

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN NO INVASIVA DE
LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA BASADO EN
ESPECTROFOTOMETRÍA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES E
IMÁGENES**

AUTORES:

Br. BENITES RODRÍGUEZ, JOSEPH MILCIADES

Br. GOMEZ BRICEÑO BRYAN ALEXIS

ASESOR:

Ms. AZABACHE FERNANDEZ FILIBERTO M.

TRUJILLO-PERÚ

2020

Fecha de sustentación: 30/06/2020

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN NO INVASIVA DE
LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA BASADO EN
ESPECTROFOTOMETRÍA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES E
IMÁGENES**

AUTORES:

Br. BENITES RODRÍGUEZ, JOSEPH MILCIADES

Br. GOMEZ BRICEÑO BRYAN ALEXIS

ASESOR:

Ms. AZABACHE FERNANDEZ FILIBERTO M.

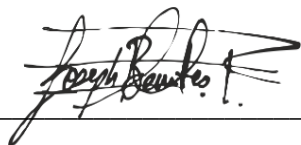
TRUJILLO-PERÚ

2020

Fecha de sustentación: 30/06/2020

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN NO INVASIVA DE
LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA BASADO EN
ESPECTROFOTOMETRÍA”**

ELABORADO POR:



Br. Benites Rodríguez, Joseph Milciades

DNI N° 46030059



Br. Gómez Briceño Bryan Alexis

DNI N° 46030059


APROBADO POR:



Presidente

Ing. LUIS ALBERTO VARGAS DÍAZ

CIP 104175



Secretario

**Ing. LUIS ENRIQUE ALVARADO
RODRIGUEZ**



Asesor

Ing. FILIBERTO AZABACHE FERNANDEZ

CIP 97916



Vocal

**Ing. OSCAR MIGUEL DE LA CRUZ
RODRIGUEZ**

DEDICATORIA

A Dios.

Por habernos permitido llegar hasta este punto, entregándonos salud para lograr nuestros objetivos.

A nuestros padres y hermanos.

Que son nuestros motivos para vencer los obstáculos y así lograr los objetivos que impulsan nuestro crecimiento personal y profesional.

A nuestros compañeros Diego y Alonso

Por habernos apoyado en todo momento, por sus aportes cognitivos en el desarrollo de esta tesis, por sus críticas, por las traspasadas en SAGE, pero más que nada, por su amistad.

A nuestro asesor.

Ms. Filiberto M. Azabache Fernández por su gran apoyo y motivación para la elaboración y culminación de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por las bendiciones que nos brinda día a día, por su sabiduría para entender el camino correcto y fortaleza para aceptar las pruebas que nos pone.

Nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego, en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica y a quienes laboran en ella por su dedicación y apoyo en la formación académica de profesionales, de gran nivel en cada campo de acción.

Un agradecimiento especial al Ms. Filiberto Azabache Fernández por su orientación y atención a nuestras consultas, por la revisión cuidadosa que ha realizado de este trabajo y sus valiosas sugerencias para concluir esta investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo como propósito diseñar un prototipo para el monitoreo no invasivo de hemoglobina, la principal característica del prototipo desarrollado es la facilidad en la obtención de las medidas manteniéndose dentro de los parámetros de variabilidad propuestos.

El desarrollo de del prototipo se divide en tres etapas, la primera es la obtención de la señal, su adaptación y filtrado el cual consiste en filtros analógicos y digitales, la segunda etapa consiste en el almacenamiento y el envío de los datos obtenidos, este se realiza enviando los datos a un servidor remoto usando tecnología TCP-IP haciendo uso de sockets, la última etapa consiste en la interfaz de usuario intuitiva diseñado en Matlab (GUI) y de fácil uso para mostrar los datos que se obtuvieron para cada uno de los sujetos de prueba.

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que: el desarrollo de un sistema de monitoreo no invasivo el cual cumpla con los valores de variabilidad propuestos es factible, además que la obtención de la relación entre la absorbancia y longitud de onda nos permite hallar los coeficientes de extinción para la hemoglobina, la adaptación de señal obtenida mediante el uso de filtros analógicos de segundo orden y la implementación de filtros digitales permite la obtención de una señal limpia eliminando los componentes de ruido y con ello la obtención de los valores de hemoglobina comparados con los resultados obtenidos en pruebas clínicas fueron menores al $\pm 3\text{g/dl}$, logrando almacenar los datos obtenidos y presentarlos de manera clara y concisa.

Palabras Clave:

Hemoglobina Transmitancia Procesamiento de señales

SUMMARY

The purpose of this research work was to design a prototype for the non-invasive monitoring of hemoglobin. The main characteristic of the developed prototype is the ease in obtaining the measurements while remaining within the proposed variability parameters.

The development of the prototype is divided into three stages, the first is to obtain the signal, its adaptation and filtering which consists of analog and digital filters, the second stage consists of the storage and sending of the data obtained, this is performed by sending the data to a remote server using TCP-IP technology using sockets, the last stage consists of the intuitive user interface designed in Matlab (GUI) and easy to use to display the data that was obtained for each of test subjects.

From the results obtained, it can be concluded that: the development of a non-invasive monitoring system which complies with the proposed variability values is feasible, in addition, that obtaining the relationship between absorbance and wavelength allows us to find the extinction coefficients for hemoglobin, the adaptation of the signal obtained through the use of second-order analog filters and the implementation of digital filters allow obtaining a clean signal by eliminating noise components and thereby obtaining the hemoglobin values compared with the results obtained in clinical tests they were less than $\pm 3\text{g/dl}$, managing to store the data obtained and present them clearly and concisely.

Keywords:

Hemoglobin

Transmittance

Signal Processing

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR:

En cumplimiento a lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Electrónico, nos es honroso presentar a vuestra consideración el presente trabajo de tesis denominado:

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN NO INVASIVA DE LA CONCENTRACIÓN DE HEMOGLOBINA BASADO EN ESPECTROFOTOMETRÍA

Se presenta este trabajo de diseño e implementación del equipo en mención para que sea valorado según vuestro criterio y consideración y se emita el dictamen respectivo, esperando que cumpla con las exigencias que amerita un trabajo de Tesis.

Aprovechamos la oportunidad para expresar nuestro sincero agradecimiento a la plana docente de la universidad, por los conocimientos y experiencias impartidas a lo largo de nuestra formación académica.

Trujillo, 30 de Junio de 2020

INDICE

RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
PRESENTACIÓN	ix
CAPÍTULO I	15
1.1 Problema de la investigación	16
a) Descripción de la realidad problemática	16
b) Descripción del problema	16
c) Formulación del problema	17
1.2 Objetivos de la investigación.....	18
a) Objetivo general	18
b) Objetivos específicos.....	18
1.3 Justificación del estudio	18
CAPÍTULO II	19
2.1 Antecedentes del estudio:.....	20
2.2 Marco teórico	22
A. Ley de Lambert-Beer	22
B. Transmitancia y absorbancia	22
Transmitancia.....	22
Absorbancia	23
C. Espectro electromagnético.....	23
D. Región visible (320nm – 750 nm)	23
E. Curvas de calibración.....	24
F. La evolución de la anemia en el Perú.....	24
G. Propiedades de la hemoglobina.....	25
H. Microcontrolador PIC 18f4550	25
J. Diodo Láser:.....	26
Ventajas	27
2.3 Marco Conceptual.....	27
A. La Anemia.....	27

B. La hemoglobina.....	27
C. Espectro de absorción	27
D. Medición no invasiva de hemoglobina.....	28
E. Método analítico invasivo	28
F. Cloud database	28
2.4 Hipótesis.....	28
2.5 Variables e indicadores.....	30
A. Variable independiente:.....	30
B. Variable dependiente:.....	30
CAPÍTULO III	32
3.1 Tipo y nivel de investigación	33
A. Tipo de investigación.....	33
▪ De acuerdo a la orientación.....	33
▪ De acuerdo a la técnica de contrastación	33
B. Nivel de investigación.....	33
Descriptivo	33
3.2 Población y muestra de estudio	33
A. Población	33
B. Muestra	33
C. Unidad de análisis.....	33
3.3 Diseño de investigación	33
A. Pre- experimental	33
B. Muestreo	33
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.....	33
A. Matriz de técnicas de investigación	33
B. Técnicas de recolección de datos.....	35
a) Recolección de fuentes primarias:.....	35
b) Recolección de fuentes secundarias:	35
C. Instrumentos de recolección de datos.....	35
a) Registro de pruebas	35
b) Matlab	35

3.5	Procesamiento y análisis de los datos	35
A.	Tratamiento de los datos	35
CAPÍTULO IV		37
4.1	Descripción del producto a diseñar	38
A.	Descripción del equipo fotométrico	38
B.	Características del equipo (etapa fotométrica).....	38
a)	Módulo de iluminación.....	38
b)	Muestra	39
c)	Módulo de sensado	39
d)	Módulo de procesamiento y memoria.....	40
e)	Selección de función	40
f)	Display LCD	40
g)	Módulo de alimentación.....	40
h)	Módulo de comunicación GSM.....	40
4.2	Diseño propuesto.....	41
4.2.1	Modelo propuesto 3D	41
4.3	Análisis del modelo propuesto	41
A.	Características del diseño	41
a)	Modelo Esquemático	41
4.4	GUI en Matlab.....	43
4.5	Relación Absorbancia vs Longitud de onda	45
4.6	Filtros aplicados a la señal de entrada.....	46
4.7	Mediciones en Laboratorio clínico PRECISA	49
4.8	Procedimiento de medición con equipo propuesto	49
4.9	Mediciones con el equipo propuesto.....	50
4.10	Cálculos estadísticos para hematocritos	51
5.1	Conclusiones	55
5.2	Recomendaciones	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		57
ANEXOS		58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Descripción de longitud de onda.....	22
Figura 2 Espectro electromagnético	23
Figura 3 Anemina en niños menores a 3años de acuerdo a su zona de residencia..	25
Figura 4 Diagrama de un ST-1KLB3.....	26
Figura 5 Relación Longitud de onda vs Sensitividad.....	26
Figura 6 Absorción espectral vs longitud de onda	28
Figura 7 Descripción mediante diagrama de bloques de equipo fotométrico	38
Figura 8 Conexión RGB	39
Figura 9 Diseño de equipo fotométrico propuesto en software ARES.....	41
Figura 10 Diseño de circuito realizado en software Proteus 8.6	42
Figura 11 Diseño de conexionado en software Proteus 8.6.....	42
Figura 12 Comunicación con la base de datos en Matlab.....	44
Figura 13 Diagrama de flujo para conexión a base de datos en Matlab.....	45
Figura 14 Tendencias de absorbancias y longitudes de onda	46
Figura 15 Diagrama para señal con ruido y filtros (0.08-0.8)	47
Figura 16 Diagrama para señal con ruido y filtro al 0.08.....	47
Figura 17 Diagrama para señal con ruido y filtro al 0.2.....	48
Figura 18 Diagrama para señal con ruido y filtro al 0.8.....	48
Figura 19 Gráfica para cálculo de regresión en Minitab19.....	53

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Ley de Lamber-Beer relación de absorbancia.....	22
------------------------------------------------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Longitud de onda con relación al color.....	24
Tabla 2 Operacionalización de la variable independiente	30
Tabla 3 Operacionalización de la variable dependiente.....	31
Tabla 4 Matriz de técnicas de investigación para variable independiente	33

Tabla 5 Matriz de técnicas de investigación para variable independiente	34
Tabla 6 Método de análisis de datos	36
Tabla 7 Pacientes evaluados en el laboratorio clínico	49
Tabla 8 Pacientes evaluados con el equipo propuesto	50
Tabla 9 Regresión Hb vs Hm.....	51
Tabla 10 Análisis de varianza.....	51
Tabla 11 Cuadro Resumen coeficientes.....	52
Tabla 12 Cálculo de hematocritos para clínica	52
Tabla 13 Cálculo de hematocritos de equipo propuesto	52

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de la investigación

a) Descripción de la realidad problemática

Según (INEI, 2015), en el Perú, el 20,7 % de mujeres de 15 a 49 años presentaba algún tipo de anemia. Y (SciELO, 2017) confirma que el 17,7 % tenía anemia leve, el 2,8 % anemia moderada y 0,2 % anemia grave.

Según el INEI, la anemia infantil en el Perú para los primeros 6 meses del 2019 tiene un valor aproximado del 42.2%. Por otro lado, el mismo INEI, en valores estadísticos, comparando el valor obtenido en el 2019 con el 43.5% del 2018, indica que se trata de una depreciación sin valía estadística, eso significa que, posiblemente no es auténtico.

En términos prácticos, se puede ratificar que la desigualdad lograda de - 1.3% es estrechamente pequeña en correlación con el impresionante desenvolvimiento que se habría realizado mediante campañas médicas, sesiones para tratar la anemia y otros medios para repeler esta calamidad. A este paso, inclusive cuando esa pequeña disparidad a la baja fuera verídica, INEI indica que tomaría entre 15 a 25 años descender a 20%, cerca del objetivo oficial planteado.

b) Descripción del problema

Se conoce que los métodos más comunes para realizar las mediciones de hemoglobina se realizan de manera invasiva, teniendo como referencias los siguientes métodos:

- Método de la Ciano metahemoglobina
- Método de la azidametahemoglobina

Para ambos métodos se quiere considerar lo siguiente:

1. La calibración del equipo de medición de hemoglobina según los métodos siguientes: Cianometahemoglobina y de la azidametahemoglobina es manual y debe calibrarse en cada muestra.
2. El tiempo muerto presente entre la evaluación de las muestras y la obtención y verificación de los resultados de la hemoglobina por método invasivo y por el uso de procedimientos previos a la punción capilar y el uso de reactivos en cada muestra.

Ambos métodos hacen uso de reactivos adicionales tales como: laurilsulfato sódico (SLS) sin cianuro, el cual hemoliza los eritrocitos y los leucocitos de la muestra. Así como el cianuro de potasio, ferrocianuro de potasio que son usados para la medición con métodos colorimétricos, que necesitan muestras sin turbidez o una mala calibración de la absorbancia en valores de 546nm.

El uso de estos reactivos incrementa considerablemente el tiempo de medición de la hemoglobina en los pacientes y genera un mayor cuidado para la toma de la muestra, lo cual supone, seguir de manera correcta los pasos para la medición, caso contrario se invalida la medición se debe tomar otra muestra.

Considerando que estas mediciones deben ser lo más pronto posible para determinar los mecanismos de control y estimación a nivel de revisiones efectivas para la medición de hemoglobina, en esta investigación se considera evaluar una nueva forma de obtener la concentración de hemoglobina de forma no invasiva.

Por ello, se describe la siguiente problemática:

1. La calibración se debe realizar en cada medición de hemoglobina invasiva ya que existen una secuencia de pasos desde la captación del sujeto y materiales antes de realizar la punción capilar haciendo uso de una Lanceta retráctil, luego se procede a la toma de la sangre en una microcubeta. De ser el caso, estar atento a la totalidad de la microcubeta, tonalidad y uniformidad del reactivo y se debe eliminar si esta tiene irisación anaranjada o presenta grumos entre la franja de reacción.
2. El tiempo necesario para una buena medición de hemoglobina de modo invasivo es entre 2 – 3 mins, y si a eso se le agrega el factor externo de la mala capacitación de la persona que realiza la toma de muestra, fácilmente se podría prolongar la medición a 4 mins.

c) Formulación del problema

¿Cuál es la variabilidad de un sistema de monitorización no invasiva de la concentración de hemoglobina respecto a los análisis biológicos invasivos?

1.2 Objetivos de la investigación

a) Objetivo general

- Desarrollar un sistema de monitorización para determinar la concentración de hemoglobina de manera no invasiva.

b) Objetivos específicos

- Determinar la relación entre la absorbancia y longitud de onda.
- Diseñar el circuito electrónico de adaptación de señal.
- Determinar la concentración de hemoglobina y el % teórico de hematocritos.
- Implementar un servidor de base de datos, para el almacenamiento y visualización de los resultados de hemoglobina.

1.3 Justificación del estudio

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar el nivel de la medición y la cuantificación de la concentración de Hb (hemoglobina), mediante el uso de diseños y circuitos electrónicos con la aplicación de los conceptos fotométricos y espectrofotométricos, así también la reducción del tiempo de medición en comparación con los métodos tradicionales.

Por eso, para contribuir un nuevo método de medición, se plantea desarrollar un sistema que monitorice de manera no invasiva la concentración de Hb (hemoglobina), buscando la validez y la variabilidad al momento de realizar las mediciones.

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes del estudio:

Para validar esta investigación, se presenta los antecedentes de diversos estudios con referencia a la aplicación del método fotométrico, encontrados en revistas de investigación científica tales como ScieceDirect y tesis de grados de las universidades nacionales.

Las publicaciones que respaldan nuestro trabajo de investigación son los siguientes:

Según (Timm, 2010), **en su última investigación sobre hemoglobina:**

“Medición óptica no invasiva en tiempo real de la hemoglobina total”.

Nos da indicaciones importantes para el desarrollo de este proyecto de tesis, explicando a detalle la manera en cómo pudo medir ópticamente la hemoglobina:

La concentración de hemoglobina varió sistemáticamente y los resultados se correlacionaron con las mediciones tomadas por el HSS sensor no invasivo. Todas las mediciones no invasivas se compararon con muestras de sangre que se analizaron, utilizando un analizador de gases en sangre (BGA). Durante las mediciones, la concentración de hemoglobina cambió de 13 mmol / l a 3 mmol / l con una saturación de oxígeno constante del 97%. Al comparar el invasivo determinando la concentración de Hb con la concentración medida de forma no invasiva se encontró que existe una no lineal relación entre la concentración de hemoglobina de la sangre y los coeficientes calculados medidos con el dispositivo sensor.

(Kalmar, 2012) en su paper titulado: **“Exactitud de la medición no invasiva de la hemoglobina concentración por pulsioximetría durante el estado estacionario y condiciones dinámicas en cirugía hepática”.**

Los objetivos más relevantes de esta investigación son:

- Monitoreo continuo de hemoglobina en sangre (Hb) concentración por longitud de onda múltiple la espectrofotometría podría proporcionar un no invasivo método para guiar transfusión de eritrocitos.
- El Masimo Radical 7 dispositivo se comparó gas de sangre de punto de cuidado análisis para rastrear Hb concentración durante Cirugía mayor de hígado.

- Mediciones de Hb por Pulsioximetría correlacionado con directo medidas, pero valores subestimados, particularmente a una Hb más alta valores y con coloide infusión.

Este paper de Kalmar aporta conocimiento a la tesis, al explicar que la hemoglobina total (SpHb) se correlacionó moderadamente con Hbsatlab con una ligera subestimación en ambas fases en pacientes sometidos a resección hepática mayor. Precisión aumentada para Hbsatlab inferior valores, pero disminuyeron en presencia de solución coloide. Se necesitan mejoras adicionales para mejorar la precisión del dispositivo en estas condiciones, de modo que SpHb pueda volverse sensible dispositivo de detección de anemia clínicamente significativa.

(Rana, 2018) en su investigación titulada **“Minimización de artefactos de movimiento a partir de fotopletismografía no invasiva sensor de hemoglobina basado en un algoritmo de filtrado de envolvente”**

” Dentro de su investigación, nos brinda datos concretos para tamaños de muestras, tales como: en una muestra de 2 ml, los límites de detección para DQ y PQ en plasma son 0.02 y 0.005 mg / l.

Los límites de detección correspondientes para muestras de orina (tamaño de muestra de 10 ml) son 0.004 y 0.001 mg / l. Las recuperaciones de DQ y PQ en muestras de plasma y orina por triplicado enriquecidas con 0.5 mg / l de analitos son 93 y 85%.

Se pudo concluir que la precisión del método propuesto resultante del estudio por triplicado de muestras de orina con púas varía de 3.2 a 4.6% a 0.5 mg / l de DQ y PQ, respectivamente. Así mismo, Se concluye que el procedimiento espectrofotométrico visible derivado de segundo orden es el enfoque más efectivo para cuantificaciones simultáneas de DQ y PQ en presencia de ambos compuestos. La precisión de este enfoque se estudia más a fondo. En presencia de 0,5 mg / l DQ o 0,5 mg / l PQ solo en plasma, la precisión de la determinación (expresada como coeficiente de variación medio) es inferior al 3,5%. Los datos correspondientes para las muestras de orina son inferiores al 5%.

(Rana, 2018), en su reciente investigación titulada **“Método enzimático de determinación de urea en LTCC sistema microfluídico basado en fotometría de absorción”**.

2.2 Marco teórico

A. Ley de Lambert-Beer

Esta ley expresa la relación que existe entre la absorbancia de una luz monocromática y la concentración de un soluto en la solución.

$$A = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon cl$$

Ecuación 1 Ley de Lambert-Beer relación de absorbancia

La absorción es directamente proporcional a la concentración y la distancia que recorre el haz monocromático a través de la solución, donde ϵ representa el coeficiente de extinción molar que es específico para cada elemento.

B. Transmitancia y absorbancia

En el momento que un rayo de luz de longitud fija de onda de intensidad I_0 incide perpendicularmente sobre una disolución de un compuesto químico que absorbe luz o cromóforo, el compuesto absorberá una parte de la radiación incidente I_a y dejará pasar el resto I_t , de forma que se cumple:

$$I_0 = I_a + I_t$$

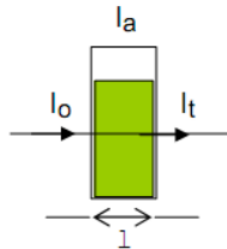


Figura 1 Descripción de longitud de onda

Fuente: elaboración propia

Transmitancia

Es la proporción entre el total de luz transmitida que llega a un detector o sistema de detección una vez que ha traspasado la muestra, I_t , y la cantidad de luz que incidió sobre ella, I_0 , y se representa normalmente en tanto por ciento:

$$\%T = \frac{I_t}{I_0} * 100$$

La relación entre % T y la concentración no es lineal, pero asume una relación logarítmica inversa.

Absorbancia

Concepto más relacionado con la muestra puesto que nos indica la cantidad de luz absorbida por la misma, y se define como el logaritmo de $1/T$, en consecuencia:

$$A = \log \frac{1}{T} = -\log T = -\log \frac{I_t}{I_o}$$

Cuando la intensidad incidente y transmitida son iguales ($I_o = I_t$), la transmitancia es del 100% e indica que la muestra no absorbe a una determinada longitud de onda, y entonces $A = 0$

C. Espectro electromagnético

Es el rango de todos los tipos de radiación EM. La radiación es energía que viaja y se extiende a medida que avanza.

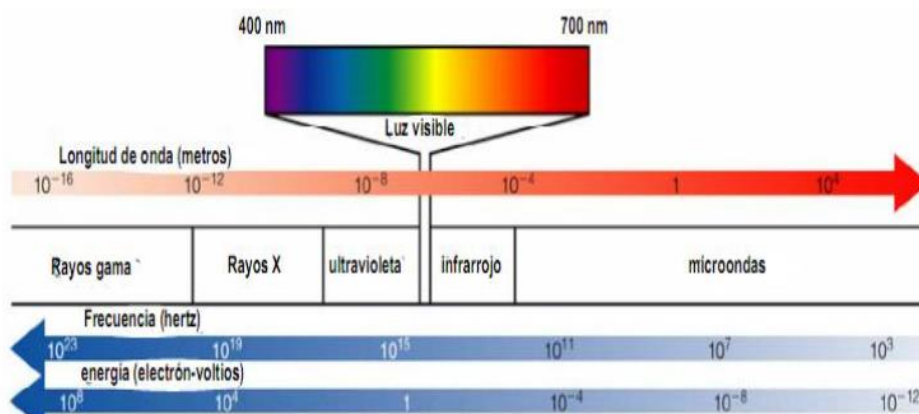


Figura 2 Espectro electromagnético

Fuente: propia

D. Región visible (320nm – 750 nm)

En la región visible evaluamos el color visible de una solución y que pertenece a las longitudes de onda de luz que transfiere, no que absorbe. El color que absorbe es el complemento del color transmitido.

Por tanto, para efectuar mediciones de absorción es obligatorio utilizar la longitud de onda en la que absorbe luz la solución coloreada. El origen de la radiación visible suele ser una bombilla de tungsteno y no proporciona bastante energía por debajo de 320 nm.

Tabla 1 Longitud de onda con relación al color

Intervalo de longitudes de onda (nm)	Color de la luz absorbida	Color complementario transmitido
400 – 435	Violeta	Amarillo-verdoso
435 – 480	Azul	Amarillo
480 – 490	Azul - Verde	Anaranjado
490 – 500	Verde -Azul	Rojo
500 – 560	Verde	Púrpura
560 – 580	Amarillo - Verdoso	Violeta
580 - 595	Amarillo	Azul
595 – 650	Anaranjado	Azul- Verdoso
650 - 750	Rojo	Verde - Azul

Fuente: SKOOG, Douglas. Química Analítica, Editorial McGraw-Hill, Séptima Edición, México, 2000, p. 585

E. Curvas de calibración

Para obtener la curva de calibrado de un compuesto, se preparan soluciones con diferentes concentraciones del mismo, determinándose el nivel de absorbancia máxima para cada muestra.

A bajas concentraciones el aumento de la absorbancia tiene un comportamiento lineal. El coeficiente de extinción molar se obtiene de la pendiente de la recta.

F. La evolución de la anemia en el Perú

Según el INEI (2017), En el área rural es donde se concentra la mayor cantidad de niños con anemia (53,3%), en contraparte el 40% de la zona urbana también es afectada por la anemia en promedio.

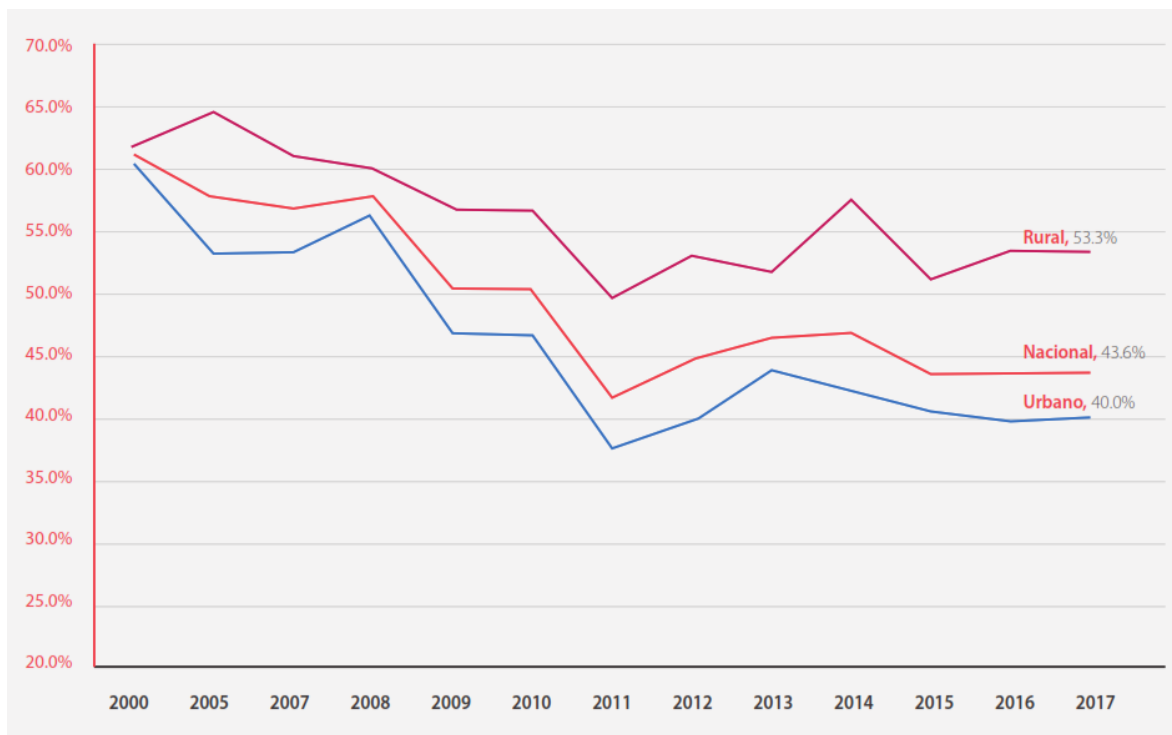


Figura 3 Anemina en niños menores a 3años de acuerdo a su zona de residencia

Fuente: INEI. (2018)

G. Propiedades de la hemoglobina

Las propiedades ópticas de la hemoglobina transportan información cuantitativa que es enorme interés en el diagnóstico médico donde se considera la propiedad óptica de la sangre esencial específicamente, el conocimiento del índice de refracción (IR) de la hemoglobina es muy útil en muchas técnicas ópticas, ya que ofrece información sobre la naturaleza de las enfermedades de las células sanguíneas porque RI se relaciona con las propiedades celulares biofísicas.

H. Microcontrolador PIC 18f4550

Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las instrucciones grabadas en su memoria.

Ventajas:

- Permite una mayor flexibilidad sobre la lógica cableada.
- Permite realizarle modificaciones de manera rápida.
- Mínimo número de componentes externos.
- Menor costo.

I. ST-1KL3B

El ST-1KL3B es un fototransistor de silicio NPN de alta sensibilidad, presenta una respuesta angular estrecha, presenta una salida analógica, la cual es proporcional a la intensidad de luz incidente sobre él.

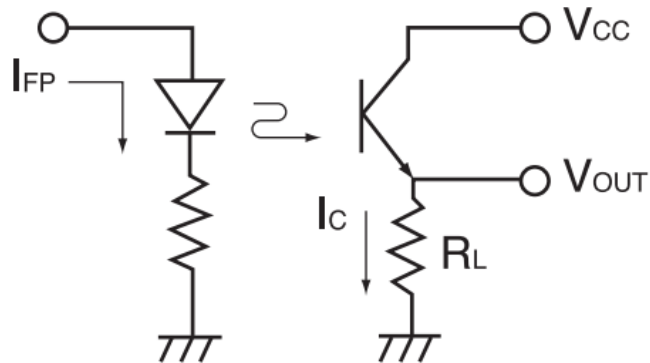


Figura 4 Diagrama de un ST-1KLB3

Fuente: elaboración propia

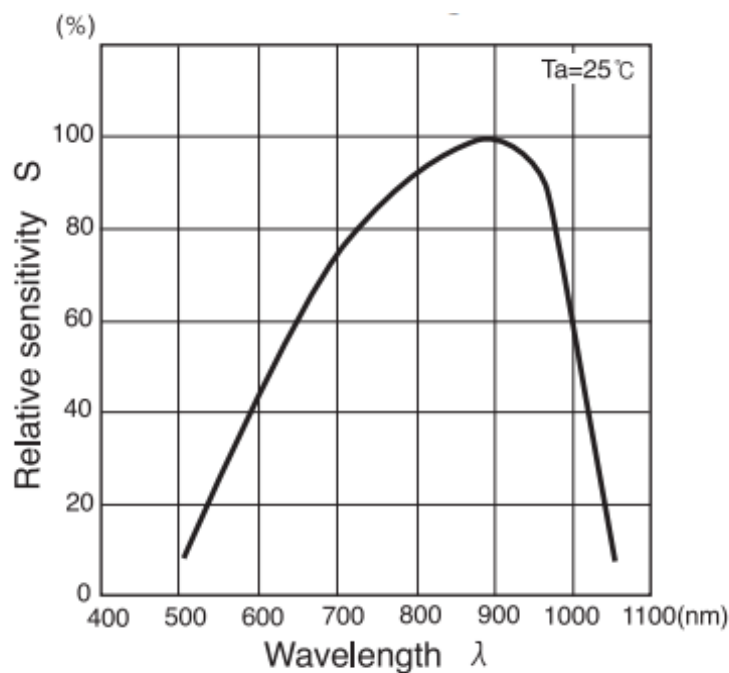


Figura 5 Relación Longitud de onda vs Sensitividad

Fuente: elaboración propia

Variando la resistencia de carga R_L se logra polarizar el dispositivo para que trabaje en la zona activa.

J. Diodo Láser:

El led de diodo Laser, emite luz mediante el principio de emisión estimulada un haz de luz coherente –misma frecuencia y fase- lo que conlleva la entrega de longitudes de onda de espectro angosto.

El diodo usado entrega una longitud de onda de 650nm ubicándolo en la zona del rojo visible.

Ventajas

- Gran eficiencia.
- Permite la modulación directa
- De volumen y peso reducido
- Baja corriente de operación

2.3 Marco Conceptual

A. La Anemia

Condición definida por la insuficiente cantidad de glóbulos rojos sanos para realizar el transporte el oxígeno a todos los tejidos de su cuerpo. Tener anemia puede hacerte sentir cansado y débil.

B. La hemoglobina

Según (Timm, 2010), define a la hemoglobina como la proteína contenida en los glóbulos rojos que transporta oxígeno a los órganos y tejidos de su cuerpo y transporta dióxido de carbono desde sus órganos y tejidos a sus pulmones.

C. Espectro de absorción

(Ribed-Sanchez, 2015) considera que el espectro de absorción se considera al evaluar las diferentes longitudes de onda(nm) versus la cantidad de absorción(l/min), haciendo uso de espectrofotometría, oxihemoglobina (sangre oxigenada), desoxihemoglobina (sangre no oxigenada), carboxihemoglobina (sangre con contenido de monóxido de carbono) y metahemoglobina (sangre con hemoglobina oxidada) las cuales difieren en su absorción de luz visible e infrarroja.

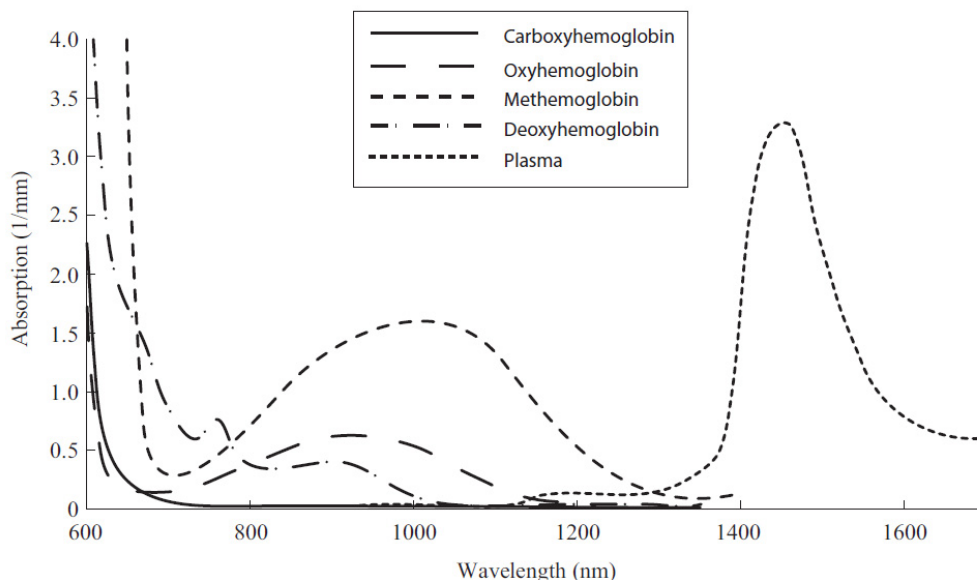


Figura 6 Absorción espectral vs longitud de onda

Fuente: (Ribed-Sanchez, 2015)

D. Medición no invasiva de hemoglobina

(Ribed-Sanchez, 2015), nos indica que la medición no invasiva se obtiene al pasar numerosas luces visibles e infrarrojas (LED, 500 a 950nm) a través de la punta del dedo y de esa manera determinar y medir los cambios en la absorción de luz durante el ciclo pulsátil de la sangre, donde el detector recibe la luz, la convierte en una señal electrónica y la envía al microcontrolador para su cálculo.

E. Método analítico invasivo

(Ribed-Sanchez, 2015), explica que este método se basa en mediciones intermitentes e invasivas de hemoglobina que se envían al laboratorio. Una vez procesada la muestra de sangre, se realiza el informe analítico. El valor de la hemoglobina se expresa en gramos por decilitro (g / dl).

F. Cloud database

Una base de datos en la nube es un servicio de base de datos creado y al que se accede a través de una plataforma en la nube. Sirve muchas de las mismas funciones que una base de datos tradicional con la flexibilidad adicional de la computación en la nube. Los usuarios instalan software en una infraestructura en la nube para implementar la base de datos. Esta base de datos se usará para el monitoreo de las mediciones de hemoglobina de cada paciente.

- El sistema de Monitorización no invasiva basado en espectrofotometría presenta un rango de variabilidad de $\pm 3\text{g/dl}$ con respecto a los análisis biológicos.

2.5 Variables e indicadores

A. Variable independiente:

- Sistema de monitorización no invasiva

B. Variable dependiente:

- Concentración de la hemoglobina

Tabla 2 Operacionalización de la variable independiente

Variable independiente	Definición contextual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento	Unidad de medida
Sistema de monitorización no invasiva	Es un sistema basado en microprocesador 18f4550 que permite obtener parámetros sobre la las muestras de hemoglobina.	Mediante la lectura del sensor y el desarrollo de una interfaz se visualiza el proceso de medición de la concentración de hemoglobina.	Sensor de nivel de intensidad de luz	Hoja técnica del fototransistor	mA
			Tiempo de respuesta	Matlab	Ms
			Número de muestras procesadas	Reporte de Clínica	%

Fuente: elaboración propia

Tabla 3 Operacionalización de la variable dependiente

Variable dependiente	Definición contextual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento	Unidad de medida
Concentración de la hemoglobina	Cantidad de la hemoglobina presente en los glóbulos rojos.	Los niveles de hemoglobina son obtenidos de una muestra de sangre.	Niveles de hemoglobina	Registros de campo	mg/l
			Número de personas analizadas	Reporte de Laboratorio PRECISA	-
			Porcentaje de variabilidad de las muestras	Registros de campo	%

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

EMPLEADA

3.1 Tipo y nivel de investigación

A. Tipo de investigación

- De acuerdo a la orientación

La investigación es aplicada, ya que está orientada a brindar soluciones a problemas prácticos, aplicando conocimientos científicos previamente demostrados.

- De acuerdo a la técnica de contrastación

La investigación es explicativa porque pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos de estudio.

B. Nivel de investigación

Descriptivo

3.2 Población y muestra de estudio

A. Población

Pacientes a los que se le puede realizar el análisis de hemoglobina de manera invasiva y no invasiva.

B. Muestra

5 pacientes voluntarios a los que se le realizará análisis de hemoglobina.

C. Unidad de análisis

Paciente voluntario.

3.3 Diseño de investigación

A. Pre- experimental

Se observa en condiciones naturales el fenómeno analizado sin modificarlo o alterarlo. Es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad.

B. Muestreo

No probabilístico por conveniencia

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

A. Matriz de técnicas de investigación

Tabla 4 Matriz de técnicas de investigación para variable independiente

Variable independiente	Indicadores	Técnica o fuente de recolección de la información	Instrumento
Sistema de monitorización no invasiva	Sensor de nivel de intensidad de luz	Hoja técnica del fototransistor, hoja técnica del Opamps para los filtros analógicos pasabajos de 2do orden.	Registro de Pruebas: Resultados de mediciones de intensidad.
	Tiempo de respuesta	Reloj interno de la laptop(hardware)	Matlab y Proton Compiler
	Número de muestras procesadas	Entrevista a Dra Olga López Odria/Visita a clínica SANNA	Reporte de Clínica

Fuente: elaboración propia

Tabla 5 Matriz de técnicas de investigación para variable independiente

Variable dependiente	Indicadores	Técnica o fuente de recolección de la información	Instrumento
Concentración de la hemoglobina	Niveles de hemoglobina	Visita a clínica SANNA Entrevista a Dra Olga López Odria del laboratorio Clínico PRECISA	Registros de campo
	Tiempo de respuesta	Reloj interno de la laptop(hardware)	Matlab y Proton Compiler
	Número de personas analizadas	Reporte de Laboratorio PRECISA	Reporte de Clínica

Fuente: elaboración propia

B. Técnicas de recolección de datos

a) Recolección de fuentes primarias:

- Observación directa: Observar el proceso de medición de concentración de compuestos orgánicos en clínica SANNA.
- Entrevista no estructurada: a doctores y personal del área de laboratorio clínico PRECISA.

b) Recolección de fuentes secundarias:

- ELSEVIER: empresa holandesa de publicaciones y análisis especializada en contenido científico, técnico y médico.
- El Indian Journal of Medical Specialties: revista trimestral
- Tesis de grado nacionales e internacionales.
- Publicaciones de investigación en ScienceDirect.
- Datos estadísticos de SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental)

c) La **técnica de observación** se empleó para tener conocimiento completo de la forma como se trabaja actualmente las mediciones de hemoglobina, para lo cual se visitó a la Clínica SANNA – área de análisis bajo la responsabilidad del laboratorio clínico PRECISA.

C. Instrumentos de recolección de datos

a) Registro de pruebas

Es un formato diseñado para esta tesis, el cual incluirá la data obtenida en cada medición, así como los datos del paciente.

b) Matlab

Software de programación de alto nivel, utilizado para el desarrollo del servidor y envío de mediciones a una base de datos.

3.5 Procesamiento y análisis de los datos

A. Tratamiento de los datos

Tabla 6 Método de análisis de datos

Objetivos	Técnica	Resultado
Desarrollar un sistema de monitorización para determinar la concentración de hemoglobina de manera no invasiva.	Análisis de información en ScienceDirect y la Indian Journal of Medical Specialties, visita a laboratorios clínicos trujillanos.	El sistema de monitorización, con una base de datos de la medición de concentración de hemoglobina.
Determinar la relación entre la absorbancia y longitud de onda.	Métodos de programación en lenguaje de alto nivel, método de diagrama de flujos y algoritmos.	Obtención de gráficas mostrando la relación de absorbancia y longitudes de onda, mediante el uso de algoritmos y programación en Basic.
Diseñar el circuito electrónico de adaptación de señal.	Análisis de Circuitos y dimensionamiento de componentes electrónicos.	Implementación de prototipo electrónico.
Determinar la concentración de hemoglobina y el % teórico de hematocritos.	Calibración de modulo final para pruebas de hemoglobina y valor teórico de hematocrito.	Mediciones documentadas obtenidas del laboratorio clínico, con valores de hemoglobina en g/dl y hematocritos (%).
Implementar un servidor de base de datos, para el almacenamiento y visualización de los resultados de hemoglobina.	Aplicación del estándar de comunicación TCP/IP	Se visualiza los datos almacenados, el historial de medición, los máximos y mínimos de cada usuario.

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE LOS

RESULTADOS

4.1 Descripción del producto a diseñar

A. Descripción del equipo fotométrico

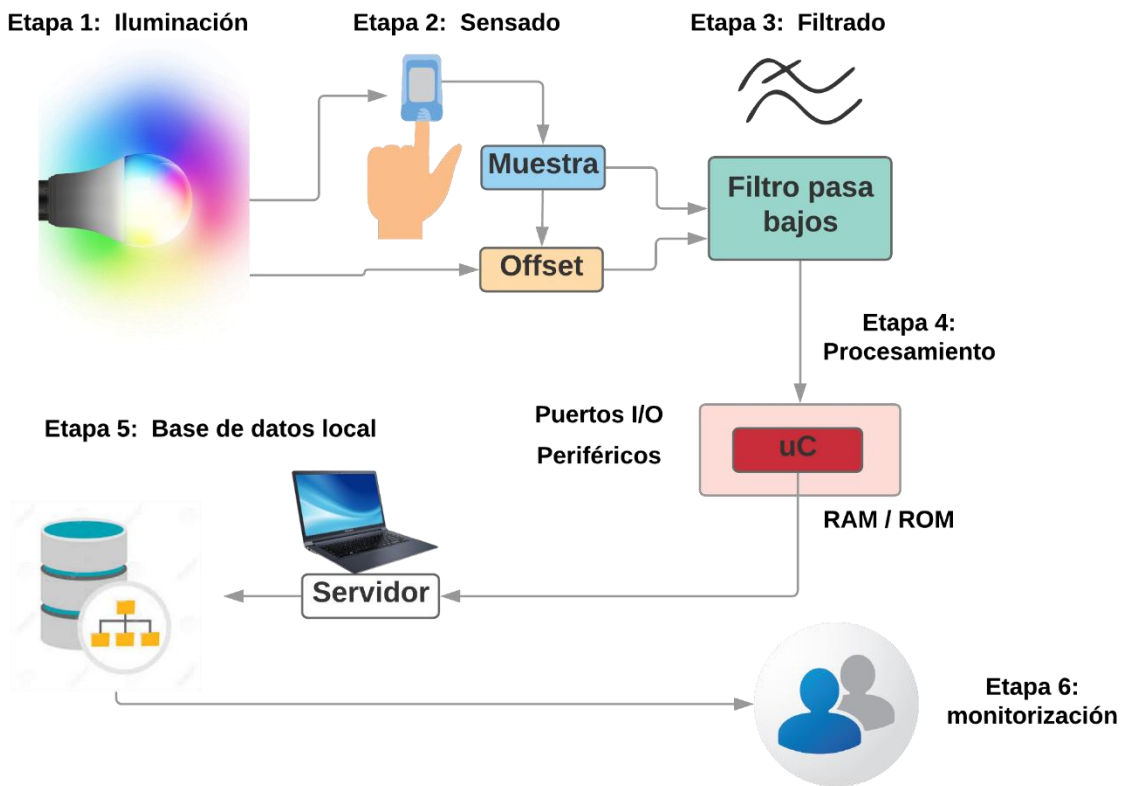


Figura 7 Descripción mediante diagrama de bloques de equipo fotométrico

Fuente: elaboración propia

B. Características del equipo (etapa fotométrica)

a) Módulo de iluminación

- El voltaje de trabajo: de cada uno de los colores es alrededor de 2,1V para el color rojo y 3,3V para los colores verde y azul.
- Corriente suministrada: para este RGB debe ser menor de 20mA.
- La longitud de onda: para el color rojo es de unos 625nm. En el caso del color verde es 520nm y en el color azul son 465nm.
- La intensidad luminosa: se encuentra entre el rango de entre los 200-300 mcd para el color rojo, 800-1000mcd para el color verde y 300-400mcd para el color azul.

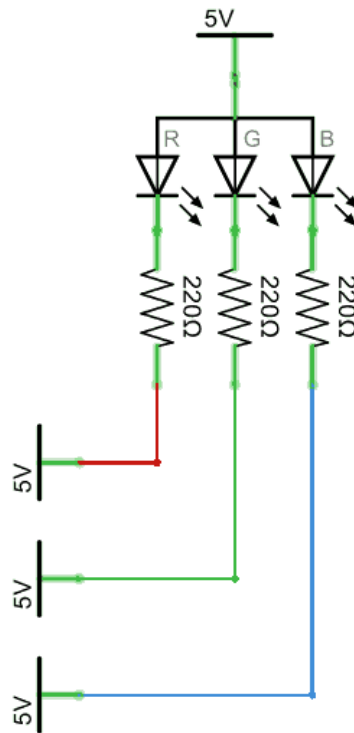


Figura 8 Conexión RGB

Fuente: elaboración propia

b) Muestra

- Muestra base: esta muestra representa la medición de concentración de hemoglobina, obtenida del laboratorio clínico PRECISA (Ver anexos).
- Muestra a analizar: muestra tomada con el equipo desarrollado en esta investigación, de acuerdo a los criterios de diseño electrónico, teoría fotométrica y teniendo en cuenta los resultados brindados por la clínica SANNA.
- Unidad de medida: las muestras serán analizadas en g/dl.

c) Módulo de sensado

Para sensar la muestra se usa El ST-1KL3B que es un fototransistor de silicio NPN de alta sensibilidad, lata de metal herméticamente sellada TO-18 que proporcionar años de rendimiento confiable, incluso bajo Condiciones exigentes como el uso en exteriores.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Respuesta angular estrecha
- Alta fiabilidad en entornos exigentes.

- Dos cables (colector, emisor) ST-1KL3A
- Tres cables (Colector, Emisor, Base) ST1 K L 3 B

d) Módulo de procesamiento y memoria

Se seleccionó el microcontrolador de Microchip familia 18f, el PIC18f4550, el cual cuenta con 32kbytes de memoria de programa y 2048 bytes de memoria SRAM, así como un conversor analógico-digital de 10 bits y un módulo USART.

El microcontrolador elegido posee hardware para la multiplicación en un solo ciclo lo que nos permite usar el microcontrolador en el análisis de señales, además posee 31 niveles de pila, lo que nos permite ejecutar una mayor cantidad de subrutinas.

e) Selección de función

Se considera la selección de función a la opción elegida mostrada en un menú interactivo. Para el diseño propuesto se consideran solo 1 pulsador (opción, aceptar y salir).

f) Display LCD

En este prototipo se está utilizando un LCD de 16x2, el cual se compone de 2 filas de 16 caracteres cada una.

g) Módulo de alimentación

La etapa de alimentación potencia se define como el dispositivo que convierte la corriente alterna (CA), en una o varias corrientes continuas (CC) de 9v, que alimentan los distintos módulos del dispositivo electrónico propuesto.

h) Módulo de comunicación GSM

El módulo de comunicación será a través de un módulo por GPRS mediante el protocolo TCP/IP que se comunicará a un servidor remoto el cual tiene una dirección IP y un puerto dedicado.

4.2 Diseño propuesto

4.2.1 Modelo propuesto 3D

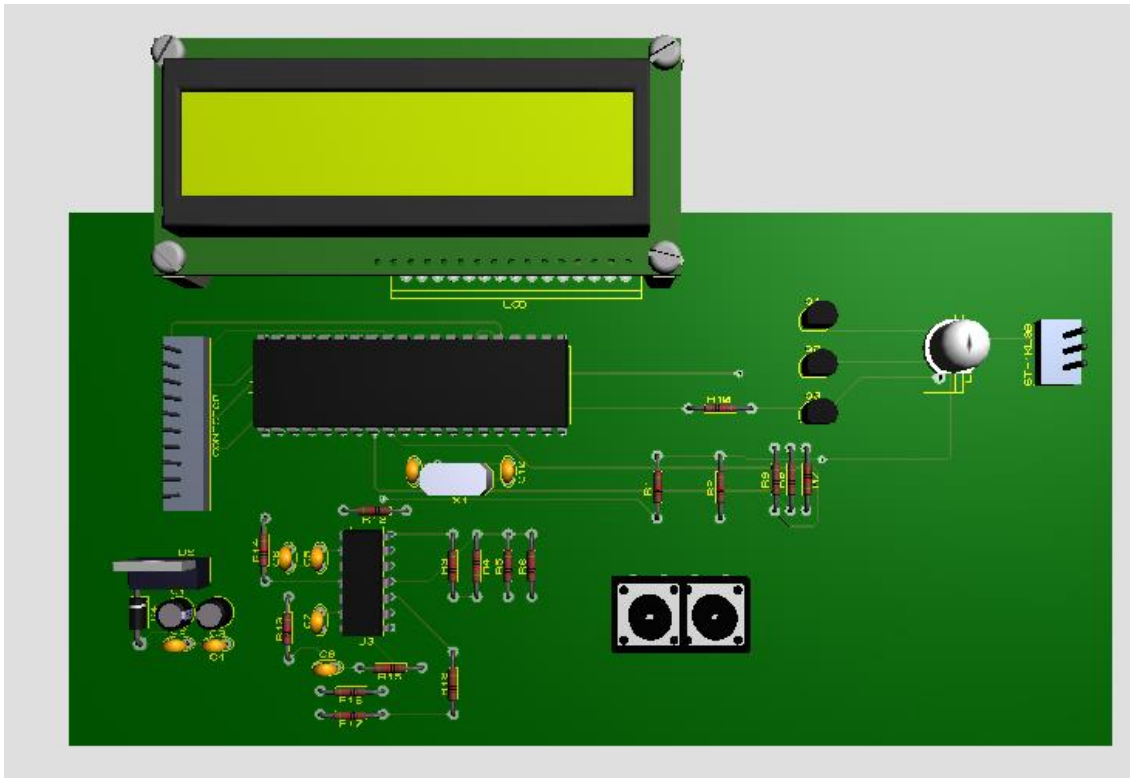


Figura 9 Diseño de equipo fotométrico propuesto en software ARES

Fuente: elaboración propia

4.3 Análisis del modelo propuesto

En el presente apartado se analizará el diseño propuesto mediante software de simulación Proteus, para verificar el funcionamiento completo y adecuado del equipo, de acuerdo a las especificaciones de la investigación.

A. Características del diseño

a) Modelo Esquemático

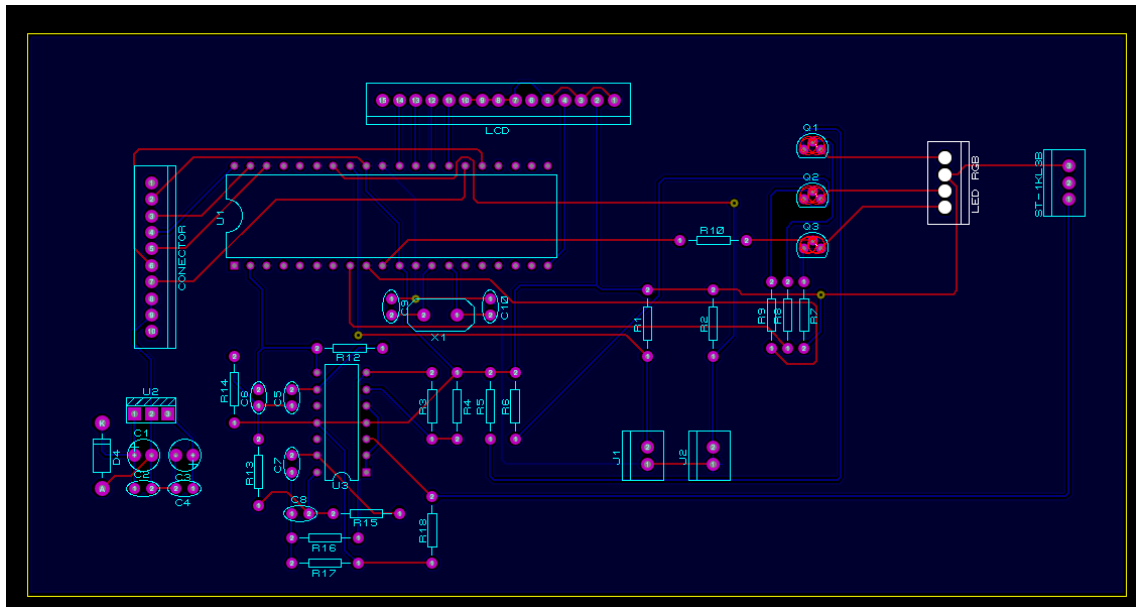


Figura 10 Diseño de circuito realizado en software Proteus 8.6

Fuente: elaboración propia

En la figura mostrada, la parte electrónica del circuito propuesto ya tiene ensamblado los diferentes módulos propuestos al inicio de la tesis: Módulo de iluminación y conexión RGB (RGB1), módulo de sensado (SENSOR), módulo de procesamiento y comunicación (U1), selección de función (B1, B2, B3), display de datos numéricos LCD (LCD1), módulo de alimentación (J2) y el módulo de filtrado (J1 y J3).

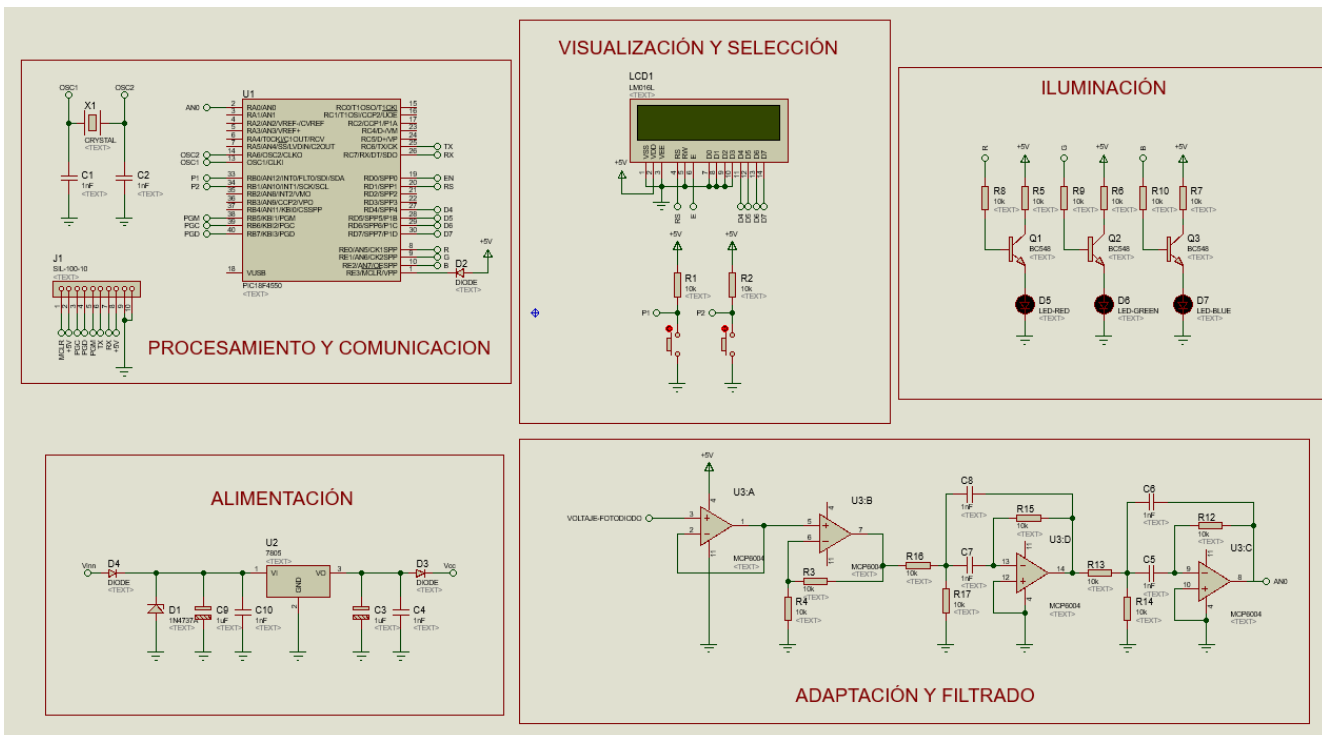


Figura 11 Diseño de conexión en software Proteus 8.6

Fuente: elaboración propia

4.4 GUI en Matlab

Para la visualización de los datos almacenados en el servidor remoto, se hace uso del Software Matlab, el cual se encarga de mostrar el historial de muestras realizadas por el usuario.

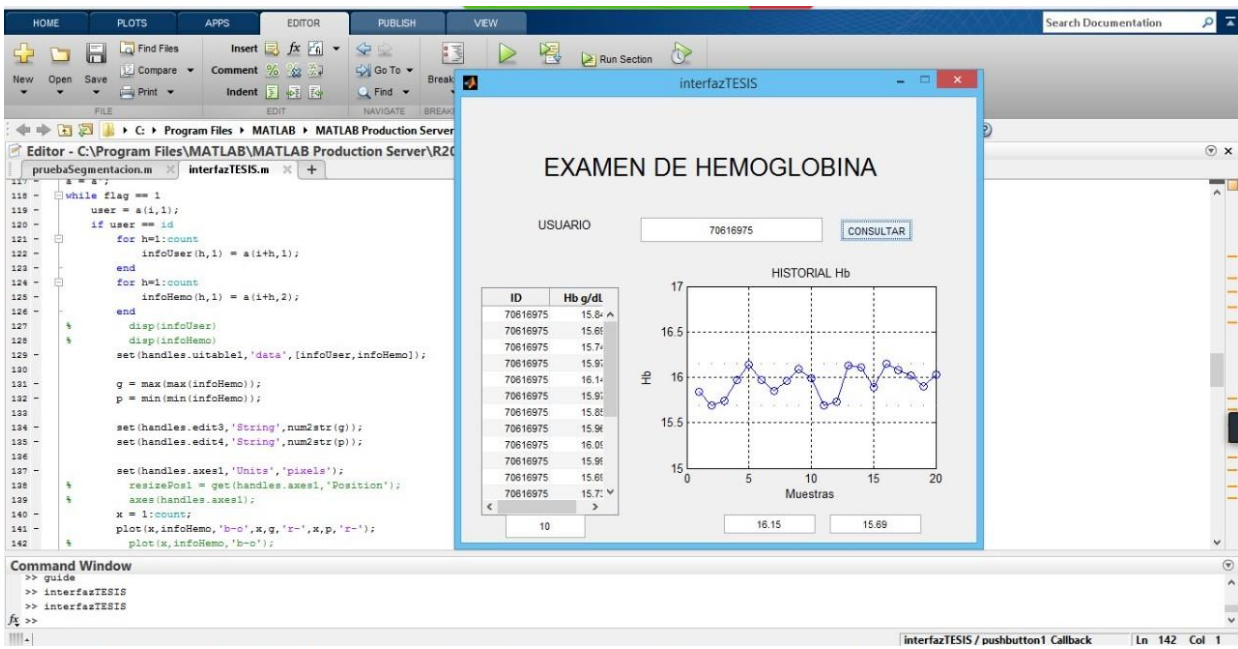


Figura 12 Comunicación con la base de datos en Matlab

Fuente: elaboración propia

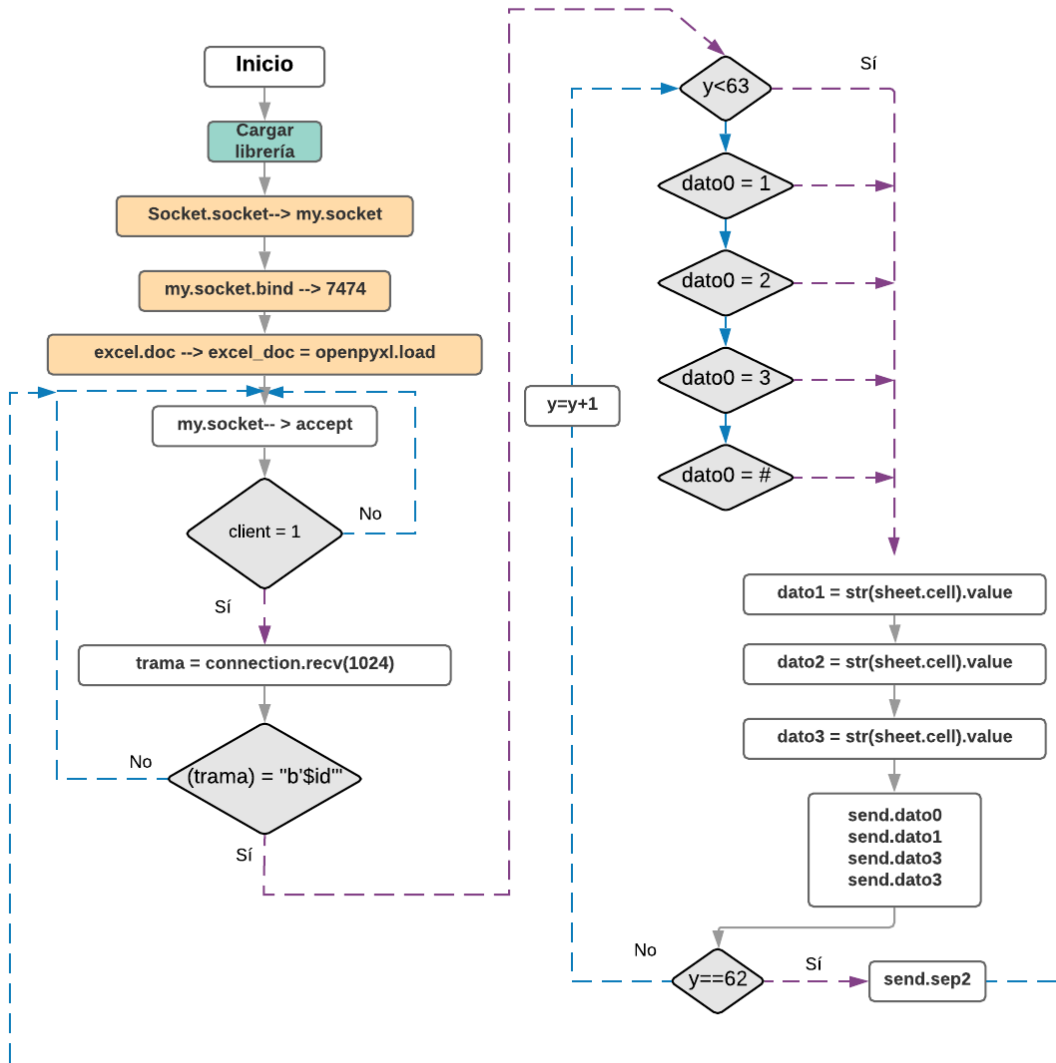


Figura 13 Diagrama de flujo para conexión a base de datos en Matlab

Fuente: elaboración propia

4.5 Relación Absorbancia vs Longitud de onda

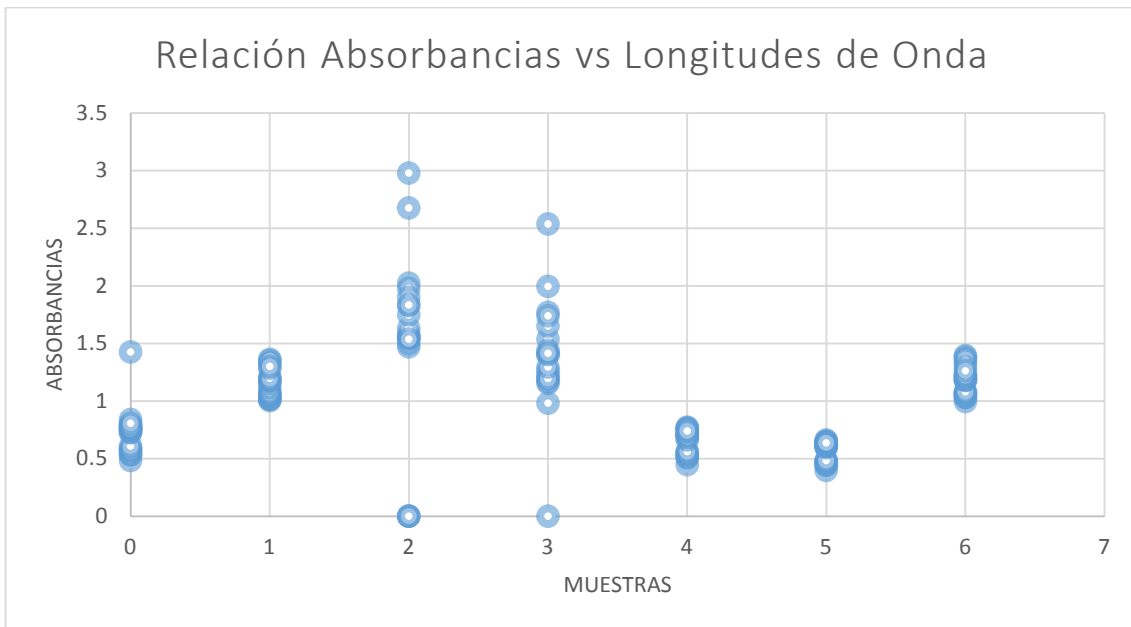


Figura 14 Tendencias de absorbancias y longitudes de onda

Fuente: elaboración propia

Las muestras 0,1,2,3 son descartadas por presentar desviaciones en los datos. La muestra número 4 es descartada al ser la suma de dos longitudes de onda, la muestra número 6 no es tomada en cuenta para la realización de los cálculos, la muestra 5 representa la longitud de onda para el color rojo, el cual presenta los datos de más precisa, es la onda seleccionada para realizar el cálculo principal de la concentración de hemoglobina. (VER ANEXO).

4.6 Filtros aplicados a la señal de entrada

Para el filtrado se utiliza el filtro EMA, para los siguientes coeficientes: (VER ANEXO)

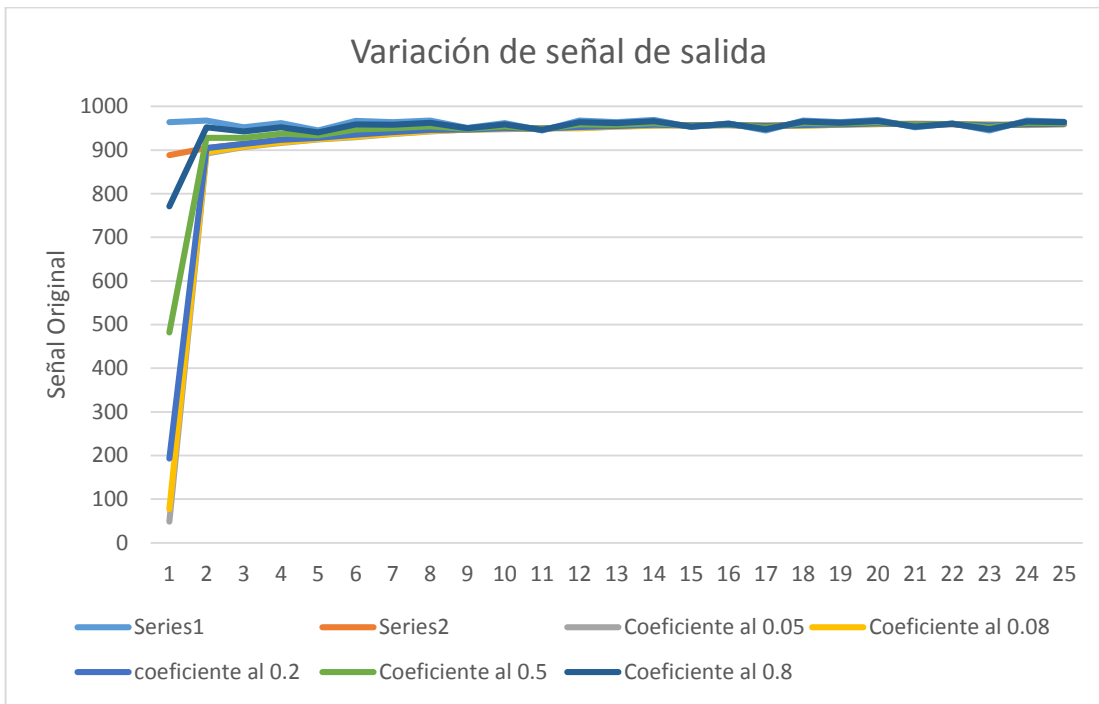


Figura 15 Diagrama para señal con ruido y filtros (0.08-0.8)

Fuente: elaboración propia

Se analizarán los principales a continuación:

- Coeficiente: 0.08

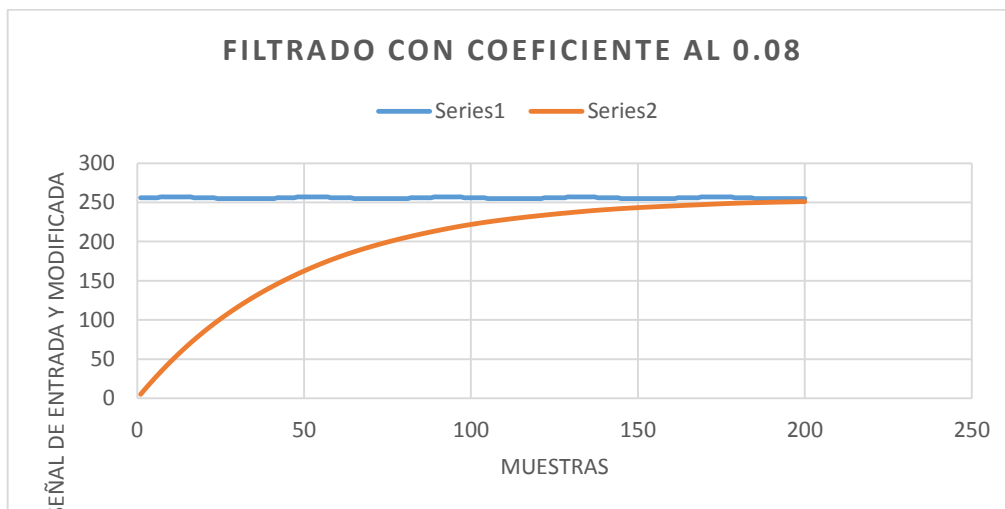


Figura 16 Diagrama para señal con ruido y filtro al 0.08

Fuente: elaboración propia

Se muestra la señal de salida filtrada con coeficiente 0.08, mostrado en la fig. 19, el cual presenta una atenuación total del ruido introducido, provocando un atraso considerable en la señal filtrada obtenida, por tal motivo es descartada.

- Coeficiente: 0.2

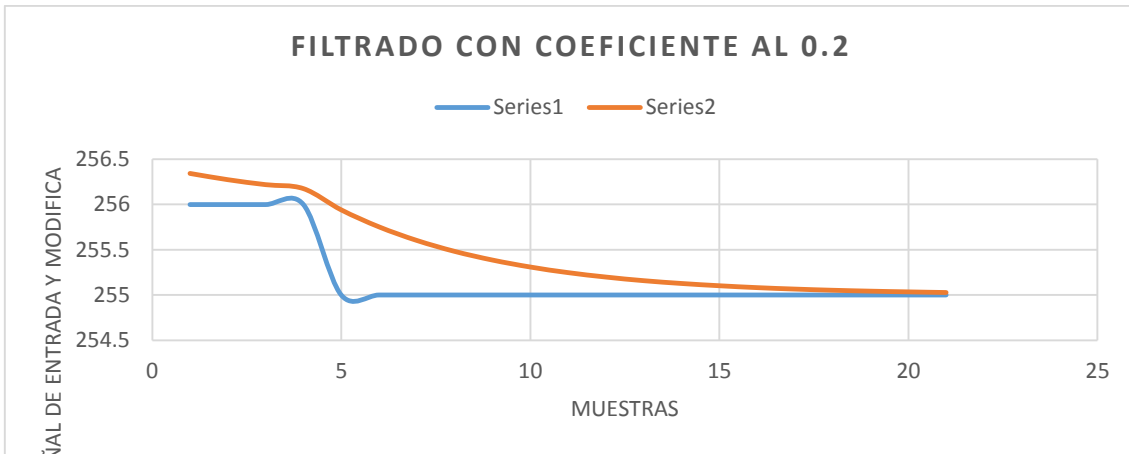


Figura 17 Diagrama para señal con ruido y filtro al 0.2

Fuente: elaboración propia

Se muestra la señal de salida con el coeficiente utilizado de 0.2, la señal obtenida en la salida presenta poco atraso con respecto a la señal inicial, además se observa una atenuación adecuada para la señal de ruido introducida, el comportamiento se observa a lo largo de la señal filtrada, conservando la forma de la señal original.

- Coeficiente: 0.8

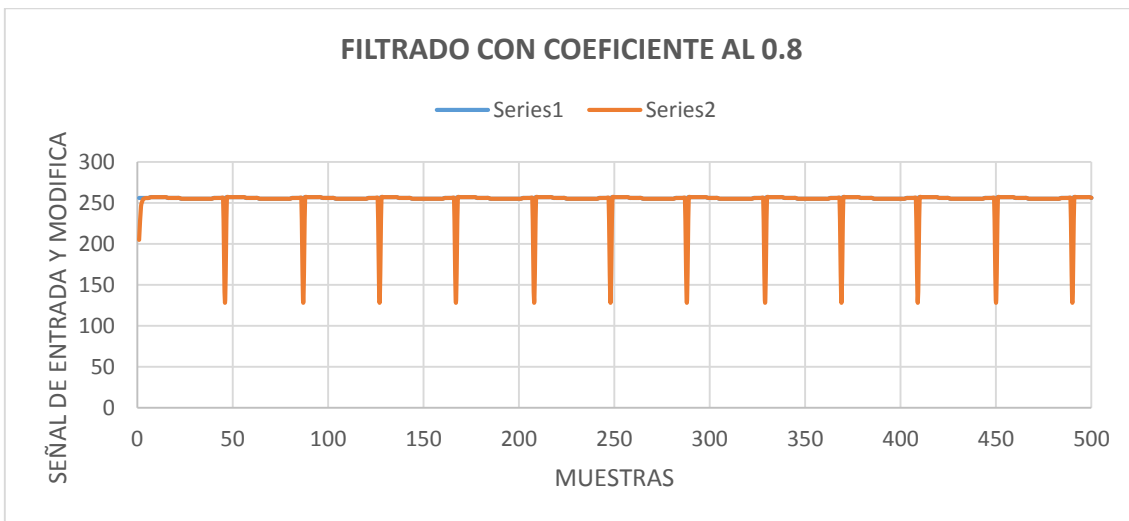


Figura 18 Diagrama para señal con ruido y filtro al 0.8

Fuente: elaboración propia

Se muestra la señal de salida con el coeficiente utilizado de 0.8, la señal obtenida en la salida presenta bajo atraso respecto a la señal original, pero es descartado al observarse picos repetitivos en la señal filtrada.

4.7 Mediciones en Laboratorio clínico PRECISA

Se realizaron mediciones de hemoglobina de manera invasiva a 5 pacientes, los resultados fueron los siguientes (VER ANEXOS):

Tabla 7 Pacientes evaluados en el laboratorio clínico

	A. Paterno	A. Materno	Nombres	<u>DNI</u>	ID	Hemoglobina	Rango
1	Gil	Peláez	Alonso Alain	70616975	150019	15.4 g/dl	13-17 g/dl
2	Iparraguirre	Otiniano	Gerson Mariano	70676434	148922	14.7 g/dl	13-17 g/dl
3	Del Castillo	Huaccha	Renato	48416803		15.1 g/dl	13-17 g/dl
4	Gómez	Montes	Juan Daniel	70937586	184583	14.4 g/dl	13-17 g/dl
5	Salvador	Torres	Juan Luis	74355959	152316	14.5 g/dl	13-17 g/dl

Fuente: elaboración propia

Las mediciones realizadas en el laboratorio clínico PRECISA, tienen una validez de 3 meses, ya que ese es el tiempo de vida típico de los glóbulos rojos o eritrocitos.

4.8 Procedimiento de medición con equipo propuesto

La primera parte del proceso inicia con la obtención del offset del sistema, el cual consiste en la verificación de la intensidad luminosa en el equipo, este valor se almacena en la variable offset, luego de obtenido este valor, se continua con la obtención de los valores de intensidad para cada una de las longitudes de onda que se usarán en la medición, los valores son almacenados en la variable vector intensidad base.

La segunda parte inicia con el registro del paciente, el mismo que se realiza en el equipo, el cual realiza peticiones de ingreso de datos, tales como: el número de DNI del usuario, al terminar el registro, se comprueba el ingreso correcto de los mismos.

En la tercera parte, el paciente introduce su dedo índice en el receptáculo del equipo, el cual irradiará con las longitudes de onda preconfiguradas por software. Los valores obtenidos son adaptados mediante un filtro pasabanda

analógico y luego por un filtro pasabanda digital, con la finalidad de eliminar las señales de ruido presentes en los valores obtenidos.

Estos valores son almacenados en la variable vector intensidad muestra. Para ello, la longitud de onda nº5 (rojo), es la seleccionada para seguir con el procedimiento. Las otras señales presentan dispersión y baja relación entre la intensidad de base con la intensidad de muestra.

Luego, mediante la aplicación de la ley de Lambert-Beer se procede a calcular la absorbancia, así como la concentración de hemoglobina una vez calculada, es mostrada en el LCD y enviada al servidor para su almacenaje y posterior visualización.

Finalmente, la visualización de los datos obtenidos, inicia con el ingreso del DNI del usuario a consultar y el número de muestras que se desea visualizar. Luego de esto, el programa es el encargado de enviar la petición a un servidor remoto. El servidor se encarga de enviar todos los datos presentes en la tabla que coinciden con el DNI del usuario ingresado, obtenido los datos son presentados mediante un cuadro resumen.

4.9 Mediciones con el equipo propuesto

Se realizaron las mediciones a los 5 pacientes, con el equipo propuesto, el cual para iniciar la medición nos solicita un usuario (DNI), luego de ello se procede a realizar la medición, mostrando datos de absorbancia y la cantidad de hemoglobina en g/dl (Ver anexos).

Se muestra un cuadro resumen con los resultados de concentración de hemoglobina, adjuntando el valor del coeficiente de filtrado utilizado al momento de realizar las mediciones.

Tabla 8 Pacientes evaluados con el equipo propuesto

USUARIO	ABSORBANCIA PROMEDIO	HEMOGLOBINA		VARIABILIDAD (g/dl)	ERROR (%)
		SANNA (g/dl)	PROTOTIPO (g/dl)		
70616975	0.434	15.40	15.96	0.56	3.61
70676434	0.432	14.70	15.88	1.18	8.04
48416803	0.422	15.10	15.51	0.41	2.75
70937586	0.437	14.40	16.07	1.67	11.57
74355959	0.441	14.50	16.21	1.71	11.82
COEFICIENTE EXPERIMENTAL	0.0136				
DISTANCIA (cm)	2				

Fuente: elaboración propia

De la tabla 8, podemos observar que, al momento de realizar las mediciones con el equipo propuesto, nos encontramos con una variabilidad de resultado de entre 0.56 – 1.71 g/dl, lo cual está dentro del rango propuesto por esta investigación. Así mismo, se ha obtenido las de manera directa la absorbancia por cada medición, para un cálculo más exacto de la concentración de hemoglobina.

4.10 Cálculos estadísticos para hematocritos

Con los resultados brindados por la clínica SANNA, procede a realizar un análisis de regresión para encontrar la ecuación lineal que relaciona el valor de concentración de hemoglobina (g/dl) con el % de hematocritos en cada paciente.

A. Análisis de regresión: Hemoglobina vs. Hematocrito

Tabla 9 Regresión Hb vs Hm

	Coef	P
Constante	9.4	
Hemoglobina	2.25	0.092
S		0.896287
R-cuad.		54.83%
R-cuad.(ajustado)		43.53%
R-cuad. (pred)		0.00%
Cp de Mallows		2.00

B. Análisis de Varianza

Tabla 10 Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC sec.	Valor F	Valor p
--------	----	---------	--------------	-----------	---------	---------	---------

Regresión	1	3.90001	54.83%	3.90001	3.90001	4.85	0.092
Hemoglobina	1	3.90001	54.83%	3.90001	3.90001	4.85	0.092
Error	4	3.21332	45.17%	3.21332	0.80333		
Falta de ajuste	3	3.21332	45.17%	3.21332	1.07111	*	*
Error puro	1	0.00000	0.00%	0.00000	0.00000		
Total	5	7.11333	100.00%				

Fuente: elaboración propia

Tabla 11 Cuadro Resumen coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	IC de 99%	Valor T	Valor p	FIV
Constante	9.4	15.2	(-60.3; 79.2)	0.62	0.567	
Hemoglobina	2.25	1.02	(-2.45; 6.94)	2.20	0.092	1.00

Fuente: elaboración propia

C. Ecuación de regresión

Luego de realizar la regresión lineal, se logró encontrar la relación entre variables con un nivel de confianza del 99%:

$$\text{Hematocrito} = 9.4 + 2.25 \text{ Hemoglobina}$$

Tabla 12 Cálculo de hematocritos para clínica

	B. Paterno	B. Materno	Nombres	Hemoglobina	Hematocrito	Error
1	Gil	Peláez	Alonso Alain	15.4 g/dl	44.05%	0.79%
2	Iparraguirre	Otiniano	Gerson Mariano	14.7 g/dl	42.475%	1.24%
3	Del Castillo	Huaccha	Renato	15.1 g/dl	43.375%	1.10%
4	Gómez	Montes	Juan Daniel	14.4 g/dl	41.8%	2.63%
5	Salvador	Torres	Juan Luis	14.5 g/dl	42.025%	2.56%

Fuente: elaboración propia

Esta ecuación se ha encontrado de manera teórica, lo cual indica un rango de error entre (0.79%-2.56%) en relación a los resultados obtenidos en la clínica SANNA.

Tabla 13 Cálculo de hematocritos de equipo propuesto

	C. Paterno	C. Materno	Nombres	Hemoglobina	Hematocrito	Error
1	Gil	Peláez	Alonso Alain	15.96 g/dl	45.31%	2.01%
2	Iparraguirre	Otiniano	Gerson Mariano	15.88 g/dl	45.13%	4.72%

3	Del Castillo	Huaccha	Renato	15.51 g/dl	44.2975%	3.15%
4	Gómez	Montes	Juan Daniel	16.07 g/dl	45.5575%	10.66%
5	Salvador	Torres	Juan Luis	16.21 g/dl	45.8725%	6.04%

Al realizar el cálculo de hematoocritos de manera teórica, con la ecuación obtenida por la regresión lineal, obtenemos un valor sobre el 10%, lo cual indica que existe aún deficiencia en el cálculo adecuado de hematoocritos.

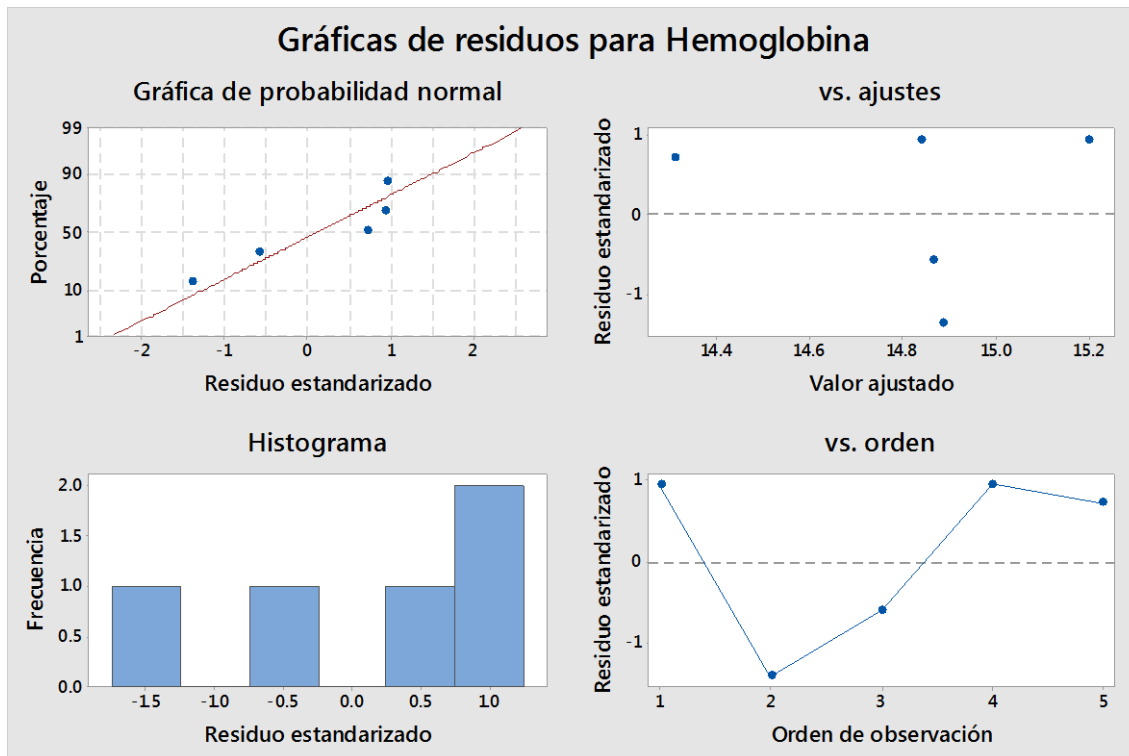


Figura 19 Gráfica para cálculo de regresión en Minitab19

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE LOS

RESULTADOS

5.1 Conclusiones

- Se logró desarrollar el sistema de monitorización para determinar la concentración de hemoglobina de manera no invasiva mediante las técnicas fotométricas.
- Se logró determinar la relación entre la absorbancia y longitud de onda, y con ello establecer que para una mejor medición de la concentración de hemoglobina se debe utilizar el rango de los 645-700 nm (color rojo).
- Se diseñó el circuito electrónico de adaptación de señal, teniendo en cuenta métodos de programación con parámetros de entrada y salida, haciendo uso de los softwares (Matlab y Protón IDE Basic) comparando entre ellas el mejor rendimiento y uso de memorias en el microcontrolador.
- Se determinó la concentración de hemoglobina con una variabilidad del $\pm 3\text{g/dl}$ respecto a mediciones obtenidos en un laboratorio clínico.
- Se determinó de manera teórica la relación entre hemoglobina y hematocrito:
Hematocrito = 9.4 + 2.25 Hemoglobina.
- Se implementó el servidor de base de datos y se realizó pruebas iniciales de funcionamiento para descartar errores en su almacenamiento y consulta de mediciones.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda tener un mayor número de longitudes de onda (figura 16), ya que solo se usaron 6 longitudes de onda predefinidas para obtener los niveles de intensidad que se absorben en las distintas muestras. Ya que para tener precisión en valores de absorbancia y transmitancia se necesita incidir con más longitudes de onda las muestras analizadas lo que supone mayor rango de medición.
- Se recomienda mejorar el sistema de sensado considerando el tipo de muestra a analizar, haciendo de un CCD TOSHIBA TCD1301D de alta sensibilidad y baja intensidad de oscuridad.
- Se recomienda diseñar un módulo extra con mayor estabilidad en el proceso de iluminación para obtener una mejor sensibilidad en las mediciones de absorbancia y transmitancia en cada uno de las muestras a analizar.


- Se recomienda mejorar el sistema de visualización, esto es tener conexión con dispositivos Android o iOS, mediante aplicaciones móviles, lo cual ayudará a un análisis a tiempo real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Khabori, M. (2015). Validación de una estimación de hemoglobina basada en CO-oximetría de pulso no invasiva en donantes de sangre normal. *Transfusion and Apheresis Science, Volume 50*, 95-98.
- Gonzales Dorantes, B. C. (2016). *Validación y comparación de dos métodos analíticos por espectrofotometría visible para determinar boro en suelos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Hasan, M. K. (2017). Medición de nivel de hemoglobina humana basada en teléfonos inteligentes y análisis de la intensidad de píxeles de un video de la yema del dedo en un color diferente. *Smart Health*, 1-15.
- Joseph, B. (2016). Monitorero no invasivo de hemoglobina. *International Journal of Surgery* , 254e257.
- Kalmar, A. F. (2012). Exactitud de la medición no invasiva de la hemoglobina concentración por pulsioximetría durante el estado estacionario y condiciones dinámicas en cirugía hepática. *British Journal of Anaesthesia* , 1-7.
- Kou, T.-L. (2001). Interferencia de espectros entre diquat y paraquat por segunda espectrofotometría derivada. *Forensic Science International*, 134-139.
- Rana, D. (2018). Viabilidad de la oximetría de pulso como método no invasivo para la detección de hemoglobina en sangre de donantes: evidencia de un estudio transversal. *Indian Journal of Medical Specialities*, 205-208.
- Raymundo Luyo, C., & Talla Bazán, C. T. (2012). *Implementación de un pulsioxímetro con interfaz gráfica con acceso via web*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Ribed-Sanchez, B. (2015). Procedimiento de medición continua de hemoglobina para una transfusión de sangre más eficiente de gestión y Ahorros Asociados. *Procedia Engineering, Volume 132*, 160-166.
- Timm, U. (2010). Medición óptica no invasiva en tiempo real de la hemoglobina total. *Procedia Engineering 5* , 488–491.
- Yuan, H. (2018). Minimización de artefactos de movimiento a partir de fotopleetismografía no invasiva sensor de hemoglobina basado en un algoritmo de filtrado de envolvente. *Measurement 115*, 288–298.

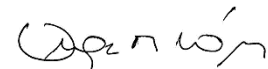
ANEXOS

RESULTADO DE ANALISIS CLÍNICOS

Tipo atención	AMBULATORIO	Fecha	05/03/2020	Paciente	GIL PELAEZ ALONSO ALAIN	
Sexo	Masculino	Edad	21	Hist. Clínica	70616975	
Teléfono	949172626	OA	1511389	Doctor	NO ESPECIFICA	
Cod. Paciente	70616975	Cliente	ADM ACML	Tipo Paciente PARTICULAR CENTRAL		
Cod. Atención	2020030521127	Empresa	G W YICHANG & CIA S	Cama		


HEMATOLOGIA

Análisis	Resultado Análisis	Unidad	Rango de Referencia	Fuera del Rango
HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO				
HEMOGLOBINA	15.40	g/dl	13.00 - 17.00	
HEMATOCRITO	44.4	%	40.00 - 52.00	



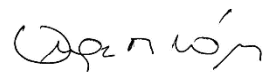
Dra. Olga López Odría
CMP: 9812

RESULTADO DE ANALISIS CLÍNICOS

Tipo atención	AMBULATORIO	Fecha	05/03/2020	Paciente	SALVADOR TORRES JUAN LUIS	
Sexo	Masculino	Edad	22	Hist. Clínica	74355958	
Teléfono	993219089	OA	1511398	Doctor	NO ESPECIFICA	
Cod. Paciente	74355958	Cliente	ADM ACML	Tipo Paciente PARTICULAR CENTRAL		
Cod. Atención	2020030521126	Empresa	G W YICHANG & CIA S	Cama		


HEMATOLOGIA

Análisis	Resultado Análisis	Unidad	Rango de Referencia	Fuera del Rango
HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO				
HEMOGLOBINA	14.50	g/dl	13.00 - 17.00	
HEMATOCRITO	43.1	%	40.00 - 52.00	



Dra. Olga López Odria
CMP: 9812

RESULTADO DE ANÁLISIS CLÍNICOS

Tipo de atención <small>AMBULATORIO</small>	Fecha 2020-03-05 12:16	Paciente GOMEZ MONTES JUAN DANIEL	
Sexo Masculino	Edad 20 Años OA: 1511392	Hist. Clínica Doctor 0215692 MEDICO AUTOMATICO	
Cod. Paciente 70937586	Cliente PARTICULAR	TIPO PACIENTE : PARTICULARES	
Cod. Atención 2020030521123	Empresa G W YICHANG & CIA S	CAMA :	


HEMATOLOGIA

Análisis	Resultado Análisis	Unidad	Rango de Referencia
HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO			
HEMOGLOBINA	14.40	g/dl	13.00 - 17.00
HEMATOCRITO	40.7	%	40.0 - 52.0

Olga López Odría

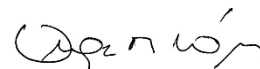
Dra. Olga López Odría
CMP: 9812

RESULTADO DE ANALISIS CLÍNICOS

Tipo atención	AMBULATORIO	Fecha	05/03/2020	Paciente	IPARRAGUIRRE OTINIANO GERSON MARIANO	
Sexo	Masculino	Edad	21	Hist. Clínica	70676434	
Teléfono	99007680	OA	1511386	Doctor	NO ESPECIFICA	
Cod. Paciente	70676434	Cliente	ADM ACML	Tipo Paciente PARTICULAR CENTRAL		
Cod. Atención	2020030521125	Empresa	G W YICHANG & CIA S	Cama		


HEMATOLOGIA

Análisis	Resultado Análisis	Unidad	Rango de Referencia	Fuera del Rango
HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO				
HEMOGLOBINA	14.70	g/dl	13.00 - 17.00	
HEMATOCRITO	43.0	%	40.00 - 52.00	



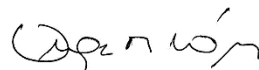
Dra. Olga López Odría
CMP: 9812

RESULTADO DE ANALISIS CLÍNICOS

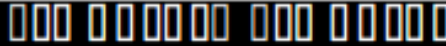
Tipo atención	AMBULATORIO	Fecha	05/03/2020	Paciente	DEL CASTILLO HUACCHA RENATO	
Sexo	Masculino	Edad	25	Hist. Clínica	48416803	
Teléfono	941175534	OA	1511390	Doctor	NO ESPECIFICA	
Cod. Paciente	48416803	Cliente	ADM ACML	Tipo Paciente PARTICULAR CENTRAL		
Cod. Atención	2020030521124	Empresa	G W YICHANG & CIA S	Cama		

HEMATOLOGIA

Análisis	Resultado Análisis	Unidad	Rango de Referencia	Fuera del Rango
HEMOGLOBINA Y HEMATOCRITO				
HEMOGLOBINA	15.10	g/dl	13.00 - 17.00	
HEMATOCRITO	42.9	%	40.00 - 52.00	



Dra. Olga López Odría
CMP: 9812



The ST- 1KL3A and 1KL3B are high- sensitivity NPN silicon phototransistors mounted in durable, hermetically sealed TO- 18 metal can which provide years of reliable performance, even under demanding conditions such as use outdoors.

FEATURES

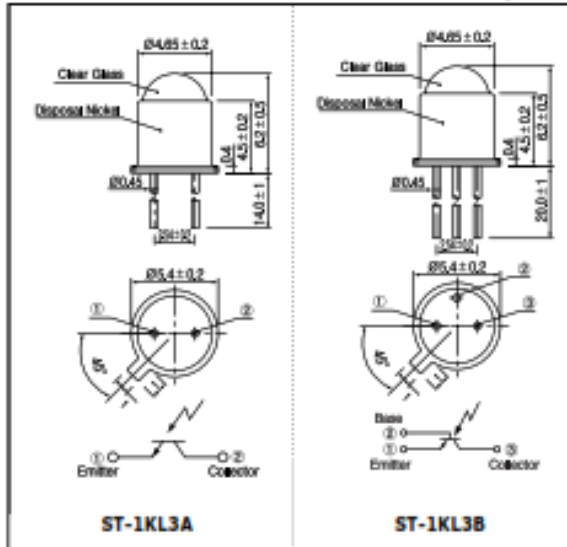
- Narrow angular response
- Durable
- High reliability in demanding environments
- Two leads (Collector, Emitter) ST- 1KL3A
- Three leads (Collector, Emitter, Base) ST- 1KL3B

APPLICATIONS

- Optical switches
- Optical detectors
- Infrared sensors
- Encoders
- Smoke detectors

DIMENSIONS

(Unit : mm)



MAXIMUM RATINGS

($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Item	Symbol	Rating	Unit
C- E voltage	V_{CE}	40	V
E- C voltage	V_{EC}	6	V
Collector current	I_C	50	mA
Collector power dissipation	P_C	150	mW
Operating temp.	$T_{opr.}$	- 30- + 100	$^\circ\text{C}$
Storage Temp.	$T_{stg.}$	- 50- + 150	$^\circ\text{C}$
Soldering temp. ¹⁾	$T_{sol.}$	260	$^\circ\text{C}$

¹⁾L For MAX.5 seconds at the position of 2 mm from the package

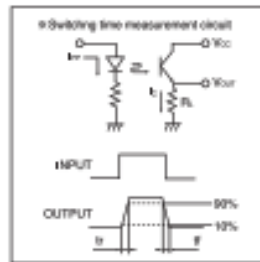
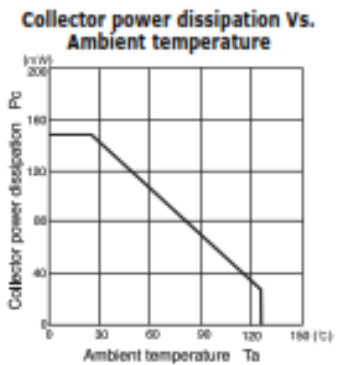
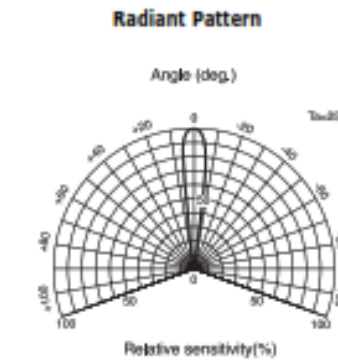
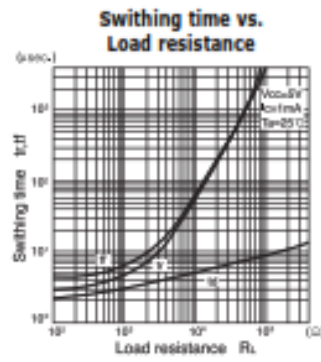
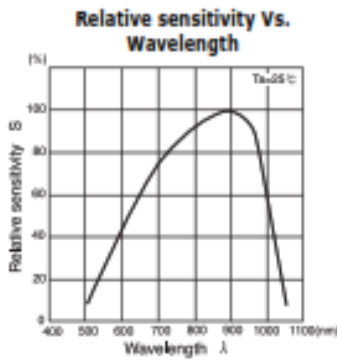
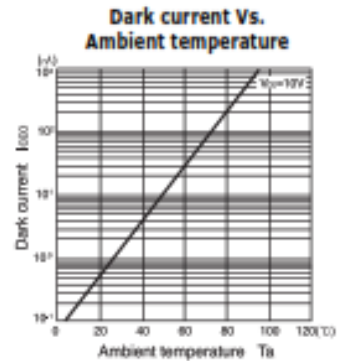
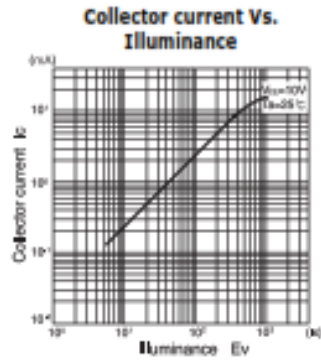
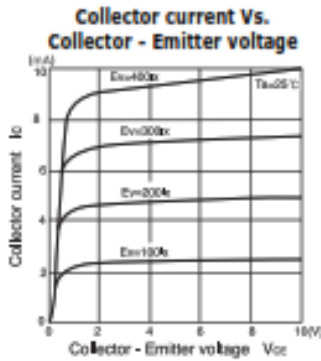
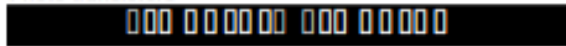
ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Item	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit.
Collector dark current	I_{CE}	$V_{CE} = 10V$		1	200	nA
Light current	I_L	$V_{CE} = 10V, 200lx$ ¹⁾	1.5	5.0	15	mA
C- E saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 5mA, 2,000lx$ ¹⁾		0.2	0.4	V
Switching speeds	Rise time	t_r		3.2		$\mu\text{sec.}$
	Fall time	t_f		4.8		$\mu\text{sec.}$
Spectral sensitivity	λ			900- 1,050		nm
Peak wavelength	λ_p			880		nm
Half angle	$\theta_{1/2}$			± 6		deg.

¹⁾2. Color temp. = 2856K standard Tungsten lamp

Photo transistors



SEÑAL ORIGINAL	COEFICIENTES DE FILTRO PASA BAJOS					
		0.05	0.08	0.2	0.5	0.8
964	888.436	48.2	77.12	192.8	482	771.2
968	904.349	892.4142	894.80112	904.3488	928.218	952.0872
952	913.879	906.73155	908.16108	913.8792	928.1745	942.4698
962	923.503	916.28505	917.72868	923.5032	937.9395	952.3758
945	927.802	924.57785	925.22276	927.8024	934.2515	940.7006
967	935.642	929.7619	930.93784	935.6416	947.401	959.1604
964	941.313	937.0599	937.91064	941.3136	949.821	958.3284
968	946.651	942.64735	943.44796	946.6504	954.6565	962.6626
951	947.52	946.86845	946.99892	947.5208	948.8255	950.1302
962	950.416	948.244	948.6784	950.416	954.76	959.104
945	949.333	950.1452	949.98272	949.3328	947.708	946.0832
968	953.066	950.26635	950.82636	953.0664	958.6665	964.2666
964	955.253	953.6127	953.94072	955.2528	958.533	961.8132
969	958.002	955.94035	956.35276	958.0024	962.1265	966.2506
953	957.002	957.7519	957.60184	957.0016	955.501	954.0004
961	957.801	957.2019	957.32184	957.8016	959.001	960.2004
945	955.241	957.16095	956.77692	955.2408	951.4005	947.5602
968	957.793	955.87895	956.26172	957.7928	961.6205	965.4482
964	959.034	958.10335	958.28956	959.0344	960.8965	962.7586
969	961.027	959.5323	959.83128	961.0272	964.017	967.0068
952	959.222	960.57565	960.30484	959.2216	956.5135	953.8054
961	959.577	959.3109	959.36424	959.5776	960.111	960.6444
945	956.662	958.84815	958.41084	956.6616	952.2885	947.9154
968	958.929	957.2289	957.56904	958.9296	962.331	965.7324
965	960.143	959.23255	959.41468	960.1432	961.9645	963.7858
968	961.715	960.53585	960.77156	961.7144	964.0715	966.4286
953	959.972	961.27925	961.0178	959.972	957.3575	954.743
961	960.177	960.0234	960.05424	960.1776	960.486	960.7944
946	957.342	959.46815	959.04284	957.3416	953.0885	948.8354
967	959.273	957.8249	958.11464	959.2736	962.171	965.0684
964	960.219	959.50935	959.65116	960.2184	961.6365	963.0546
968	961.775	960.60805	960.84148	961.7752	964.1095	966.4438
953	960.02	961.33625	961.073	960.02	957.3875	954.755
961	960.216	960.069	960.0984	960.216	960.51	960.804
944	956.973	959.4052	958.91872	956.9728	952.108	947.2432
968	959.178	957.52435	957.85516	959.1784	962.4865	965.7946
964	960.142	959.4191	959.56376	960.1424	961.589	963.0356
968	961.714	960.5349	960.77064	961.7136	964.071	966.4284
953	959.971	961.2783	961.01688	959.9712	957.357	954.7428
962	960.377	960.07245	960.13332	960.3768	960.9855	961.5942
945	957.301	959.60815	959.14684	957.3016	952.6885	948.0754
968	959.441	957.83595	958.15692	959.4408	962.6505	965.8602
965	960.553	959.71895	959.88572	960.5528	962.2205	963.8882
968	962.042	960.92535	961.14876	962.0424	964.2765	966.5106
953	960.234	961.5899	961.31864	960.2336	957.521	954.8084
961	960.387	960.2723	960.29528	960.3872	960.617	960.8468
946	957.509	959.66765	959.23604	957.5096	953.1935	948.8774

967	959.408	957.98355	958.26828	959.4072	962.2545	965.1018
962	959.926	959.5376	959.61536	959.9264	960.704	961.4816
968	961.541	960.3297	960.57192	961.5408	963.963	966.3852
953	959.833	961.11395	960.85772	959.8328	957.2705	954.7082
961	960.066	959.89135	959.92636	960.0664	960.4165	960.7666
944	956.853	959.2627	958.78072	956.8528	952.033	947.2132
968	959.082	957.41035	957.74476	959.0824	962.4265	965.7706
964	960.066	959.3279	959.47544	960.0656	961.541	963.0164
967	961.452	960.4127	960.62072	961.4528	963.533	965.6132
952	959.562	960.9794	960.69584	959.5616	956.726	953.8904
961	959.849	959.6339	959.67704	959.8496	960.281	960.7124
945	956.879	959.10655	958.66108	956.8792	952.4245	947.9698
967	958.903	957.38505	957.68868	958.9032	961.9395	964.9758
964	959.923	959.15785	959.31076	959.9224	961.4515	962.9806
968	961.538	960.32685	960.56916	961.5384	963.9615	966.3846
952	959.63	961.0611	960.77496	959.6304	956.769	953.9076
961	959.904	959.6985	959.7396	959.904	960.315	960.726
944	956.723	959.1088	958.63168	956.7232	951.952	947.1808
968	958.979	957.28685	957.62516	958.9784	962.3615	965.7446
964	959.983	959.23005	959.38068	959.9832	961.4895	962.9958
969	961.786	960.43385	960.70436	961.7864	964.4915	967.1966
952	959.829	961.2967	961.00312	959.8288	956.893	953.9572
962	960.263	959.93755	960.00268	960.2632	960.9145	961.5658
945	957.21	959.49985	959.04196	957.2104	952.6315	948.0526
967	959.168	957.6995	957.9932	959.168	962.105	965.042
963	959.935	959.3596	959.47456	959.9344	961.084	962.2336
969	961.748	960.38825	960.6602	961.748	964.4675	967.187
952	959.798	961.2606	960.96816	959.7984	956.874	953.9496
961	960.038	959.8581	959.89416	960.0384	960.399	960.7596
944	956.831	959.2361	958.75496	956.8304	952.019	947.2076
967	958.864	957.33945	957.64452	958.8648	961.9155	964.9662
963	959.691	959.0708	959.19488	959.6912	960.932	962.1728
968	961.353	960.10645	960.35572	961.3528	963.8455	966.3382
952	959.482	960.88535	960.60476	959.4824	956.6765	953.8706
961	959.786	959.5579	959.60344	959.7856	960.241	960.6964
943	956.429	958.9467	958.44312	956.4288	951.393	946.3572
967	958.543	956.95755	957.27468	958.5432	961.7145	964.8858
963	959.434	958.76585	958.89956	959.4344	960.7715	962.1086
968	961.147	959.8623	960.11928	961.1472	963.717	966.2868
953	959.518	960.73965	960.49524	959.5176	957.0735	954.6294
961	959.814	959.5921	959.63656	959.8144	960.259	960.7036
945	956.851	959.0733	958.62888	956.8512	952.407	947.9628
968	959.081	957.40845	957.74292	959.0808	962.4255	965.7702
964	960.065	959.32695	959.47452	960.0648	961.5405	963.0162
968	961.652	960.46175	960.6998	961.652	964.0325	966.413
952	959.721	961.1694	960.87984	959.7216	956.826	953.9304
962	960.177	959.83495	959.90332	960.1768	960.8605	961.5442
945	957.142	959.41815	958.96284	957.1416	952.5885	948.0354
967	959.113	957.6349	957.93064	959.1136	962.071	965.0284

964	960.09	959.35735	959.50396	960.0904	961.5565	963.0226
967	961.472	960.4355	960.6428	961.472	963.545	965.618
952	959.578	960.9984	960.71424	959.5776	956.736	953.8944
961	959.862	959.6491	959.69176	959.8624	960.289	960.7156
942	956.29	958.9689	958.43304	956.2896	950.931	945.5724
967	958.432	956.8255	957.1468	958.432	961.645	964.858
964	959.545	958.7104	958.87744	959.5456	961.216	962.8864
968	961.236	959.96775	960.2214	961.236	963.7725	966.309
952	959.389	960.7742	960.49712	959.3888	956.618	953.8472
961	959.711	959.46955	959.51788	959.7112	960.1945	960.6778
945	956.769	958.97545	958.53412	956.7688	952.3555	947.9422
968	959.015	957.33055	957.66748	959.0152	962.3845	965.7538
964	960.012	959.26425	959.4138	960.012	961.5075	963.003
967	961.409	960.3614	960.57104	961.4096	963.506	965.6024
953	959.728	960.98855	960.73628	959.7272	957.2045	954.6818
961	959.982	959.7916	959.82976	959.9824	960.364	960.7456
945	956.986	959.2329	958.78344	956.9856	952.491	947.9964
968	959.188	957.5367	957.86712	959.1888	962.493	965.7972
964	960.151	959.4286	959.57296	960.1504	961.594	963.0376
968	961.72	960.54345	960.77892	961.7208	964.0755	966.4302
952	959.776	961.234	960.9424	959.776	956.86	953.944
961	960.021	959.8372	959.87392	960.0208	960.388	960.7552
946	957.217	959.31995	958.89932	957.2168	953.0105	948.8042
967	959.173	957.70615	957.99964	959.1736	962.1085	965.0434
964	960.139	959.41435	959.55916	960.1384	961.5865	963.0346
968	961.711	960.53205	960.76788	961.7112	964.0695	966.4278
953	959.969	961.27545	961.01412	959.9688	957.3555	954.7422
961	960.175	960.02055	960.05148	960.1752	960.4845	960.7938
946	957.34	959.46625	959.041	957.34	953.0875	948.835
967	959.272	957.823	958.1128	959.272	962.17	965.068
964	960.217	959.5084	959.65024	960.2176	961.636	963.0544
969	961.974	960.65615	960.91964	961.9736	964.6085	967.2434
952	959.979	961.4753	961.17608	959.9792	956.987	953.9948
961	960.183	960.03005	960.06068	960.1832	960.4895	960.7958
944	956.946	959.37385	958.88836	956.9464	952.0915	947.2366
967	958.957	957.4487	957.75032	958.9568	961.973	964.9892
964	959.966	959.20915	959.36044	959.9656	961.4785	962.9914
968	961.572	960.3677	960.60872	961.5728	963.983	966.3932
952	959.658	961.0934	960.80624	959.6576	956.786	953.9144
962	960.126	959.7751	959.84536	960.1264	960.829	961.5316
944	956.901	959.3197	958.83592	956.9008	952.063	947.2252
968	959.121	957.45595	957.78892	959.1208	962.4505	965.7802
964	960.096	959.36495	959.51132	960.0968	961.5605	963.0242
967	961.477	960.4412	960.64832	961.4768	963.548	965.6192
952	959.582	961.00315	960.71884	959.5816	956.7385	953.8954
961	959.865	959.6529	959.69544	959.8656	960.291	960.7164
945	956.892	959.12175	958.6758	956.892	952.4325	947.973
968	959.114	957.4474	957.78064	959.1136	962.446	965.7784
964	960.091	959.3583	959.50488	960.0912	961.557	963.0228

968	961.673	960.48645	960.72372	961.6728	964.0455	966.4182
953	959.938	961.23935	960.97916	959.9384	957.3365	954.7346

961	960.15	959.9911	960.02296	960.1504	960.469	960.7876
945	957.12	959.3925	958.938	957.12	952.575	948.03
967	959.096	957.614	957.9104	959.096	962.06	965.024
964	960.077	959.3412	959.48832	960.0768	961.548	963.0192
968	961.661	960.47315	960.71084	961.6616	964.0385	966.4154
953	959.929	961.22795	960.96812	959.9288	957.3305	954.7322
962	960.343	960.03255	960.09468	960.3432	960.9645	961.5858
945	957.275	959.57585	959.11556	957.2744	952.6715	948.0686
968	959.42	957.81125	958.133	959.42	962.6375	965.855
964	960.336	959.649	959.7864	960.336	961.71	963.084
968	961.868	960.7192	960.94912	961.8688	964.168	966.4672
953	960.095	961.4246	961.15856	960.0944	957.434	954.7736
962	960.476	960.19025	960.2474	960.476	961.0475	961.619
944	957.18	959.6522	959.15792	957.1808	952.238	947.2952
967	959.144	957.671	957.9656	959.144	962.09	965.036
964	960.115	959.3868	959.53248	960.1152	961.572	963.0288
968	961.692	960.50925	960.7458	961.692	964.0575	966.423
953	959.954	961.2574	960.99664	959.9536	957.346	954.7384
962	960.363	960.0563	960.11768	960.3632	960.977	961.5908
946	957.49	959.64485	959.21396	957.4904	953.1815	948.8726
967	959.392	957.9655	958.2508	959.392	962.245	965.098
964	960.314	959.6224	959.76064	960.3136	961.696	963.0784
968	961.851	960.6983	960.92888	961.8512	964.157	966.4628
952	959.881	961.35845	961.06292	959.8808	956.9255	953.9702
962	960.304	959.98695	960.05052	960.3048	960.9405	961.5762
944	957.044	959.4888	958.99968	957.0432	952.152	947.2608
967	959.035	957.5418	957.84048	959.0352	962.022	965.0088
964	960.028	959.28325	959.4322	960.028	961.5175	963.007
967	961.422	960.3766	960.58576	961.4224	963.514	965.6056
952	959.538	960.9509	960.66824	959.5376	956.711	953.8844
961	959.83	959.6111	959.65496	959.8304	960.269	960.7076
945	956.864	959.0885	958.6436	956.864	952.415	947.966
967	958.891	957.3708	957.67488	958.8912	961.932	964.9728
964	959.913	959.14645	959.29972	959.9128	961.4455	962.9782
968	961.53	960.31735	960.55996	961.5304	963.9565	966.3826
953	959.824	961.1035	960.8476	959.824	957.265	954.706
961	960.059	959.8828	959.91808	960.0592	960.412	960.7648
945	957.047	959.30605	958.85428	957.0472	952.5295	948.0118
967	959.038	957.54465	957.84324	959.0376	962.0235	965.0094
964	960.03	959.2861	959.43496	960.0304	961.519	963.0076
967	961.424	960.3785	960.5876	961.424	963.515	965.606
953	959.739	961.0028	960.75008	959.7392	957.212	954.6848
962	960.191	959.85205	959.91988	960.1912	960.8695	961.5478
946	957.353	959.48145	959.05572	957.3528	953.0955	948.8382
967	959.282	957.83535	958.12476	959.2824	962.1765	965.0706
964	960.226	959.5179	959.65944	960.2256	961.641	963.0564
967	961.581	960.5647	960.76792	961.5808	963.613	965.6452

953	959.864	961.15195	960.89452	959.8648	957.2905	954.7162
961	960.091	959.9208	959.95488	960.0912	960.432	960.7728
945	957.073	959.33645	958.88372	957.0728	952.5455	948.0182

968	959.258	957.61935	957.94716	959.2584	962.5365	965.8146
964	960.207	959.4951	959.63736	960.2064	961.629	963.0516
968	961.765	960.59665	960.83044	961.7656	964.1035	966.4414
953	960.012	961.32675	961.0638	960.012	957.3825	954.753
961	960.21	960.0614	960.09104	960.2096	960.506	960.8024
945	957.168	959.4495	958.9932	957.168	952.605	948.042
967	959.134	957.6596	957.95456	959.1344	962.084	965.0336
964	960.107	959.3773	959.52328	960.1072	961.567	963.0268
968	961.686	960.50165	960.73844	961.6856	964.0535	966.4214
953	959.949	961.2517	960.99112	959.9488	957.343	954.7372
962	960.359	960.05155	960.11308	960.3592	960.9745	961.5898
945	957.287	959.59105	959.13028	957.2872	952.6795	948.0718
967	959.229	957.77265	958.06404	959.2296	962.1435	965.0574
964	960.184	959.46755	959.61068	960.1832	961.6145	963.0458
968	961.747	960.5748	960.80928	961.7472	964.092	966.4368
953	959.997	961.30965	961.04724	959.9976	957.3735	954.7494
962	960.398	960.09715	960.15724	960.3976	960.9985	961.5994
945	957.318	959.6281	959.16616	957.3184	952.699	948.0796
967	959.255	957.8021	958.09256	959.2544	962.159	965.0636
964	960.204	959.49225	959.6346	960.204	961.6275	963.051
967	961.563	960.5438	960.74768	961.5632	963.602	965.6408
953	959.85	961.13485	960.87796	959.8504	957.2815	954.7126
961	960.08	959.9075	959.942	960.08	960.425	960.77
945	957.064	959.326	958.8736	957.064	952.54	948.016
967	959.051	957.5608	957.85888	959.0512	962.032	965.0128
964	960.041	959.29845	959.44692	960.0408	961.5255	963.0102
968	961.633	960.43895	960.67772	961.6328	964.0205	966.4082
954	960.106	961.25135	961.02236	960.1064	957.8165	955.5266
961	960.285	960.1507	960.17752	960.2848	960.553	960.8212
945	957.228	959.52075	959.0622	957.228	952.6425	948.057
967	959.182	957.7166	958.00976	959.1824	962.114	965.0456
964	960.146	959.4229	959.56744	960.1456	961.591	963.0364
967	961.516	960.4887	960.69432	961.5168	963.573	965.6292
952	959.613	961.0402	960.75472	959.6128	956.758	953.9032
961	959.89	959.68235	959.72396	959.8904	960.3065	960.7226
945	956.912	959.1455	958.6988	956.912	952.445	947.978
967	958.93	957.4164	957.71904	958.9296	961.956	964.9824
964	959.944	959.1835	959.3356	959.944	961.465	962.986
967	961.355	960.2968	960.50848	961.3552	963.472	965.5888
953	959.684	960.93725	960.6866	959.684	957.1775	954.671
961	959.947	959.7498	959.78928	959.9472	960.342	960.7368
946	957.158	959.24965	958.83124	957.1576	952.9735	948.7894
967	959.126	957.6501	957.94536	959.1264	962.079	965.0316
964	960.101	959.3697	959.51592	960.1008	961.563	963.0252
968	961.681	960.49595	960.73292	961.6808	964.0505	966.4202
953	959.944	961.24695	960.98652	959.9448	957.3405	954.7362

961	960.156	959.9968	960.02848	960.1552	960.472	960.7888
945	957.124	959.3982	958.94352	957.1248	952.578	948.0312
967	959.099	957.6178	957.91408	959.0992	962.062	965.0248
964	960.079	959.34405	959.49108	960.0792	961.5495	963.0198

968	961.664	960.47505	960.71268	961.6632	964.0395	966.4158
952	959.731	961.1808	960.89088	959.7312	956.832	953.9328
962	960.185	959.84445	959.91252	960.1848	960.8655	961.5462
945	957.148	959.42575	958.9702	957.148	952.5925	948.037
967	959.118	957.6406	957.93616	959.1184	962.074	965.0296
964	960.094	959.3621	959.50856	960.0944	961.559	963.0236
967	961.475	960.4393	960.64648	961.4752	963.547	965.6188
953	959.78	961.05125	960.797	959.78	957.2375	954.695
961	960.024	959.841	959.8776	960.024	960.39	960.756
945	957.019	959.2728	958.82208	957.0192	952.512	948.0048
968	959.215	957.56805	957.89748	959.2152	962.5095	965.8038
964	960.172	959.45425	959.5978	960.172	961.6075	963.043
968	961.738	960.5634	960.79824	961.7376	964.086	966.4344
952	959.79	961.2511	960.95896	959.7904	956.869	953.9476
961	960.032	959.8505	959.8868	960.032	960.395	960.758
945	957.026	959.2804	958.82944	957.0256	952.516	948.0064
967	959.02	957.5247	957.82392	959.0208	962.013	965.0052
964	960.016	959.269	959.4184	960.016	961.51	963.004
967	961.413	960.3652	960.57472	961.4128	963.508	965.6032
953	959.73	960.99235	960.73996	959.7304	957.2065	954.6826
961	959.984	959.7935	959.8316	959.984	960.365	960.746
945	956.987	959.2348	958.78528	956.9872	952.492	947.9968
967	958.99	957.48765	957.78804	958.9896	961.9935	964.9974
964	959.992	959.2405	959.3908	959.992	961.495	962.998
967	961.393	960.3424	960.55264	961.3936	963.496	965.5984
953	959.715	960.97335	960.72156	959.7144	957.1965	954.6786
962	960.172	959.82925	959.8978	960.172	960.8575	961.543
945	957.137	959.4134	958.95824	957.1376	952.586	948.0344
968	959.31	957.68015	958.00604	959.3096	962.5685	965.8274
964	960.248	959.5445	959.6852	960.248	961.655	963.062
968	961.798	960.6356	960.86816	961.7984	964.124	966.4496
952	959.838	961.3081	961.01416	959.8384	956.899	953.9596
961	960.071	959.8961	959.93096	960.0704	960.419	960.7676
946	957.257	959.36745	958.94532	957.2568	953.0355	948.8142
968	959.405	957.79415	958.11644	959.4056	962.6285	965.8514
964	960.324	959.63475	959.7726	960.324	961.7025	963.081
967	961.659	960.6578	960.85808	961.6592	963.662	965.6648
953	959.927	961.22605	960.96628	959.9272	957.3295	954.7318
962	960.342	960.03065	960.09284	960.3416	960.9635	961.5854
945	957.273	959.5749	959.11464	957.2736	952.671	948.0684
967	959.219	957.75935	958.05116	959.2184	962.1365	965.0546
964	960.175	959.45805	959.60148	960.1752	961.6095	963.0438
968	961.74	960.56625	960.801	961.74	964.0875	966.435
952	959.792	961.253	960.9608	959.792	956.87	953.948
961	960.033	959.8524	959.88864	960.0336	960.396	960.7584

945	957.027	959.28135	958.83036	957.0264	952.5165	948.0066
968	959.221	957.57565	957.90484	959.2216	962.5135	965.8054
964	960.177	959.45995	959.60332	960.1768	961.6105	963.0442
968	961.742	960.56815	960.80284	961.7416	964.0885	966.4354
950	959.393	961.1549	960.80264	959.3936	955.871	952.3484

962	959.914	959.52335	959.60156	959.9144	960.6965	961.4786
945	956.931	959.1683	958.72088	956.9312	952.457	947.9828
968	959.145	957.48445	957.81652	959.1448	962.4655	965.7862
964	960.116	959.38775	959.5334	960.116	961.5725	963.029
968	961.693	960.5102	960.74672	961.6928	964.058	966.4232
953	959.954	961.25835	960.99756	959.9544	957.3465	954.7386
961	960.163	960.0063	960.03768	960.1632	960.477	960.7908
946	957.331	959.45485	959.02996	957.3304	953.0815	948.8326
967	959.264	957.81445	958.10452	959.2648	962.1655	965.0662
964	960.211	959.5008	959.64288	960.2112	961.632	963.0528
968	961.769	960.60045	960.83412	961.7688	964.1055	966.4422
953	960.015	961.33055	961.06748	960.0152	957.3845	954.7538
961	960.212	960.06425	960.0938	960.212	960.5075	960.803
945	957.17	959.4514	958.99504	957.1696	952.606	948.0424
967	959.136	957.6615	957.9564	959.136	962.085	965.034
964	960.108	959.3792	959.52512	960.1088	961.568	963.0272
968	961.687	960.5026	960.73936	961.6864	964.054	966.4216
953	959.949	961.25265	960.99204	959.9496	957.3435	954.7374
962	960.359	960.05155	960.11308	960.3592	960.9745	961.5898
946	957.487	959.64105	959.21028	957.4872	953.1795	948.8718
967	959.39	957.96265	958.24804	959.3896	962.2435	965.0974
964	960.312	959.6205	959.7588	960.312	961.695	963.078
967	961.649	960.6464	960.84704	961.6496	963.656	965.6624
952	959.72	961.16655	960.87708	959.7192	956.8245	953.9298
961	959.976	959.784	959.8224	959.976	960.36	960.744
946	957.18	959.2772	958.85792	957.1808	952.988	948.7952
967	959.144	957.671	957.9656	959.144	962.09	965.036
964	960.115	959.3868	959.53248	960.1152	961.572	963.0288
968	961.692	960.50925	960.7458	961.692	964.0575	966.423
952	959.754	961.2074	960.91664	959.7536	956.846	953.9384
961	960.003	959.8163	959.85368	960.0032	960.377	960.7508
946	957.202	959.30285	958.88276	957.2024	953.0015	948.8006
967	959.162	957.6919	957.98584	959.1616	962.101	965.0404
964	960.129	959.4039	959.54904	960.1296	961.581	963.0324
968	961.703	960.52255	960.75868	961.7032	964.0645	966.4258
953	959.963	961.26785	961.00676	959.9624	957.3515	954.7406
962	960.37	960.06485	960.12596	960.3704	960.9815	961.5926
945	957.296	959.6015	959.1404	957.296	952.685	948.074
967	959.237	957.7812	958.07232	959.2368	962.148	965.0592
964	960.189	959.47515	959.61804	960.1896	961.6185	963.0474
969	961.951	960.62955	960.89388	961.9512	964.5945	967.2378
953	960.161	961.50345	961.23492	960.1608	957.4755	954.7902
961	960.329	960.20295	960.22812	960.3288	960.5805	960.8322
946	957.463	959.61255	959.18268	957.4632	953.1645	948.8658

968	959.57	957.98985	958.30596	959.5704	962.7315	965.8926
963	960.256	959.7415	959.8444	960.256	961.285	962.314
968	961.805	960.6432	960.87552	961.8048	964.128	966.4512
952	959.844	961.31475	961.0206	959.844	956.9025	953.961
961	960.075	959.9018	959.93648	960.0752	960.422	960.7688
946	957.26	959.37125	958.949	957.26	953.0375	948.815

967	959.208	957.747	958.0392	959.208	962.13	965.052
964	960.166	959.4476	959.59136	960.1664	961.604	963.0416
968	961.733	960.5577	960.79272	961.7328	964.083	966.4332
952	959.786	961.24635	960.95436	959.7864	956.8665	953.9466
961	960.029	959.8467	959.88312	960.0288	960.393	960.7572
946	957.223	959.32755	958.90668	957.2232	953.0145	948.8058
967	959.178	957.71185	958.00516	959.1784	962.1115	965.0446
963	959.943	959.3691	959.48376	959.9424	961.089	962.2356
968	961.554	960.34585	960.58756	961.5544	963.9715	966.3886
952	959.643	961.0763	960.78968	959.6432	956.777	953.9108
962	960.115	959.76085	959.83156	960.1144	960.8215	961.5286
946	957.292	959.40925	958.9858	957.292	953.0575	948.823
967	959.233	957.7774	958.06864	959.2336	962.146	965.0584
964	960.186	959.47135	959.61436	960.1864	961.6165	963.0466
967	961.549	960.5267	960.73112	961.5488	963.593	965.6372
952	959.639	961.07155	960.78508	959.6392	956.7745	953.9098
961	959.911	959.70705	959.74788	959.9112	960.3195	960.7278
946	957.129	959.21545	958.79812	957.1288	952.9555	948.7822
967	959.103	957.62255	957.91868	959.1032	962.0645	965.0258
964	960.082	959.34785	959.49476	960.0824	961.5515	963.0206
967	961.466	960.4279	960.63544	961.4656	963.541	965.6164
952	959.573	960.9927	960.70872	959.5728	956.733	953.8932
962	960.058	959.69435	959.76716	960.0584	960.7865	961.5146
945	957.046	959.3051	958.85336	957.0464	952.529	948.0116
967	959.037	957.5437	957.84232	959.0368	962.023	965.0092
964	960.03	959.28515	959.43404	960.0296	961.5185	963.0074
967	961.424	960.3785	960.5876	961.424	963.515	965.606
952	959.539	960.9528	960.67008	959.5392	956.712	953.8848
960	959.631	959.56205	959.57588	959.6312	959.7695	959.9078
946	956.905	958.94945	958.54052	956.9048	952.8155	948.7262
968	959.124	957.45975	957.7926	959.124	962.4525	965.781
964	960.099	959.3678	959.51408	960.0992	961.562	963.0248
967	961.479	960.44405	960.65108	961.4792	963.5495	965.6198
952	959.583	961.00505	960.72068	959.5832	956.7395	953.8958
962	960.067	959.70385	959.77636	960.0664	960.7915	961.5166
946	957.253	959.36365	958.94164	957.2536	953.0335	948.8134
964	958.602	957.59035	957.79276	958.6024	960.6265	962.6506
964	959.682	958.8719	959.03384	959.6816	961.301	962.9204
967	961.145	960.0479	960.26744	961.1456	963.341	965.5364
952	959.316	960.68775	960.4134	959.316	956.5725	953.829
961	959.653	959.4002	959.45072	959.6528	960.158	960.6632
946	956.922	958.97035	958.56076	956.9224	952.8265	948.7306
967	958.938	957.4259	957.72824	958.9376	961.961	964.9844

964	959.95	959.1911	959.34296	959.9504	961.469	962.9876
967	961.36	960.3025	960.514	961.36	963.475	965.59
952	959.488	960.892	960.6112	959.488	956.68	953.872
961	959.79	959.5636	959.60896	959.7904	960.244	960.6976
944	956.632	959.0005	958.5268	956.632	951.895	947.158
967	958.706	957.1504	957.46144	958.7056	961.816	964.9264
964	959.764	958.9707	959.12952	959.7648	961.353	962.9412

967	961.212	960.1258	960.34288	961.2112	963.382	965.5528
952	959.369	960.7514	960.47504	959.3696	956.606	953.8424
961	959.695	959.45055	959.49948	959.6952	960.1845	960.6738
945	956.756	958.96025	958.5194	956.756	952.3475	947.939
967	958.805	957.2682	957.57552	958.8048	961.878	964.9512
964	959.844	959.06475	959.2206	959.844	961.4025	962.961
967	961.275	960.2018	960.41648	961.2752	963.422	965.5688
952	959.42	960.81125	960.533	959.42	956.6375	953.855
961	959.736	959.499	959.5464	959.736	960.21	960.684

USUARIO 1				USUARIO 2				USUARIO 3			
BASE	MUESTRA	ABSORBANCIA	Hb	BASE	MUESTRA	ABSORBANCIA	Hb	BASE	MUESTRA	ABSORBANCIA	Hb
935	350	0.427	15.69	946	357	0.423	15.560	929	364	0.407	14.960
936	347	0.431	15.84	949	349	0.434	15.972	918	345	0.425	15.626
935	350	0.427	15.69	944	345	0.437	16.072	921	364	0.403	14.822
930	347	0.428	15.74	950	360	0.421	15.493	940	347	0.433	15.912
935	344	0.434	15.97	941	351	0.428	15.746	925	363	0.406	14.935
948	345	0.439	16.14	946	351	0.431	15.830	928	353	0.420	15.433
935	344	0.434	15.97	935	343	0.436	16.012	937	364	0.411	15.097
947	351	0.431	15.85	943	351	0.429	15.780	918	352	0.416	15.305
951	350	0.434	15.96	950	347	0.437	16.081	918	358	0.409	15.035
937	342	0.438	16.09	936	344	0.435	15.982	949	361	0.420	15.432
931	342	0.435	15.99	945	360	0.419	15.409	944	340	0.443	16.305
935	350	0.427	15.69	936	352	0.425	15.615	943	351	0.429	15.780
940	351	0.428	15.73	943	340	0.443	16.288	947	363	0.416	15.310
942	343	0.439	16.13	947	341	0.444	16.309	944	344	0.438	16.118
935	341	0.438	16.11	942	341	0.441	16.224	944	357	0.422	15.526
936	346	0.432	15.89	945	352	0.429	15.768	951	352	0.432	15.869
946	344	0.439	16.15	942	359	0.419	15.403	925	363	0.406	14.935
936	342	0.437	16.08	943	349	0.432	15.871	933	339	0.440	16.165
949	348	0.436	16.02	949	354	0.428	15.745	928	365	0.405	14.899
950	351	0.432	15.90	947	350	0.432	15.893	929	357	0.415	15.270
947	347	0.436	16.03	937	342	0.438	16.092	932	352	0.423	15.547
937	343	0.436	16.05	950	343	0.442	16.266	945	339	0.445	16.369
944	351	0.430	15.80	941	340	0.442	16.254	929	348	0.426	15.678
931	349	0.426	15.67	948	359	0.422	15.504	943	352	0.428	15.734
943	348	0.433	15.92	941	356	0.422	15.520	942	352	0.428	15.717
942	339	0.444	16.32	949	354	0.428	15.745	918	354	0.414	15.215
945	348	0.434	15.95	939	348	0.431	15.849	930	361	0.411	15.109
943	351	0.429	15.78	946	343	0.441	16.198	921	351	0.419	15.403
936	344	0.435	15.98	949	350	0.433	15.926	941	339	0.443	16.301
929	349	0.425	15.63	945	352	0.429	15.768	929	340	0.437	16.049
930	343	0.433	15.93	939	340	0.441	16.220	940	363	0.413	15.192
947	341	0.444	16.31	946	357	0.423	15.560	927	360	0.411	15.102
930	350	0.424	15.60	949	349	0.434	15.972	922	351	0.419	15.420
940	345	0.435	16.00	945	353	0.428	15.723	927	362	0.408	15.014
934	350	0.426	15.67	949	357	0.425	15.610	946	344	0.439	16.152
940	340	0.442	16.24	938	340	0.441	16.203	943	362	0.416	15.287
933	340	0.438	16.12	943	340	0.443	16.288	948	353	0.429	15.773
931	345	0.431	15.85	950	353	0.430	15.807	944	359	0.420	15.437
945	344	0.439	16.14	942	354	0.425	15.627	924	360	0.409	15.050
949	341	0.445	16.34	950	357	0.425	15.627	950	339	0.448	16.453
PROMEDIO		0.434				0.432				0.422	

USUARIO 4				USUARIO 5			
BASE	MUESTRA	ABSORBANCIA	Hb	BASE	MUESTRA	ABSORBANCIA	Hb
934	342	0.436	16.041	935	340	0.439	16.152
935	344	0.434	15.965	949	349	0.434	15.972
929	348	0.426	15.678	935	342	0.437	16.058
942	348	0.432	15.900	936	342	0.437	16.075
938	349	0.429	15.786	930	337	0.441	16.208
930	345	0.431	15.833	949	336	0.451	16.578
937	342	0.438	16.092	929	338	0.439	16.143
942	341	0.441	16.224	933	332	0.449	16.498
938	349	0.429	15.786	940	350	0.429	15.774
938	344	0.436	16.016	950	346	0.439	16.127
931	346	0.430	15.804	940	346	0.434	15.958
940	348	0.432	15.866	945	347	0.435	15.996
935	351	0.426	15.644	931	343	0.434	15.943
933	343	0.435	15.977	940	335	0.448	16.474
949	348	0.436	16.018	941	341	0.441	16.207
945	342	0.441	16.228	951	350	0.434	15.960
941	339	0.443	16.301	951	343	0.443	16.283
937	340	0.440	16.186	940	345	0.435	16.004
950	347	0.437	16.081	944	334	0.451	16.589
944	346	0.436	16.026	937	331	0.452	16.614
946	339	0.446	16.386	931	330	0.450	16.560
945	350	0.431	15.859	940	337	0.445	16.379
950	348	0.436	16.035	945	349	0.433	15.905
931	349	0.426	15.666	949	335	0.452	16.626
933	340	0.438	16.118	940	338	0.444	16.331
948	340	0.445	16.372	936	345	0.433	15.936
951	345	0.440	16.190	931	349	0.426	15.666
947	340	0.445	16.356	940	340	0.442	16.237
949	340	0.446	16.389	931	348	0.427	15.712
948	348	0.435	16.001	950	339	0.448	16.453
929	347	0.428	15.724	934	344	0.434	15.948
950	343	0.442	16.266	944	329	0.458	16.830
947	351	0.431	15.847	934	330	0.452	16.612
950	339	0.448	16.453	939	346	0.434	15.941
949	340	0.446	16.389	949	340	0.446	16.389
948	350	0.433	15.910	934	341	0.438	16.088
937	340	0.440	16.186	929	342	0.434	15.956
951	339	0.448	16.470	940	332	0.452	16.617
947	347	0.436	16.030	942	350	0.430	15.808
933	345	0.432	15.885	946	341	0.443	16.292
		0.437				0.441	

```

1  pkg load sockets
2  pkg load instrument-control
3  pkg load io
4
5  len = 1
6  trama = zeros(63,12);
7  dni = zeros(1,9);
8  hemo = zeros(1,5);
9  fecha = "";
10 genero = "";
11 edad = zeros(1,3);
12 a = [21,21,19];
13 y = 1;
14 x = 1;
15 user = [70616975,74355958,70937586];
16 id_ = 0;
17 a = 0; b = 0; c = 0;
18 id = input("id: ");
19 muestras = input("numero de muestras: ");
20
21 tcp_ = tcp("192.168.0.113",7474)
22 tcp_write(tcp_,"$id");
23 [dato n] = tcp_read(tcp_,1024,1000);
24 #display(char(dato))
25
26 if muestras > 10
27     muestras = 10
28 endif
29
30 if id == user(1)
31     k = 1; l = muestras;
32 elseif dni == 2
33     k = 21; l = 21 + muestras;
34 else
35     k = 43; l = 43 + muestras;
36 endif
37
38 for len = 1 : n
39     caracter = dato(len);
40     if caracter == '#'

```

```

41     y = y +1;
42     x = 1;
43     else
44         trama(y,x) = character;
45         x = x +1;
46         len = len +1;
47     endif
48 endfor
49 tcp_close(tcp_)
50 for i = k : l
51     dni = str2num(strcat([trama(i+1,1)]));
52     if dni == 1
53         id_ = 1; dni = user(id_);
54     elseif dni == 2
55         id_ = 2; dni = user(id_);
56     else
57         id_ = 3; dni = user(id_);
58     endif
59     genero = str2num(strcat([trama(i+1,3)]));
60     if genero == 0
61         genero = "M";
62     else
63         genero = "F";
64     endif
65     edad = str2num(strcat([trama(i+1,5),trama(i+1,6)]));
66     hemo = (str2num(strcat([trama(i+1,8),trama(i+1,9),trama(i+1,10),trama(i+1,11)])));
67     hemo = hemo/100;
68     fecha = date;
69     directorio = [pwd '\Reporte'];
70     #[r s t u] = xlsread("Reporte");
71     Sheet1(2,1) = {'Fecha'};
72     Sheet1(2,2) = {'DNI'};
73     Sheet1(2,3) = {'Genero'};

```

```
74     Sheet1(2,4) = {'Edad'};
75     Sheet1(2,5) = {'Hb'};
76     Sheet1(i+2,1) = {fecha};
77     Sheet1(i+2,2) = {dni};
78     Sheet1(i+2,3) = {genero};
79     Sheet1(i+2,4) = {edad};
80     Sheet1(i+2,5) = {hemo};
81     status = xlswrite(directorio,Sheet1,"Reporte")
82     endfor
83
84
85     ##70616975
86     ##74355958
87     ##70937586
```

```

1  import socket
2
3
4  import openpyxl
5
6  x = 0 #column
7  y = 3 #row
8  cuenta = 0
9
10 my_socket = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
11 server_address = ("",7474)
12 my_socket.bind(server_address)
13 my_socket.listen(1)
14 excel_doc = openpyxl.load_workbook('Reporte.xlsx')
15 sheet = excel_doc.get_sheet_by_name('Resultados')
16
17 user = ["70616975","74355958","70937586"]
18 sep1 = "$";
19 sep2 = "#";
20
21 while True:
22     connection,client = my_socket.accept()
23     trama = connection.recv(1024)
24     print("dato recibido: " + str(trama))
25     if str(trama) == "b'$id'":
26         print("if")
27         cuenta = 2
28         for y in range (61):
29             dato0 = str(sheet.cell(row = (cuenta), column = 1).value)
30             if dato0 == str(user[0]):
31                 dato0 = str("1")
32             elif dato0 == str(user[1]):
33                 dato0 = str("2")
34             elif dato0 == str(user[2]):
35                 dato0 = str("3")
36             else:
37                 dato0 = str("#")
38             dato1 = str(sheet.cell(row = (cuenta), column = 2).value)
39             dato2 = str(sheet.cell(row = (cuenta), column = 3).value)
40             dato3 = str(sheet.cell(row = (cuenta), column = 4).value)
41             connection.send(sep2.encode())
42             connection.send(dato0.encode())

```



```

41         connection.send(sep1.encode())
42         connection.send(dato1.encode())
43         connection.send(sep1.encode())
44         connection.send(dato2.encode())
45         connection.send(sep1.encode())
46         connection.send(dato3.encode())
47         if cuenta == 62:
48             connection.send(sep2.encode())
49             cuenta = cuenta +1
50     #connection.close()
51     """
52     if dato[3:5] == "id":
53         id_octave = dato[dato.find("d")+1:dato.find("$")-1]
54         print("id_octave"+ " "+str(id_octave))
55         for y in range(63):
56             id_python = sheet.cell(row = y+3, column = 1).value
57             print(str(y)+" "+str(id_python))
58             if id_python == id_octave:
59                 trama = sheet.cell(row = y, column = 4).value
60                 connection.send(trama.encode())
61                 connection.close()
62         x = 0;
63         y = 3;
64     """
65
66
67
68     #excel_doc = openpyxl.load_workbook('Reporte.xlsx')
69     #print type(excel_doc)
70     #print(excel_doc.get_sheet_names())
71     #sheet = excel_doc.get_sheet_by_name('Resultados')
72     #print(sheet['A3'].value)

```

```
73 #print(excel_doc_dimensions())
74 #print(sheet.cell(row = 3, column = 1).value)
75
```

```

1   Declare Reminders = Off
2
3   Declare Device = 18F4550
4
5   Declare Xtal = 48
6
7   Declare Hserial_Baud 19200
8   Declare Hserial_Clear On
9
10  Declare Optimiser_Level 3
11  Declare Stack_Size 20
12
13  Declare LCD_Type 0
14  Declare LCD_Interface 4
15  Declare LCD_DTPin PORTD.4
16  Declare LCD_ENPin PORTD.2
17  Declare LCD_RSPin PORTD.3
18  Declare LCD_Lines 2
19
20  Dim K As Byte
21  Dim X As Byte
22  Dim Y As Byte
23  Dim CONTADOR As Byte
24  Dim G As Byte
25  Dim EMA_LP As Word
26  Dim EMA_ALPHA As Float
27  Dim VALUE As Word
28  Dim ADC As Word
29  Dim DATO As Byte
30  Dim TRAMA[50] As Byte
31  Dim CUENTA As Byte
32  Dim FLAG_RX As Byte
33  Dim FLAG_INT0 As Byte
34  Dim FLAG_INT1 As Byte
35  FLAG_INT0 = 0
36  FLAG_INT1 = 0
37  Dim ID[10] As Byte
38  ID[0] = 0 : ID[1] = 0 : ID[2] = 0
39  ID[3] = 0 : ID[4] = 0 : ID[5] = 0
40  ID[6] = 0 : ID[7] = 0 : ID[8] = 0
41  Dim C As Float
42  Dim OFFSET As Word
43  Dim ADC_ As Word

```

```

41   Dim INT_BASE[6] As Float
42   Dim INT_MUESTRA[6] As Float
43   Dim ABS_CAL As Float
44   Dim ABS_[6] As Float
45   Dim Hb As Float
46   Hb = 0.00
47   C = 0.2
48   G = 0
49   OFFSET = 0
50   Dim RGB[6] As Byte
51   RGB#0 = 0b00010010 'MAGENTA
52   RGB#1 = 0b00010110 'AZUL
53   RGB#2 = 0b00010100 'CIAN
54   RGB#3 = 0b00010101 'VERDE
55   RGB#4 = 0b00010001 'AMARILLO
56   RGB#5 = 0b00010011 'ROJO
57   Dim HB_STRING[10] As Byte
58   Dim TRAMA_STR1 As String * 50
59   Dim TRAMA_STR2 As String * 50
60   Dim TRAMA_OUT As String * 100
61   Dim APN As String * 20
62   Dim USER_NAME As String * 20
63   Dim PASSWORD As String * 20
64   Dim IP As String * 20
65   Dim PORT As String * 20
66
67   On_Hardware_Interrupt GoTo ISR_ISR
68
69   GoTo INICIO
70
71   ISR_ISR:
72       Context Save
73       If PIR1bits_RCIF == 1 Then

```

```

74         DATO = RCREG
75         TRAMA[CUENTA] = DATO
76         CUENTA = CUENTA +1
77         If DATO = $0D Then FLAG_RX = 1 : CUENTA = 0 : INTCONbits_GIE = 0
78         PIR1bits_RCIF = 0
79     EndIf
80     If INTCONbits_INT0IF == 1 Then
81         FLAG_INT0 = 1
82         INTCONbits_GIE = 0
83         INTCONbits_INT0IF = 0
84     EndIf
85     If INTCON3bits_INT1IF == 1 Then
86         FLAG_INT1 = 1
87         INTCONbits_GIE = 0
88         INTCON3bits_INT1IF = 0
89     EndIf
90     Context Restore
91
92     $define ADC_READ() _ADC_READ
93     _ADC_READ Macro- ADC \ Word
94         GoSub ___ADC_READ[],ADC
95         Return_Word ADC
96     Endm
97     #ifMacro- _ADC_READ
98     ___ADC_READ:
99         ADCON0bits_GO_DONE = 1
100
101         While ADCON0bits_GO_DONE == 1 : Wend
102         ADC = ADRESH
103         ADC = (ADC<<8) |ADRESL
104         Return ADC
105     #endifMacro-
106     $define FILTRO_EMA() _FILTRO_EMA
107     _FILTRO_EMA Macro- EMA_LP \ Word
108         GoSub ___FILTRO_EMA[],EMA_LP
109         Return_Word EMA_LP
110     Endm
111     #ifMacro- _FILTRO_EMA
112     ___FILTRO_EMA:
113
114         Dim F As Float

```

```

113     EMA_ALPHA = 0.2
114     EMA_LP = 0
115     For G = 0 To 50 Step 1
116         VALUE = ADC_READ()
117         F = EMA_ALPHA * VALUE + ((1-EMA_ALPHA)*F)
118     Next
119     EMA_LP = F
120     Return EMA_LP
121 #endifMacro-
122
123 ENVIO_BD:
124     IP = "18.216.230.136"
125     PORT = "7474"
126     TT1:
127         TRAMA_STR1 = "OK"
128         HSerOut["AT+CIPMUX=0",13]
129         While FLAG_RX == 0 : Wend
130         FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
131         Clear TRAMA_STR2 : TRAMA_STR2 = Str TRAMA
132         If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then
133             TRAMA_STR1 = "IP INITIAL"
134             HSerOut["AT+CIPSTATUS",13]
135             While FLAG_RX == 0 : Wend
136             FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
137             TRAMA_STR2 = Str TRAMA
138             If TRAMA_STR2 == TRAMA_STR1 Then
139                 GoTo TT2
140             Else
141                 GoTo CERRAR
142             EndIf
143         Else
144             DelayMS 1000 : GoTo TT1
145         EndIf
146     TT2:

```

```

147 TRAMA_STR1 = "OK"
148 TRAMA_STR2 = APN + USER_NAME + PASSWORD
149 HSerOut["AT+CSTT=", TRAMA_STR2, 13]
150 While FLAG_RX == 0 : Wend
151 FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
152 Clear TRAMA_STR2 : TRAMA_STR2 = Str TRAMA
153 If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then
154 TRAMA_STR1 = "IP START"
155 HSerOut["AT+CIPSTATUS", 13]
156 While FLAG_RX == 0 : Wend
157 FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
158 TRAMA_STR2 = Str TRAMA
159 If TRAMA_STR2 == TRAMA_STR1 Then
160 GoTo TT3
161 Else
162 GoTo CERRAR
163 EndIf
164 Else
165 DelayMS 1000 : GoTo TT1
166 EndIf
167 TT3:
168 TRAMA_STR1 = "OK"
169 TRAMA_STR2 = APN + "," + USER_NAME + "," + PASSWORD
170 HSerOut["AT+CIICR", 13]
171 While FLAG_RX == 0 : Wend
172 FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
173 Clear TRAMA_STR2 : TRAMA_STR2 = Str TRAMA
174 If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then
175 TRAMA_STR1 = "IP GPRSACT"
176 HSerOut["AT+CIPSTATUS", 13]
177 While FLAG_RX == 0 : Wend
178 FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
179 TRAMA_STR2 = Str TRAMA
180 If TRAMA_STR2 == TRAMA_STR1 Then
181 GoTo TT5
182 Else
183 GoTo CERRAR
184 EndIf
185 Else
186 DelayMS 1000 : GoTo TT1

```

```

187         EndIf
188     TT5:
189         TRAMA_STR1 = "."
190         TRAMA_STR2 = APN + USER_NAME + PASSWORD
191         HSerOut["AT+CIFSR",13]
192         While FLAG_RX == 0 : Wend
193             FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
194             Clear TRAMA_STR2 : TRAMA_STR2 = Str TRAMA
195             If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then
196                 TRAMA_STR1 = "IP STATUS"
197                 HSerOut["AT+CIPSTATUS",13]
198                 While FLAG_RX == 0 : Wend
199                     FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
200                     TRAMA_STR2 = Str TRAMA
201                     If TRAMA_STR2 == TRAMA_STR1 Then
202                         GoTo TT6
203                     Else
204                         GoTo CERRAR
205                     EndIf
206                 Else
207                     DelayMS 1000 : GoTo TT1
208                 EndIf
209     TT6:
210         Clear TRAMA_STR1
211         Dim R As Byte
212         R = Len(IP)+1
213         TRAMA_STR1 = "TCP" + "," + R + PORT
214         Clear TRAMA_STR2 : TRAMA_STR2 = "CONNECT OK"
215         HSerOut["AT+CIPSTART",TRAMA_STR1,13]
216         While FLAG_RX == 0 : Wend
217             FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
218             Clear TRAMA_STR2 : TRAMA_STR2 = Str TRAMA
219             If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then

```



```

220     Dim D As Byte
221     Clear TRAMA_STR1 : TRAMA_STR1 = Str ID
222     D = Len(TRAMA_STR1)
223     HSerOut["AT+CIPSEND=",D,13]
224     While FLAG_RX == 0 : Wend
225     FLAG_RX = 0 : Clear TRAMA_STR1 : INTCONbits_GIE = 1
226     TRAMA_STR1 = Str TRAMA
227     TRAMA_STR2 = ">"
228     If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then
229         HSerOut[Str ID]
230
231         HSerOut[$1A]
232
233         HSerOut["",13]
234
235         Clear TRAMA_STR1 : TRAMA_STR1 = "SEND OK"
236
237         While FLAG_RX == 0 : Wend
238         FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
239         TRAMA_STR2 = Str TRAMA
240         If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then
241             GoTo TT7
242         Else
243             GoTo CERRAR
244         EndIf
245     EndIf
246
247     Else
248         GoTo CERRAR
249     EndIf
250
251 TT7:
252     Clear TRAMA_STR1 : TRAMA_STR1 = "CLOSE OK"
253     HSerOut["AT+CIPCLOSE"]
254     While FLAG_RX == 0 : Wend
255     FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
256     Clear TRAMA_STR2 : TRAMA_STR2 = Str TRAMA
257     If TRAMA_STR2 == TRAMA_STR1 Then
258         GoTo CERRAR
259     Else
260         GoSub CERRAR
261     EndIf
262
263 CERRAR:
264     Dim O As Byte
265     O = 0
266     Clear TRAMA_STR1 : TRAMA_STR1 = "CLOSE OK"
267     Clear TRAMA_STR2
268
269 XXX:
270     HSerOut["AT+CIPCLOSE"]
271     While FLAG_RX == 0 : Wend

```

```

264         FLAG_RX = 0 : INTCONbits_GIE = 1
265         If TRAMA_STR1 == TRAMA_STR2 Then
266             GoTo SALIR
267         Else
268             O = O +1
269             If O == 5 Then
270                 GoTo SALIR
271             Else
272                 GoTo XXX
273             EndIf
274         EndIf
275         Print $FE,1,"ERROR DE ENVIO"
276         DelayMS 2000 : Print $FE,1
277     SALIR:
278         Return
279 INICIO:
280     'INTERUPCION
281     INTCONbits_GIE = 0
282     INTCONbits_PEIE = 1
283     PIR1bits_RCIF = 0    'FLAG RX
284     PIE1bits_RCIE = 1
285     INTCONbits_INT0IE = 1
286     INTCONbits_INT0IF = 0 'FLAG INTO
287     INTCON2bits_INTEDG0 = 0 'FALLING INTO
288     INTCON2bits_INTEDG1 = 0 'FALLING INT1
289     INTCON3bits_INT1IE = 1
290     INTCON3bits_INT1IF = 0 'FLAG INT1
291     INTCONbits_GIE = 1
292     'ADC

```

```

293         ADCON0 = 0b00000001
294         ADCON1 = 0b00001110
295         ADCON2 = 0b10001110
296         TRISA.0 = 1
297         'SERIAL
298         TXSTA = 0b00100110
299         RCSTA = 0b10010000
300         TRISC.6 = 0
301         TRISC.7 = 1
302         'PULSADORES
303         TRISB = $03
304         PORTB = $FF
305         'RGB
306         CMCON = $07
307         TRISE = $00
308         PORTE = $FF
309
310         Print $FE,1
311         Print $FE,1,      "   HEMO-TEST   "
312         Print $FE,$C0,   "   INICIANDO   "
313         DelayMS 2000
314
315         T1:
316             HSerOut["AT",13]
317             While FLAG_RX == 0 : Wend
318                 TRAMA_STR1 = "OK"
319                 TRAMA_STR2 = Str TRAMA
320                 If TRAMA_STR1 = TRAMA_STR2 Then
321                     GoTo T2
322                 Else
323                     GoTo T1
324             EndIf
325         T2:
326
327         Do
328             X0:
329                 Print $FE,1
330                 Print $FE,1,"INGRESO DE ID"
331                 Print $FE,$C0,"ID: ",Dec ID[0],Dec ID[1],Dec ID[2],Dec ID[3],Dec
                    ID[4],Dec ID[5],Dec ID[6],Dec ID[7],"-",Dec ID[8] '4 8 12

```

```

332 X = 0 : Y = 0 : K = 0
333 While K < 8
334     If FLAG_INT0 == 1 Then
335         If FLAG_INT1 == 0 Then
336             DelayMS 100
337             X = X +1
338             If Y == 8 Then
339                 If X == 2 Then X = 0
340             Else
341                 If X == 10 Then X = 0
342             EndIf
343             ID[Y] = X
344             Print $FE,1,"INGRESO DE ID"
345             Print $FE,$C0,"ID: ",Dec ID[0],Dec ID[1],Dec ID[2],Dec
ID[3],Dec ID[4],Dec ID[5],Dec ID[6],Dec ID[7],"-",Dec
ID[8] '4 8 12
346             FLAG_INT0 = 0
347         EndIf
348     EndIf
349     If FLAG_INT1 == 1 Then
350         DelayMS 100 : X = 0 : Y = Y +1 : K = K +1
351         FLAG_INT1 = 0
352     EndIf
353     INTCONbits_GIE = 1
354 Wend
355 Print $FE,1, " CONFIRMAR ID "
356 Print $FE,$C0, " SI NO "
357 X1:
358 If FLAG_INT0 == 1 Then FLAG_INT0 = 0 : INTCONbits_GIE = 1 : GoTo X2
359 If FLAG_INT1 == 1 Then FLAG_INT1 = 0 : INTCONbits_GIE = 1 : GoTo X0
360 GoTo X1
361 X2:
362 Print $FE,1,"IN C ANDO'

```

```

363         OFFSET = ADC_READ()
364
365     ADC_ = 0
366     For K = 0 To 6 Step 1
367         PORTE = RGB[K] : DelayMS 50
368         ADC_ = ADC_READ()
369         ADC_ = ADC_ - OFFSET
370         G = (C*ADC_) + ((1-C)*G)
371         INT_BASE[K] = G : DelayMS 50
372
373     Next
374     PORTE = $FF
375     G = 0 : ADC_ = 0
376     For K = 0 To 6 Step 1
377         PORTB = RGB[K] : DelayMS 50
378         ADC_ = ADC_READ()
379         ADC_ = ADC_ - OFFSET
380         G = (C*ADC_) + ((1-C)*G)
381         INT_MUESTRA[K] = G : DelayMS 50
382
383     Next
384     PORTE = $FF
385     DelayMS 50
386     ABS_#0 = -Log10(INT_BASE[0]/INT_MUESTRA[0])
387     ABS_#1 = -Log10(INT_BASE[1]/INT_MUESTRA[1])
388     ABS_#2 = -Log10(INT_BASE[2]/INT_MUESTRA[2])
389     ABS_#3 = -Log10(INT_BASE[3]/INT_MUESTRA[3])
390     ABS_#4 = -Log10(INT_BASE[4]/INT_MUESTRA[4])
391     ABS_#5 = -Log10(INT_BASE[5]/INT_MUESTRA[5])
392     ABS_CAL = ABS_#0 + ABS_#1 + ABS_#2 + ABS_#3 + ABS_#4 + ABS_#5
393     ABS_CAL = (ABS_CAL / 6) * 12
394
395     Print $FE,1,"Hb: ",Dec ABS_CAL
396
397     While FLAG_INT0 == 0 : Wend
398     FLAG_INT0 = 0
399
400     Print $FE,1,"ENVIANDO DATOS"
401
402     Print $FE,$C0,"ESPERE"
403
404     GoSub ENVIO_BD : DelayMS 1000
405
406 Loop

```

```

399 Config_Start
400 PLLDIV = 4          ' Divide by 3 (12 MHz oscillator input)   ' divide por 4
                        (20MHz)
401 CPUDIV = OSC1_PLL2 ' [OSC1/OSC2 Src: /1][96 MHz PLL Src: /2]
402 USBDIV = 1          ' USB clock source comes directly from the primary
                        oscillator block with no postscale
403 FOSC = HSPLL_HS     ' HS oscillator, PLL enabled, HS used by USB
404 FCMEN = OFF         ' Fail-Safe Clock Monitor disabled
405 IESO = OFF          ' Oscillator Switchover mode disabled
406 PWRT = On           ' PWRT enabled
407 BOR = On            ' Brown-out Reset enabled in hardware only (SBOREN is
                        disabled)
408 BORV = 3            ' Brown-out Voltage bits: Minimum setting
409 VREGEN = On         ' USB voltage regulator enabled
410 WDT = OFF           ' Watchdog Timer Disabled - SW Controlled
411 WDTPS = 128        ' Watchdog Timer Postscale Select bits: 1:128
412 MCLR = On           ' MCLR pin enabled, RE3 input pin disabled
413 LPT1OSC = On        ' Timer1 configured for low-power operation
414 PBADEN = OFF        ' PORTB<4:0> pins are configured as digital I/O on Reset
415 CCP2MX = On         ' CCP2 input/output is multiplexed with RC1
416 STVREN = OFF        ' Stack full/underflow will not cause Reset
417 LVP = OFF           ' Single-Supply ICSP disabled
418 ICPRT = OFF         ' Dedicated In-Circuit Debug/Programming Port (ICPORT)
                        Enable bit: disabled
419 XINST = OFF         ' Instruction set extension and Indexed Addressing mode
                        disabled (Legacy mode)
420 Debug = OFF         ' Background debugger disabled, RB6 and RB7 configured
                        as general purpose I/O pins
421 Cp0 = OFF           ' Block 0 (000800-001FFFh) not code-protected
422 CP1 = OFF           ' Block 1 (002000-003FFFh) not code-protected
423 CP2 = OFF           ' Block 2 (004000-005FFFh) not code-protected
424 CP3 = OFF           ' Block 3 (006000-007FFFh) not code-protected
425 CPB = OFF           ' Boot block (000000-0007FFh) not code-protected
426 CPD = OFF           ' Data EEPROM not code-protected
427 WRT0 = OFF          ' Block 0 (000800-001FFFh) not write-protected
428 WRT1 = OFF          ' Block 1 (002000-003FFFh) not write-protected
429 WRT2 = OFF          ' Block 2 (004000-005FFFh) not write-protected

```

```
430          WRT3 = OFF          ' Block 3 (006000-007FFFh) not write-protected
431          WRTB = OFF          ' Boot block (000000-0007FFFh) not write-protected
432          WRTC = OFF          ' Configuration registers (300000-3000FFFh) not
          write-protected

433          WRTD = OFF          ' Data EEPROM not write-protected

434          EBTR0 = OFF        ' Block 0 (000800-001FFFh) not protected
from table reads
          executed in other blocks

435          EBTR1 = OFF        ' Block 1 (002000-003FFFh) not protected
from table reads
          executed in other blocks

436          EBTR2 = OFF        ' Block 2 (004000-005FFFh) not protected
from table reads
          executed in other blocks

437          EBTR3 = OFF        ' Block 3 (006000-007FFFh) not protected
from table reads
          executed in other blocks

438          EBTRB = OFF        ' Boot block (000000-0007FFFh) not
protected from table
          reads executed in other blocks

439          Config_End
440
441
```