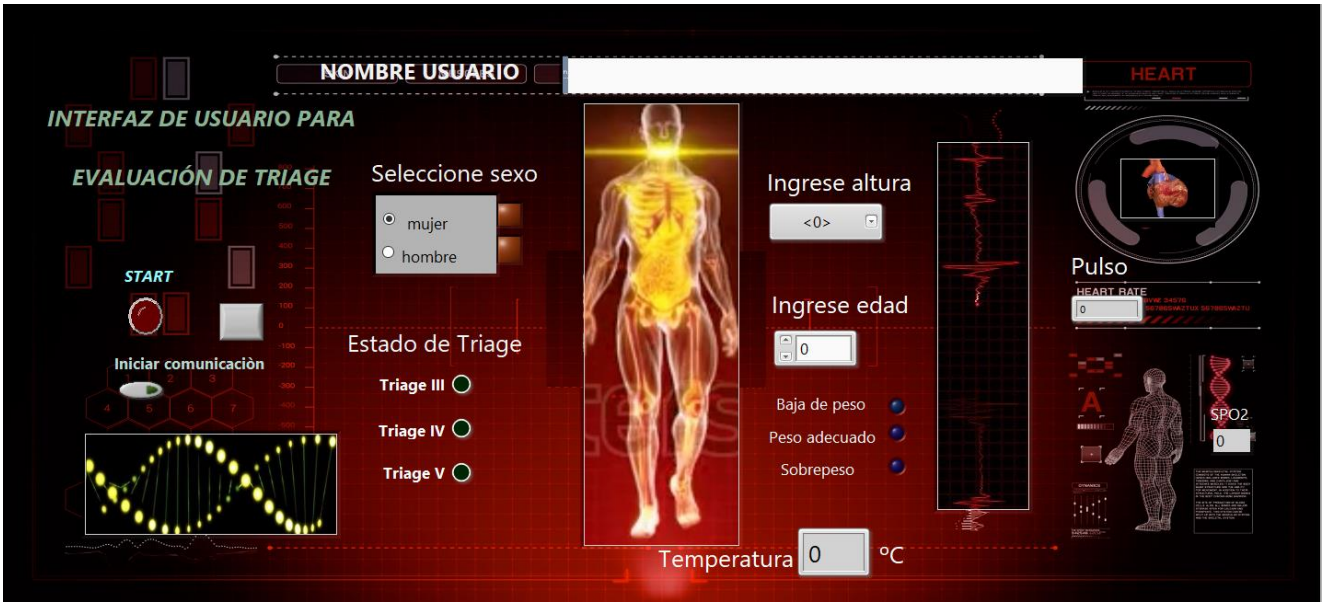


Figura 7 Interface LabVIEW

Resultados Obtenidos

Para concluir este proyecto se realizaron los siguientes procesos:

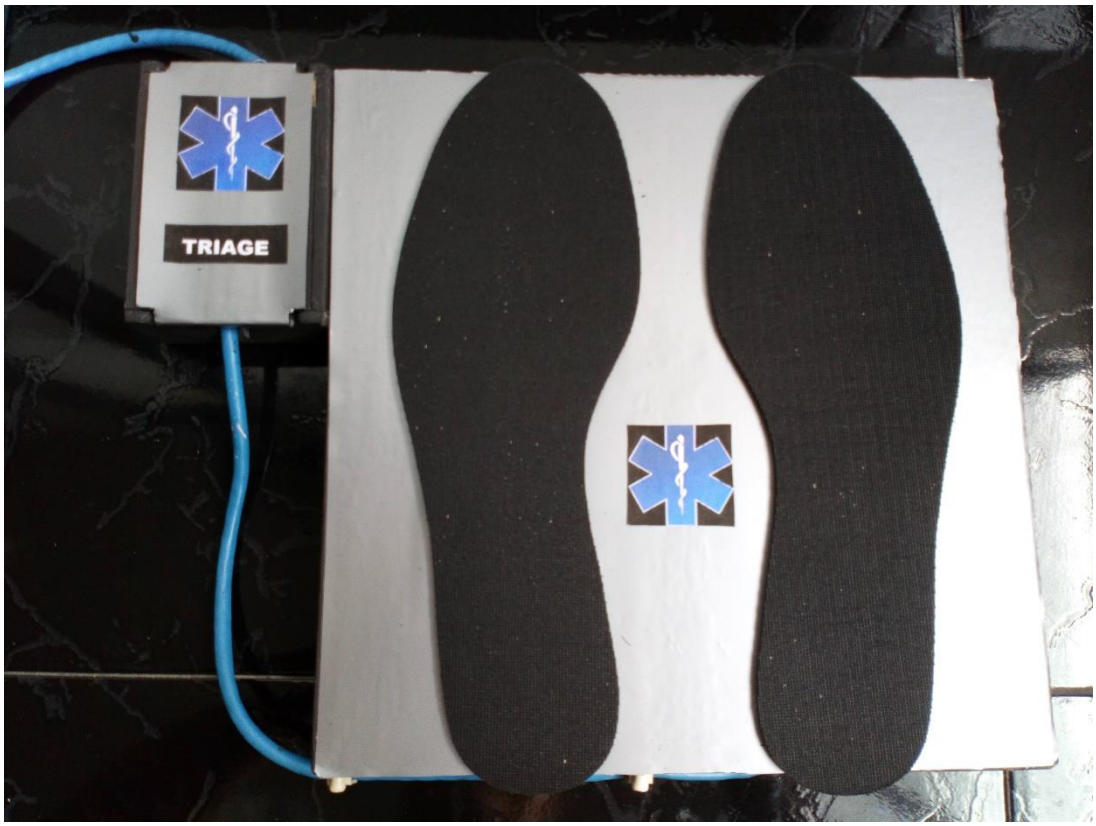


Figura 8 Pesa

Figura 9 Dispositivo Medición Temperatura, Pulso, Oximetría

Figura 10 Prototipo Final

Resultados obtenidos para la toma de peso

Para la calibración de las galgas extensiométricas se realiza un algoritmo en el entorno de programación IDE de Arduino, en el cual se halla un valor de escala, al obtener un valor específico se procede a usar en el código para hallar el peso de la persona, los códigos son los siguientes:

-Código para realizar la calibración de sensores piezorresistivos:

```
#include "HX711.h"
#define DOUT  A1
#define CLK  A0
HX711 balanza(DOUT, CLK);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.print("Lectura del valor del ADC:  ");
  Serial.println(balanza.read());
  Serial.println("No ponga ningun  objeto sobre la balanza");
  Serial.println("Destarando...");
  balanza.set_scale(); //La escala por defecto es 1
  balanza.tare(20);  //El peso actual es considerado Tara.
  Serial.println("Coloque un peso conocido:");}
void loop() {
  Serial.print("Valor de lectura:  ");
  Serial.println(balanza.get_value(20),0);
  delay(100);}
```

-Código para la medición de peso:

```
#include "HX711.h"
#define DOUT  A1
#define CLK  A2
HX711 balanza(DOUT, CLK);
```

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

```
void setup() {
Serial.begin(9600);
  Serial.print("Lectura del valor del ADC:  ");
  Serial.println(balanza.read());
  Serial.println("No ponga ningun  objeto sobre la balanza");
  Serial.println("Destarando...");
  Serial.println("...");
  balanza.set_scale(-1190.5);//se establece la escala
  balanza.tare(1); //el peso actual es considerado tara
  Serial.println("Listo para pesar");
}
void loop() {
  Serial.print("Peso: ");
  Serial.println(balanza.get_units(20),3);
   Serial.println("kg");
delay(200)
;
```

Resultados obtenidos para la toma de pulso

Para la toma de la variable de pulso se utilizó un código el cual toma un valor de lectura análoga en el transcurso de un minuto, con esto se determina el pulso:

```
int PulseSensorPurplePin = 0;
int LED13 = 13;
int Signal;
int Threshold = 550;
// The SetUp Function:
void setup() {
  pinMode(LED13,OUTPUT);
   Serial.begin(9600);        }
// The Main Loop Function
```

```
void loop() {

 Signal = analogRead(PulseSensorPurplePin);

 Serial.println(Signal);

   if(Signal > Threshold){

     digitalWrite(LED13,HIGH);

   } else {digitalWrite(LED13,LOW); delay(10);}
```

Datos obtenidos

Valores Prácticos Pulso											
			Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Promedios		
Persona N°	Genero	edad	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Referencia	Sensor	% Error
1	F	50+	68	60	62	70	50	72	67,33	60,00	10,89
2	F	30-39	58	65	77	69	80	71	68,33	71,67	4,88
3	F	40-49	112	98	70	98	82	84	93,33	88,00	5,71
4	M	20-29	63	70	68	73	77	80	74,33	69,33	6,73
5	M	20-29	70	78	75	80	74	82	80,00	73,00	8,75
6	M	30-39	68	60	62	55	70	61	58,67	66,67	13,64
7	M	40-49	77	70	90	75	90	87	77,33	85,67	10,78
8	M	20-29	71	62	72	67	75	65	64,67	72,67	12,37
9	F	20-29	90	80	92	84	109	92	85,33	97,00	13,67
10	F	50+	97	100	79	80	70	89	89,67	82,00	8,55

Tabla 1 Resultados obtenidos en la medición de Pulso

En la tabla 1 Se observan los resultados obtenidos en la medición de pulso, los datos de la columna sensor fueron tomados por el sensor de pulsioximetría anteriormente descrito (MAX30105), a su vez los datos para referencia fueron tomados por una tensión digital sejoy Bp-1319

Valores Prácticos Temperatura									
	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Promedios		
Persona N°	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Referencia	Sensor	% Error
1	35,1	36	35,6	36	35,5	36	36,00	35,40	1,67
2	37	37	37,1	37	37,7	37,1	37,03	37,27	0,63
3	35,9	35	36	35,5	36	36,4	35,63	35,97	0,94
4	36,8	36,5	36	36,5	36,3	36,9	36,63	36,37	0,73
5	38	38,2	37,5	37	37,5	38,1	37,77	37,67	0,26
6	34,5	35	34,7	35,3	34,1	35	35,10	34,43	1,90
7	38	38,6	38,1	38,8	37	38	38,47	37,70	1,99
8	35,5	34,6	35,6	35,1	35,9	36	35,23	35,67	1,23
9	37	37,5	36,8	37	38,5	38,9	37,80	37,43	0,97
10	34	34,5	33,5	34	35	34,2	34,23	34,17	0,19

Tabla 2Resultados obtenidos en la medición de Temperatura

Para la tabla 2 se utilizó como valores de referencia un termómetro digital marca Beurer Alemania con referencia Ft09, el cual viene previamente calibrado de fabrica con una Precisión de ± 0,1°C(entre 35,5 y 42°C) y Precisión de la medición ± 0,2°C(entre 32 - 35,4°C y 42,1 - 42,9°C), y en el proyecto de implementó el sensor GY-906.

Valores Prácticos Peso											
			Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Promedios		
Persona N°	Genero	Altura (cm)	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Referencia	Sensor	% Error
1	F	160	50	65	54	65	58	65	65,0	54,0	16,9
2	F	157	50	68	65	68	40	68	68,0	51,7	24,0
3	F	162	70	60	72	60	68	60	60,0	70,0	16,7
4	M	170	80	70	82	70	75	70	70,0	79,0	12,9
5	M	155	60	54	65	54	67	54	54,0	64,0	18,5
6	F	169	45	68	43	68	50	68	68,0	46,0	32,4
7	F	152	50	56	48	56	49	56	56,0	49,0	12,5
8	F	150	40	50	34	50	49	50	50,0	41,0	18,0
9	M	182	68	88	67	88	75	88	88,0	70,0	20,5
10	M	173	49	75	55	75	65	75	75,0	56,3	24,9

Tabla 3Resultados Obtenidos en la medición de Peso

Para los datos obtenidos en la toma de la variable peso se utilizó como referencia la báscula análoga con capacidad de 130 Kg marca Technika, y el sistema implementado en el proyecto consiste en dos galgas extensiométricas y el integrado hx711.

Valores Prácticos Oximetria										
		Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Promedios		
Persona N°	Genero	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Sensor	Referencia	Referencia	Sensor	% Error
1	F	98	99	97	99	99	99	99,0	98,0	1,0
2	F	92	98	94	98	92	98	98,0	92,7	5,4
3	F	90	99	98	99	95	99	99,0	94,3	4,7
4	M	95	96	95	96	93	96	96,0	94,3	1,7
5	M	95	97	97	97	96	97	97,0	96,0	1,0
6	F	96	96	96	95	97	96	95,7	96,3	0,7
7	F	96	95	97	96	96	95	95,3	96,3	1,0
8	F	98	97	96	97	96	97	97,0	96,7	0,3
9	M	99	99	99	99	98	99	99,0	98,7	0,3
10	M	95	97	95	98	95	98	97,7	95,0	2,7

Para los datos obtenidos en la toma de la variable Oximetría se utilizó como referencia un oxímetro digital marca Technika, y el sistema se implementó el sensor de pulsioximetria (MAX30105).

3 Conclusiones

- Para la utilización de las galgas extensiométricas fue necesario realizar la calibración por medio de software, así como también es indispensable ubicar el dispositivo en una superficie plana y estable, ya que estos sensores tienen una sensibilidad extrema, haciendo que la medición pierda su exactitud y precisión.
- Al momento de realizar la lectura de la variable oximetría se logró observar que existe un considerable tiempo de retardo en la toma del dato mostrado.

- Para el correcto funcionamiento del sensor utilizado en la toma de las variables oximetría y pulso fue necesario realizar el aislamiento de la luz del entorno, también se tuvo en cuenta la correcta ubicación del dedo en la realización de las pruebas.
- Los valores de temperatura obtenidos con el sensor GY-906 tienen una variación mínima con el termómetro de referencia utilizado como se muestra en la tabla 2,por ello podemos decir que la medida del sensor es óptima al ser fiable a los valores de referencia.

Referencias

[1] "Muere hombre al no ser atendido en urgencias - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com." [Online]. Available: http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16386779. [Accessed: 26-Aug-2017].

[2] "¿Cuándo clínicas y EPS son responsables de negligencia médica?, esto dice la Corte." [Online]. Available: http://www.elpais.com.co/colombia/cuando-clinicas-y-eps-son-responsables-de-negligencia-medica-esto-dice-la-corte.html. [Accessed: 26-Aug-2017].

[3] H. A. Chong, "Development of Automated Triage System for Emergency Medical Service," pp. 14–16, 2016.

[4] S. Moreno, A. Quintero, C. Ochoa, M. Bonfante, R. Villareal, and J. Pestana, "Remote monitoring system of vital signs for triage and detection of anomalous patient states in the emergency room," *2016 XXI Symp. Signal Process. Images Artif. Vis.*, pp. 1–5, 2016.

[5] C. Beck and J. Georgiou, "A wearable, multimodal, vitals acquisition unit for intelligent field triage," *Proc. - IEEE Int. Symp. Circuits Syst.*, vol. 2016–July, pp. 1530–1533, 2016.

[6] Q. Chen, K. Chetty, K. Woodbridge, and B. Tan, "Signs of life detection using wireless passive radar," *2016 IEEE Radar Conf. RadarConf 2016*, pp. 1–5, 2016.

[7] C. F. Mackenzie *et al.*, "Automatic pre-hospital vital signs waveform and trend data capture fills quality management, triage and outcome prediction gaps.," *AMIA Annu. Symp. Proc.*, no. November, pp. 318–322, 2008.

[8] S. Wendelkan, S. McGrath, G. Blike, and M. Akay, "The feasibility of using a forehead reflectance pulse

oximeter for automated remote triage," *Proc. IEEE Annu. Northeast Bioeng. Conf.*, no. figure 2, pp. 180–181, 2004.

[9] J. R. B. Dos Santos, G. Blard, A. S. R. Oliveira, and N. B. De Carvalho, "Wireless sensor tag and network for improved clinical triage," *Proc. - 18th Euromicro Conf. Digit. Syst. Des. DSD 2015*, pp. 399–406, 2015.

[10] D. Rodriguez, S. Heuer, A. Guerra, W. Stork, B. Weber, and M. Eichler, "Towards automatic sensor-based triage for individual remote monitoring during mass casualty incidents," *Proc. - 2014 IEEE Int. Conf. Bioinforma. Biomed. IEEE BIBM 2014*, pp. 544–551, 2014.

[11] M. Cremeens and E. S. Khorasani, "FMTS: A fuzzy implementation of the Manchester triage system," *2014 IEEE Conf. Norbert Wiener 21st Century Driv. Technol. Futur. 21CW 2014 - Inc. Proc. 2014 North Am. Fuzzy Inf. Process. Soc. Conf. NAFIPS 2014, Conf. Proc.*, 2014.

[12] D. Aziz, M. A. M. Ali, K. B. Gan, and I. Saiboon, "Initialization of adaptive neuro-fuzzy inference system using fuzzy clustering in predicting primary triage category," *ICIAS 2012 - 2012 4th Int. Conf. Intell. Adv. Syst. A Conf. World Eng. Sci. Technol. Congr. - Conf. Proc.*, vol. 1, pp. 170–174, 2012.

[13] J. W. Marini, "Error Analysis for Relay Type Satellite-Aided Search and Rescue Systems," no. 5, pp. 5–10, 1979.

[14] N. M. Zainee and K. Chellappan, "Emergency Clinic Multi-Sensor Continuous Monitoring Prototype Using e-Health Platform," no. December, pp. 8–10, 2014.

[15] A. R. Bajracharya, A. Uchiyama, A. Hiromori, H. Yamaguchi, and T. Higashino, "Implementation of a Data Collection Mechanism in Electronic Triage System using Wireless Sensor Devices," pp. 986–989, 2011.

[16] L. A. Wallis and S. Carley, "Validation of the Paediatric Triage Tape.," *Emerg. Med. J.*, vol. 23, no. 1, pp. 47–50, Jan. 2006.

[17] L. A. Rivera, M. G. Rivera, J. C. Sanchez, and M. Russi, "Interfaz para unificar el sistema de triage en un servicio de urgencias médicas," *2014 IEEE Bienn. Congr. Argentina*, pp. 686–691, 2014.

[18] K. Ghanes, O. Jouini, M. Wargon, and Z. Jemai, "Modeling and analysis of triage nurse ordering in emergency departments," *Proc. 2015 Int. Conf. Ind. Eng. Syst. Manag. IEEE IESM 2015*, no. October, pp. 228–235, 2016.

[19] A. P. Monitoring *et al.*, "Integration of Triage and Biomedical Devices for â€™ T '," pp. 34–39, 2006.

[20] C. Abt *et al.*, “Digital Triage Assistant,” *Proc. 2010 IEEE 36th Annu. Northeast Bioeng. Conf. NEBEC 2010*, pp. 1–2, 2010.

[21] T. L. Otero, “Desarrollo e implementación de un dispositivo de recogida online de parámetros biomédicos adaptado a las personas mayores,” 2011.

[22] L. B. Holm and F. A. Dahl, “Simulating the effect of physician triage in the emergency department of akershus university hospital,” *Proc. - Winter Simul. Conf.*, pp. 1896–1905, 2009.

[23] M. Wang, C. Lau, F. A. Matsen, and Y. Kim, “Personal Health Information Management System and its Application in Referral Management,” *IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed.*, vol. 8, no. 3, pp. 287–297, Sep. 2004.

[24] A. Abril, J. Portilla, T. Riesgo, and E. Meris, “Proyecto MERIS,” pp. 1–4.

[25] “Poulymenopoulou, M., Malamateniou, F. & Vassilacopoulos, G. J Med Syst (2012) 36.” .

[26] “DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA ,” 2013.

[27] B. Shickel and P. Rashidi, “Automatic Triage of Mental Health Forum Posts,” pp. 188–192, 2016.