



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA PRESENTACIÓN DE
INFORMACIÓN QUE GENERA EL EQUIPO HEMATOLÓGICO DE
MARCA MINDRAY (BC-3000)

AUTOR:

CRHISTOFER IVAN MACAS SEVILLA

DIRECTOR:

MGS. CARLOS ALBERTO VASQUEZ AYALA

IBARRA - ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1725456832		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MACAS SEVILLA CRHISTOFER IVAN		
DIRECCIÓN:	CALLE SEVILLA Y ALCALA OE631		
EMAIL:	cimacass@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	-----	TELÉFONO MÓVIL:	0939005028

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN QUE GENERA EL EQUIPO HEMATOLÓGICO DE MARCA MINDRAY (BC-3000)
AUTOR (ES):	MACAS SEVILLA CRHISTOFER IVAN
FECHA: DD/MM/AAAA	13 DE MARZO DE 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN
ASESOR /DIRECTOR:	ING. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA, MSC

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de abril de 2023

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: MACAS SEVILLA CRHISTOFER IVAN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

CARLOS ALBERTO VASQUEZ, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de Titulación “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN QUE GENERA EL EQUIPO HEMATOLÓGICO DE MARCA MINDRAY (BC-3000)” ha sido realizada en su totalidad por: MACAS SEVILLA CRHISTOFER IVAN bajo mi supervisión:

Es todo en cuanto puedo certificar en honor de la verdad.

.....
CARLOS ALBERTO VASQUEZ

Director de Tesis



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación a mis padres por brindarme ese apoyo incondicional además de ser los pilares fundamentales para la realización de este trabajo de grado.

A mis hermanos Ruben y Milena por siempre apoyarme.

Crhistofer Macas

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad por brindarme los conocimientos necesarios para la creación del presente proyecto, además a todas las personas que nunca dejaron de creer en mí.

Agradezco mi tío Lenin por enseñarme el mundo de la electrónica como de las redes de comunicación, y brindarme los conocimientos necesarios para realizar el presente trabajo de grado.

Agradezco a mis compañeros Fredy, Will, Axel, Adonis, Max, Vicente, Chandi, Andres, etc. que mientras cursamos la carrera pasamos buenos y malos momentos, pero siempre me apoyaron con conocimiento y experiencia.

Agradezco a mis amigos de la infancia por siempre alentarme en los malos momentos y brindarme las fuerzas necesarias para culminar mi trabajo de titulación.

Crhistofer Macas

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. ALCANCE.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN	6
CAPÍTULO II	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8

2.1.	Hematología.....	8
2.2.	Serie roja.....	8
2.2.1.	Glóbulo rojo.....	8
2.2.2.	Hemoglobina.....	9
2.2.3.	Hematocrito.....	10
2.2.4.	Amplitud de distribución Eritrocitaria.....	10
2.2.5.	Relaciones hematimétricas.....	11
2.2.6.	Plaquetas.....	11
2.2.7.	Volumen de plaquetas medio.....	11
2.2.8.	Ancho de distribución de plaquetas.....	12
2.3.	Serie blanca.....	12
2.3.1.	Leucocitos.....	12
2.3.2.	Granulocitos.....	13
2.3.3.	Monocitos.....	13
2.3.4.	Linfocitos.....	14
2.4.	Conexión.....	15
2.5.	Puerto serial.....	15
2.6.	Funcionamiento.....	15
2.7.	Protocolo RS-232.....	16
2.8.	USB.....	17
2.9.	Funcionamiento.....	17
2.10.	Funcionamiento del equipo hematológico Mindray BC-3000.....	19
2.11.	Introducción.....	19

2.12.	Proceso de medición	22
2.12.1.	Dilución.....	22
2.13.	Medición de WBC/HGB.....	24
2.13.1.	Medición volumétrica	24
2.13.2.	Principio de medición WBC	25
2.13.3.	Medición de HGB	25
2.13.4.	Parámetros relacionados con WBC	26
2.14.	Medición de RBC/PLT	27
2.14.1.	Parámetros relacionados con RBC.....	27
2.14.2.	Parámetros relacionados con PLT	28
2.15.	Histogramas	28
2.16.	Placa electrónica	29
2.17.	Funcionamiento.....	29
2.18.	Elementos electrónicos	29
2.18.1.	Arduino	30
2.18.2.	LCD.....	31
2.18.3.	Modulo serial a USB.....	31
2.19.	Tratamiento de la señal	32
2.20.	Información en bits	32
2.21.	Codificación.....	33
2.22.	Decodificación	35
2.23.	Presentación	40
2.24.	Modelo en cascada.....	40

2.25.	Primera etapa	40
2.26.	Segunda etapa	40
2.27.	Tercera etapa.....	41
2.28.	Cuarta etapa	41
2.29.	Quinta etapa	41
CAPÍTULO III DISEÑO		42
3.1.	INTRODUCCIÓN	42
3.2.	Propósito del sistema	42
3.3.	Ámbito del sistema	42
3.4.	Características de los beneficiarios.....	43
3.5.	Requerimientos del sistema	43
3.6.	Requerimientos de Stakeholders.....	43
3.7.	Requerimientos del sistema	45
3.8.	Requerimientos de arquitectura	48
3.9.	DISEÑO	52
3.10.	Conexión.....	53
3.10.1.	Diagrama de flujo	53
3.11.	Selección de hardware	54
3.11.1.	Cable de conexión del equipo hematológico	54
3.11.2.	Modulo RS-232 a TTL.....	54
3.11.3.	Modulo FT232RL FT232 USB a TTL Serial	55
3.12.	Criterios de diseño	56
3.13.	Placa electrónica	57

3.13.1.	Selection de hardware	57
3.13.2.	Arduino Mega	58
3.13.3.	Convertor TTL-USB	59
3.13.4.	Zocalo 16 pines	59
3.13.5.	Regulator 12v 5v	59
3.14.	Criterios de diseño	59
3.15.	Diseño de placa electrónica	60
3.16.	Software	63
3.16.1.	Selection de software	64
3.16.2.	Visual studio 2022	64
3.16.3.	SQL server 2014	65
3.16.4.	Criterios de diseño	65
3.16.5.	Diseño	66
CAPÍTULO IV IMPLEMENTACIÓN		68
4.1.	INTRODUCCIÓN	68
4.2.	Preparación del equipo hematológico Mindray BC-3000	68
4.3.	Placa electrónica	74
4.4.	Pruebas de funcionamiento	75
4.4.1.	Hardware	75
4.4.2.	Software	76
CAPÍTULO V		80
5.1.	CONCLUSIONES	80
5.2.	RECOMENDACIONES	81

REFERENCIAS	83
ANEXOS.....	86
ANEXO A.....	86
5.3. Código del programa de detección de puertos	86
5.4. Código de interfaz grafica.....	87
5.5. Código de programación Arduino	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Arquitectura</i>	5
Figura 2 <i>Modelo lógico de la interfaz USB</i>	18
Figura 3 <i>Vista frontal del equipo hematológico BC-3000</i>	19
Figura 4 <i>Parte trasera del equipo hematológico BC-3000</i>	20
Figura 5 <i>Disolución de una muestra de sangre completa</i>	23
Figura 6 <i>Proceso análisis muestra prediluida</i>	23
Figura 7 <i>Medición volumétrica</i>	24
Figura 8 <i>Principio de medición WBC</i>	25
Figura 9 <i>Histogramas</i>	29
Figura 10 <i>Arduino Uno</i>	30
Figura 11 <i>Construcción de datos</i>	33
Figura 12 <i>Diagrama de flujo para la conexión</i>	53
Figura 13 <i>Cable de alimentación eléctrica</i>	54
Figura 14 <i>Modulo RS-232 TTL</i>	55
Figura 15 <i>Diagrama de flujo para la placa electrónica</i>	57
Figura 16 <i>Diseño de placa electrónica en Proteus</i>	60
Figura 17 <i>Elementos de la placa electrónica</i>	61
Figura 18 <i>Pistas de cobre</i>	61
Figura 19 <i>Placa electrónica</i>	62
Figura 20 <i>Diagrama de flujo para el software</i>	63
Figura 21 <i>Interfaz de conexión</i>	67
Figura 22 <i>Interfaz de información de muestra sanguínea</i>	67

Figura 23 <i>Bomba de aire</i>	69
Figura 24 <i>Bomba de fluidos</i>	69
Figura 25 <i>Menú de prueba de válvulas</i>	70
Figura 26 <i>Válvulas existentes</i>	70
Figura 27 <i>Válvulas</i>	71
Figura 28 <i>Mangueras en optimo estado</i>	72
Figura 29 <i>Cámara WBC</i>	73
Figura 30 <i>Cámara RBC</i>	73
Figura 31 <i>Placa electrónica</i>	74
Figura 32 <i>Inicio comunicación</i>	75
Figura 33 <i>Fin comunicación</i>	75
Figura 34 <i>Transmisión de tramas de información</i>	76
Figura 35 <i>Tramas de información completas</i>	76
Figura 36 <i>Botón para tratamiento de información</i>	77
Figura 37 <i>Mensaje de confirmación</i>	77
Figura 38 <i>Tabla de muestras almacenadas</i>	78
Figura 39 <i>Base de datos</i>	78
Figura 40 <i>Reporte generado</i>	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Valores normales de glóbulos rojos en la sangre</i>	9
Tabla 2 <i>Valores normales de hemoglobina</i>	9
Tabla 3 <i>Valores normales de hematocrito</i>	10
Tabla 4 <i>Valores normales de leucocitos</i>	12
Tabla 5 <i>Trama RS-232</i>	15
Tabla 6 <i>Tramas para concretar la comunicación</i>	33
Tabla 7 <i>Tramas de inicio, fin y segmento del mensaje</i>	34
Tabla 8 <i>Cuerpo del mensaje</i>	34
Tabla 9 <i>Descripción del mensaje</i>	35
Tabla 10 <i>Requerimientos operacionales</i>	43
Tabla 11 <i>Requerimientos de usuario</i>	44
Tabla 12 <i>Requerimientos de interfaz</i>	45
Tabla 13 <i>Requerimientos de uso</i>	46
Tabla 14 <i>Requerimientos de performance</i>	46
Tabla 15 <i>Requerimientos de modo y estado</i>	47
Tabla 16 <i>Requerimientos físicos</i>	48
Tabla 17 <i>Requerimientos diseño</i>	49
Tabla 18 <i>Requerimientos lógicos</i>	50
Tabla 19 <i>Requerimientos de hardware</i>	50

Tabla 20 <i>Requerimientos de software</i>	51
Tabla 21 <i>Requerimientos eléctricos</i>	52
Tabla 22 <i>Criterios de diseño de conexión</i>	56
Tabla 23 <i>Criterios de diseño hardware</i>	59
Tabla 24 <i>Criterios de diseño software</i>	66

RESUMEN

El equipo hematológico Mindray BC-3000 es un dispositivo utilizado en laboratorios para analizar muestras de sangre. Para presentar la información generada por el equipo de manera efectiva, se desarrolló un sistema de presentación de información.

La implementación del sistema implicó la creación de una aplicación de software que permite al usuario acceder a los datos del equipo BC-3000 y presentarlos de manera clara y concisa. La aplicación es fácil de usar y se puede personalizar según las necesidades del usuario.

El sistema de presentación de información incluye características como la visualización de gráficos y tablas de datos, la generación de informes y la capacidad de exportar datos en diferentes formatos. También se puede acceder a la información a través de una interfaz web.

La implementación del sistema de presentación de información ha mejorado la eficiencia del equipo hematológico Mindray BC-3000 y ha permitido una mejor gestión de la información generada por el dispositivo.

ABSTRACT

The Mindray BC-3000 hematological equipment is used in laboratories to analyze blood samples. To effectively present the information generated by the equipment, an information presentation system was developed.

The implementation of the system involved creating a software application that allows the user to access the BC-3000 equipment data and present it in a clear and concise manner. The application is easy to use and can be customized according to the user's needs.

The information presentation system includes features such as visualization of data charts and tables, report generation, and the ability to export data in different formats. The information can also be accessed through a web interface.

The implementation of the information presentation system has improved the efficiency of the Mindray BC-3000 hematological equipment and allowed for better management of the information generated by the device.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. INTRODUCCIÓN

La tecnología médica ha avanzado significativamente en las últimas décadas, y una de las áreas donde se ha visto un gran progreso es en la hematología. Los equipos hematológicos son esenciales para analizar muestras de sangre y proporcionar información crucial sobre la salud del paciente. El equipo hematológico Mindray BC-3000 es uno de los dispositivos más utilizados en los laboratorios para este fin.

Sin embargo, el análisis de los datos generados por el equipo BC-3000 puede ser abrumador, especialmente en laboratorios que manejan grandes cantidades de muestras. Para abordar este problema, se desarrolló un sistema de presentación de información que permite al usuario acceder a los datos de manera clara y concisa.

En este artículo, se describe la implementación de un sistema de presentación de información para el equipo hematológico Mindray BC-3000. Se detallará la creación de una aplicación de software que permite al usuario acceder a los datos del equipo y presentarlos de manera eficiente. Además, se discutirán las características clave del sistema, incluida la visualización de gráficos y tablas de datos, la generación de informes y la capacidad de exportar datos en diferentes formatos. En última instancia, se espera que la implementación del sistema mejore la eficiencia del equipo hematológico Mindray BC-3000 y permita una mejor gestión de la información generada por el dispositivo.

1.2. PROBLEMA

En el país existen varios proveedores de sistemas de información de laboratorio los cuales funcionan en ciertos equipos El sistema de información de laboratorio (LIS), garantiza la gestión de la información, se observa solo en casos raros y funciona silenciosamente en segundo plano. Los LIS se introdujeron en la química clínica en la década de 1970 (Jorge L. Sepulveda, 2013) y han pasado a ser una parte importante en la vida del laboratorio, por lo que actualmente un laboratorio médico no puede funcionar correctamente sin un LIS. Un sistema de información de laboratorio (LIS) es una base de datos que permite la correcta adquisición de muestras, suministro de resultados analíticos de los sistemas de medición, informes médicos y facturación. Además, es responsable de las instalaciones de prueba externas y del archivo de las muestras. Aunque se realizan mejoras continuas, hay un número creciente de personas que piden un mejor sistema. (Roland Kammergruber, 2014)

Existe la necesidad en gestionar la información de los equipos hematológicos de la marca MINDRAY ya que estos equipos muestran la información en pantalla y el encargado de realizar la prueba debe tomar la información manualmente.

El lograr ingresar los datos del paciente y mantener un control de cada examen realizado permite que tanto el paciente como el profesional de la salud visualicen esa información mediante una interfaz gráfica, el área de la hematología en un laboratorio es vital tener los resultados de manera exacta logrando corregir errores que se relacionan con la capacidad del profesional de la salud, estos pueden ser mala digitación de los parámetros, condición en las variables. (Karen S. Clark, 2020)

El equipo hematológico de marca MINDRAY BC-3000 proporciona dos puertos RS-232, uno para conectar el escáner y otro para conectar un equipo (host), El host que cumplirá la función de servidor para el sistema de almacenamiento y presentación de la información. (Mindray, 2006)

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Implementación de un sistema para la presentación de información que genera el equipo hematológico de marca MINDRAY BC-3000

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la información para el diseño del sistema, área de hematología y manual del equipo MINDRAY BC-3000 que facilitaran el desarrollo del proyecto
- Realizar el sistema mediante un hardware y software libre aplicando la metodología en cascada para el desarrollo del proyecto.
- Implementar el sistema que permita mantener un registro de cada paciente y dé a conocer todos los parámetros de información mediante una interfaz gráfica.
- Comprobar el funcionamiento del sistema en base a pruebas que cumplan con los requerimientos del profesional de la salud.

1.4. ALCANCE

Para el desarrollo del presente proyecto se estudiará el funcionamiento del equipo hematológico las variables que da como resultado y el rango en las que estas pueden variar para poder establecer un rango de condición normal, en base a esto diseñar las alertas de anomalías para prevenir posibles enfermedades.

El proyecto tiene como propósito ayudar a los profesionales de la salud en mantener un control y registro de cada paciente y de forma conjunta un posible diagnóstico en base a las variables que presenta el equipo hematológico MINDRAY BC-3000.

El proyecto se desarrollará mediante el modelo en cascada, en base a esto la primera etapa es la de requerimientos, utilizar el hardware adecuado para la comunicación serial a USB, incorporar un indicador de cuando la comunicación inicio y termino, diseñar un demultiplexor de 1 a 4 que permita conectar los dispositivos que necesiten de la información, este hardware va a ser diseñado exclusivamente para el equipo hematológico de marca MINDRAY BC-3000. En la parte de software los requerimientos son decodificar la información generada por el equipo hematológico de marca MINDRAY, además de almacenar un registro de cada análisis realizado en el equipo para posteriormente presentar esta información en un interfaz grafica interactiva y sencilla de utilizar para facilitar el análisis del profesional de la salud.

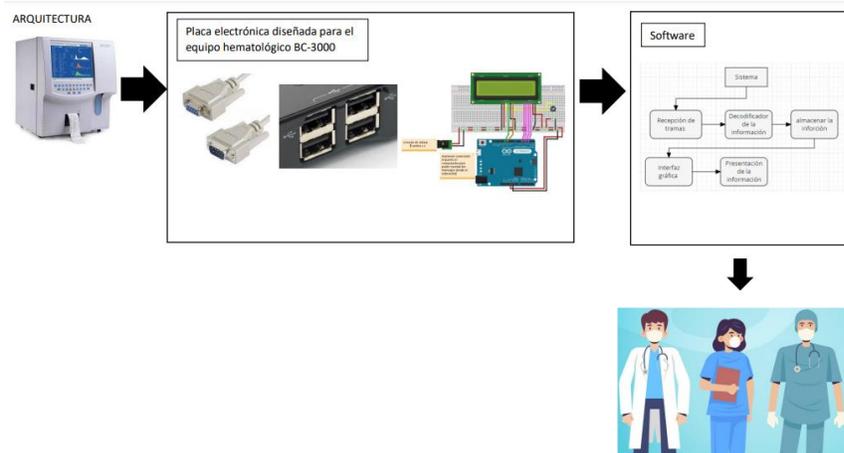
En la segunda etapa de diseño, El diseño del sistema se desarrollarla como muestra la (figura 1). La información que genera el equipo homológico es entregada en tramas mediante comunicación serial y de manera unidireccional por lo que se diseñara una placa la cual permita conectar múltiples dispositivos y mantener un indicador por posibles fallas en la comunicación, en la parte de la interfaz se analizara cada trama por lo que es importante mencionar que las tramas están compuestas de tres campos de información MS (Campo de inicio de mensaje, es la primera unidad de datos de todos los mensajes). MD (Campo de descripción de mensaje, describe el tipo de mensaje o su significado). ME(Campo de fin de mensaje, es la ultima unidad de datos de todos los mensajes).dentro del mensaje se envían segmentos que es un fragmento de los datos de mensaje consiste en uno o más datos de segmento. SD(Campo de descripción de segmento, describe el tipo de segmento o su significado). SE(campo de fin de segmento, es la ultima unidad de datos de todos

los mensajes) finalmente los campos de propiedad son datos de segmento que consiste en uno o mas datos de campo. FD(Campo descriptivo de campo, describe el tipo de campo o su significado) V(Valor de campo, trata del valor final de campo) FE(Campo final de campo, es la ultima unidad de datos de todos los campos).

Durante la comunicación las dos partes implicadas confirman la comunicación mediante el uso de las siguientes tramas ENQ(Inicio de la comunicación del analizador antes de la transmisión de datos), ACK(Respuesta del terminal después de la transmisión de datos) y ETX(Comunicación del analizador después de la transmisión de datos).

Cada trama enviada por el equipo tiene su codificación correspondiente en base a esta codificación se diseñará un decodificador para entender cada trama enviada por el equipo, para después ser presentada en la interfaz gráfica la cual va a ser programada en el mejor lenguaje de programación este se realizarán las pruebas pertinentes para la elección de un lenguaje de programación que cumpla con los requisitos establecidos.

Figura 1
Arquitectura



Fuente: Elaborada por el autor

En la tercera etapa de implementación, el sistema va a ser implementado en cualquier laboratorio que disponga del equipo hematológico debido a que es un equipo que se utiliza en todo el país por las grandes ventajas que presenta, el implementar el sistema la información obtenida por el sistema va a ser presentada en una interfaz gráfica al profesional de la salud y mantener un registro para su posterior análisis. Esta información nos ayudara para detectar anomalías en los parámetros contaje de glóbulos blancos, contaje de glóbulos rojos, hemoglobina, contaje de leucocitos y contaje de plaquetas pertenecen a los principales valores para la detección de las enfermedades y en base a esto presentar una alerta de la posible enfermedad.

En la cuarta etapa de verificación se realizarán pruebas de comunicación para comprobar la recepción de las tramas como la decodificación de la información y que esta información obtenida sea correcta de misma manera la interfaz gráfica será sometida a pruebas de funcionamiento, rendimiento y visuales todas las pruebas realizadas comprobaran los requerimientos establecidos.

Finalmente, la quinta etapa operación y mantenimiento el sistema será operado directamente por el profesional de la salud el será el encargado de analizar los datos y los registros de cada análisis realizado, en la parte de mantenimiento el sistema va a estar sujeto a actualizaciones de acuerdo con los requerimientos del laboratorio, se desarrollaran los manuales de operación del sistema los cuales serán entregados a los profesionales de la salud, en un futuro el sistema será compatible con más equipos médicos de un laboratorio clínico.

1.5. JUSTIFICACIÓN

La información que se obtiene en un laboratorio clínico es una herramienta básica en el apoyo al diagnóstico del médico así como en la atención medica del paciente, los resultados se han estimado que afectan hasta en un 70% en el diagnóstico médico, generando un impacto en la

elección del tratamiento y pronóstico de los pacientes por esta razón es importante contar con excelente control de la información para asegurar que los resultados sean confiables y verídicos (Nancy Verónica Angüiano-Sánchez, 2011)

La falta de un sistema para la presentación de la información después de cada análisis de sangre impide obtener los resultados en un tiempo corto, por lo que el profesional de la salud da un plazo de unos 3 a 4 días para la presentación de esta información. Tener un registro de cada análisis en una base de datos permite controlar y monitorear al paciente en cada parámetro obtenido del equipo hematológico.

Con el constante avance de la tecnología, se han realizados varios avances en el campo de la medicina por lo que actualmente existe la posibilidad de tener una cita médica sin la necesidad de estar el paciente, por esta razón es importante lograr obtener esta información de manera rápida. (Solano Vallejo Nelson Javier, 2014)

En el mercado se pueden encontrar sistemas de gestión de la información para los equipos de laboratorio estos sistemas se denominan (LIS). El problema con estos sistemas es que no tienden a ser de un costo elevado por lo que algunas clínicas, consultorios no disponen del capital para contratar este servicio.

El desarrollo del sistema busca presentar la información de un equipo hematológico y mantener un registro de cada análisis por paciente para su posterior análisis en cambios anormales en los siguientes parámetros: conteo de glóbulos blancos, conteo de glóbulos rojos, hemoglobina, conteo de leucocitos y conteo de plaquetas pertenecen a los principales valores para la detección de las enfermedades mencionadas anteriormente. (Sheng, 2010)

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Hematología

Según (Varona Astudillo & Sáenz Arbeláez, 2015) La hematología es la ciencia, conocimiento o tratado a los elementos constitutivos de la sangre con el propósito de diagnosticar, tratar e investigar patologías propias de la sangre o de los órganos, además su campo de acción analiza la composición celular y tersa de la sangre.

Examina los elementos celulares (hematíes, leucocitos y plaquetas) y sus dimensiones, estado y alteraciones ocasionadas por diferentes enfermedades. Donde cada elemento celular cumple diferentes funciones los elementos de la serie roja tiene la función de transportar el oxígeno y dióxido de carbono, la serie blanca son los encargados del sistema inmunológico.

2.2. Serie roja

2.2.1. Glóbulo rojo

De acuerdo con (Biblioteca Nacional de Medicina (EE. UU.), 2019) Es también conocido como eritrocito. Es una célula sanguínea encargada de transportar el oxígeno y dióxido de carbono funcionando en conjunto con la hemoglobina, inicialmente va desde los pulmones hasta llegar a todos los tejidos del organismo y finalmente en sentido contrario.

El oxígeno que ingresa a los pulmones atraviesa las membranas de los alveolos y es receptado por los glóbulos rojos en conjunto con la hemoglobina, después es transportado por el sistema circulatorio en dirección a todos los tejidos del cuerpo humano. El oxígeno se distribuye a través de la pared capilar para lograr llegar a todas las células por otra parte el CO₂ producido por las células es recogido por la hemoglobina de los glóbulos rojos y es expulsado por los pulmones.

A continuación, se muestra en la tabla 1 los valores normales de glóbulos rojos en la sangre.

Tabla 1*Valores normales de glóbulos rojos en la sangre*

EDAD	Valor de glóbulos rojos
Recién nacido	4 a 5 x 10 ⁶ /ml
Año de edad	3,6 a 5 x 10 ⁶ /ml
De 3 a 5 años	4 a 5,3 x 10 ⁶ /ml
De 5 a 15 años	4,2 a 5,2 x 10 ⁶ /ml
Hombre adulto	4,5 a 5 x 10 ⁶ /ml
Mujer adulta	4,2 a 5,2 x 10 ⁶ /ml

Fuente: Adaptado de (Biblioteca Nacional de Medicina (EE. UU.), 2019)

2.2.2. Hemoglobina

Según (Secchi Nicolás, 2021) Es una proteína que está compuesta por hierro otorgando el color rojo característico de la sangre, se ubica en los glóbulos rojos y su principal función es transportar el oxígeno de los pulmones a todos los tejidos del ser humano también se encargan de transportar el CO₂ producido por las células en la producción de energía.

En la tabla 2 se muestran los valores normales de hemoglobina

Tabla 2*Valores normales de hemoglobina*

EDAD	Valor normal de hemoglobina
Recién nacido	16,5 – 19,5g/100ml
Niños	11,2 – 16,5g/100ml
Hombre adulto	14,0 – 18,0g/100ml
Mujer adulta	12,0 – 18,0g/100ml

Fuente: Adaptado de (Secchi Nicolás, 2021)

2.2.3. Hematocrito

En su criterio (Barbieri & Flores, 2005) Es definido por la relación del volumen globular y el volumen sanguíneo total. La medida del hematocrito es un porcentaje del volumen sanguíneo que ocupan los glóbulos rojos. Lo que permite calcular el volumen globular medio y la concentración media de hemoglobina.

En la tabla 3 se muestran los porcentajes normales del hematocrito

Tabla 3
Valores normales de hematocrito

EDAD	VALORES NORMALES
Recién nacido	56 – 51
Un año de edad	35 – 32
4 años	37 – 33
8 años	39 – 35
12 años	40 – 36
Hombre adulto	42 – 56
Mujer adulta	37 – 47

Fuente: Adaptado de (Barbieri & Flores, 2005)

2.2.4. Amplitud de distribución Eritrocitaria

Según (Monteiro, O'Connor, & Martínez, 2001) Es un análisis que mide la variación del volumen de los glóbulos rojos, en general los glóbulos rojos mantienen un mismo tamaño una amplitud alta da a entender que hay una gran diferencia de tamaño entre los glóbulos rojos pequeños y grandes.

Estas diferencias de tamaño son observadas a nivel microscópico, nos permite diferenciar entre la anemia ferropénica y talasemia.

2.2.5. Relaciones hematimétricas

De acuerdo con su criterio (Valdivia-Silva, 2013) Se detalla los parámetros del hematocrito, hematología y números de glóbulos rojos.

- Hemoglobina corpuscular media (HCM) Es la cantidad promedio de hemoglobina existente en un solo glóbulo rojo donde su valor normal es de 26 a 32 picogramos.
- Volumen corpuscular medio (VCM) Es la medida del tamaño promedio de los glóbulos rojos, se especifica que el volumen promedio es de 80 a 100 femtolitros por hematíe.
- Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) Es la medida de hemoglobina en los glóbulos rojos e incluye el calculo del tamaño y volumen de estos, es decir es el contenido de hemoglobina por unidad de glóbulos rojos, los valores normales son de 32 a 36 g/dl.

2.2.6. Plaquetas

Las plaquetas son pequeñas células, que mantienen su origen desde los megacariocitos, además se han descrito como pequeñas partículas inertes, actualmente se sabe que son células con una complejidad estructural y bioquímica.

Las plaquetas desempeñan un papel fundamental, interviniendo en el mecanismo fisiológico que protege el organismo de la pérdida exagerada de sangre, como consecuencia de una lesión de los vasos en que haya ruptura o alteración del endotelio vascular, sobre todo en el territorio arterial.

Valores normales. - Para una persona adulta el recuento promedio de plaqueta es de 150000 y 400000 plaquetas /mm³.

2.2.7. Volumen de plaquetas medio

El parámetro del volumen de plaquetas medio es la medida del volumen de las plaquetas con un valor normal de 6,5 y 11 μm^3 .

2.2.8. Ancho de distribución de plaquetas

Es la medida de la variación del tamaño de las plaquetas. Esta medida se expresa en porcentaje.

2.3. Serie blanca

2.3.1. Leucocitos

Según la revista (Kennelly & Murray, 2016) También conocidos como glóbulos blancos son los centinelas y defensores contra agentes patógenos invasores, toman su nombre de glóbulos blancos ya que a nivel de microscopio se observa su color y aspecto blanco. Existen diferentes tipos de glóbulos blancos entre estos están los mononucleares y polimorfonucleares.

Toman su origen en las células madre de la médula ósea, si la cantidad de leucocitos varia puede orientar al diagnóstico de todo tipo de enfermedades infecciosas, inflamatorias, cáncer y leucemia, por lo que es importante indicar los valores normales de leucocitos como se observa en la tabla 4.

Tabla 4
Valores normales de leucocitos

Edad	Valor normal
Recién nacido	10 a 26 mil/mm^3
Un año	8 a 16 mil/mm^3
Entre 3 a 5 años	10 a 14 mil/mm^3
Entre 5 a 15 años	5,5 a 12 mil/mm^3
Hombre adulto	4,5 a 10 mil/mm^3
Mujer adulta	4,5 a 10 mil/mm^3

Fuente: Adaptado de (Kennelly & Murray, 2016)

2.3.2. Granulocitos

Para definir los granulocitos estos han sido clasificados en tres grupos principales.

Neutrófilo. – Es originado en la medula ósea, pasando por un proceso de maduración llega al torrente sanguíneo, además son leucocitos polimorfonucleares.

Se les considera la primera línea de defensa contra infecciones bacterianas y fúngicas. Estos circulan en la sangre durante periodos cortos debido a que su vida media es de 8 a 20 horas en circulación.

Eosinófilo. – Es un granulocito residente predominante a nivel tisular y es reclutado en sectores de reacciones específicas inmunes, Es una célula de alrededor de 12 a 17 micrómetros de diámetro. De igual manera se generan en la medula ósea seguidamente de un proceso de maduración pasa a formar parte de la sangre periférica con una vida promedio de solo 8 horas ya que se encuentran bajo la capa epitelial de tejidos expuestos.

Basófilos. – Son células granulocitos más pequeñas de aproximadamente 10 a 14 micras con un núcleo que generalmente posee 2 o 3 lóbulos unidos por puentes cromáticos, otra de sus propiedades es que son hidrosolubles y por lo general se encuentran en el interior de vacuolas citoplasmáticas.

Su función tiene origen en los tejidos a los basófilos también se les llama células cebadas o mastocitos actuado como mediadores en las respuestas inflamatorias.

2.3.3. Monocitos

Son células con un tamaño mayor va dese 15 a 30 micras, su forma es variable existen redondeados o alargados, su núcleo se encuentra en una posición central. Se producen en la medula ósea y alrededor de 24 horas pasan a la sangre donde tienen una vida de 4 a 10 horas al cabo de este tiempo se trasladan a los tejidos convirtiéndose en macrófagos.

Su función principal es capturar y digerir partículas con mayor capacidad que los neutrófilos actuando como defensas cuando los microorganismos se encuentran en proceso de la formación antigénica.

Limitan el proceso de coagulación eliminando los factores de una coagulación activa incluyendo proteínas desnaturalizadas y antígenos.

2.3.4. Linfocitos

Es una célula de gran tamaño por lo que se clasifican en linfocitos pequeños y linfocitos grandes

Linfocitos pequeños: Tienen un tamaño aproximado de 7 a 10 micras y forman gran parte del total de los linfocitos, su núcleo ocupa la mayoría de su superficie celular.

Linfocitos grandes: Su tamaño es entre 11 a 16 micras con un núcleo ligeramente mayor que el de los linfocitos pequeños la diferencia principal en su tamaño se debe a la cantidad de citoplasma.

Para lograr describir su función principal de respuesta inmunitaria estos actúan mediante dos receptores.

Linfocito B: Son dependientes de la médula ósea y se encargan de la eliminación del antígeno de la producción de anticuerpos y funcionar como memoria para reaccionar ante futuros estímulos.

Linfocitos T: A diferencia de los linfocitos B los linfocitos T son dependientes del timo y son los encargados de la inmunidad celular. En su superficie se encuentran los receptores que reconocen el antígeno, por lo que son los encargados de la defensa mediada por células, además cuando se logra reconocer el antígeno regulan la respuesta inmunitaria celular.

Los valores normales en una persona adulta son de 60% a 80% de células T es decir 600-2400 células / ml por otra parte de células T es el 4% - 16% lo que equivale a 50-150 células / ml

2.4. Conexión

2.5. Puerto serial

Para el presente proyecto se utilizará una interfaz RS-232 para el intercambio de datos binarios entre un DTE (Data Terminal Equipment) y un DCE (Data Communication Equipment), según el comité de normas EIA en 1969 la interfaz RS-232-C en cooperación con el sistema BELL especificaron las siguientes características.

Mecánicas: La interfaz RS-232c consiste en un conector de tipo DE-9 el cual contiene 9 pines.

Eléctricas: Se utiliza un voltaje negativo de -3 voltios dando a entender un binario y un voltaje positivo de 4 a 25 voltios es un 0 binario.

Velocidad: Al ser diseñada para distancias cortas es decir un máximo de 15 metros dando una velocidad de transmisión de datos de 20Kb/seg.

2.6. Funcionamiento

La comunicación de la interfaz serial RS-232 es asíncrona, por este motivo se utilizan bits adicionales para que el emisor y receptor logren intercambiar la señal de información.

Cada señal de la información mantiene la siguiente estructura de la trama tal como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5
Trama RS-232

Bit	Datos	Bit paridad	Bit parada
Inicio	(8 bits)		

Fuente: Elaborado por el autor

Donde el bit de inicio en el receptor indica que la transmisión ha empezado por lo que el receptor en intervalos de tiempo interpreta la señal de información. El bit de para indica que la

comunicación a finalizado, finalmente el bit de paridad tiene la función de detectar errores en la transmisión este puede ser par o impar.

2.7. Protocolo RS-232

El protocolo RS-232, también conocido como "Recommended Standard 232", es un protocolo de comunicación serie utilizado para la transmisión de datos entre dispositivos electrónicos. Fue desarrollado por la Electronic Industries Association (EIA) y se ha convertido en un estándar de facto para la transmisión de datos serie en una amplia variedad de dispositivos.

El protocolo RS-232 define las características eléctricas, mecánicas y de temporización de la señal serie, incluyendo la velocidad de transmisión de datos, el número de bits de datos y paridad, y los bits de control de flujo. La mayoría de las implementaciones utilizan una conexión de cable serial de 9 pines o de 25 pines, que incluye señales para la transmisión y recepción de datos, así como señales de control de flujo.

La transmisión de datos a través del protocolo RS-232 es unidireccional, lo que significa que los datos se transmiten en una sola dirección, ya sea desde el dispositivo de origen al dispositivo de destino, o viceversa. El protocolo RS-232 también incluye una señal de handshake, que permite que los dispositivos se comuniquen entre sí para controlar el flujo de datos y garantizar que no se produzcan errores en la transmisión.

Aunque el protocolo RS-232 es un estándar antiguo, todavía se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como el control de dispositivos industriales, la conexión de equipos de comunicación y la programación de dispositivos electrónicos. Sin embargo, ha sido en gran parte reemplazado por tecnologías más nuevas y rápidas, como USB y Ethernet, en muchas aplicaciones modernas.

2.8. USB

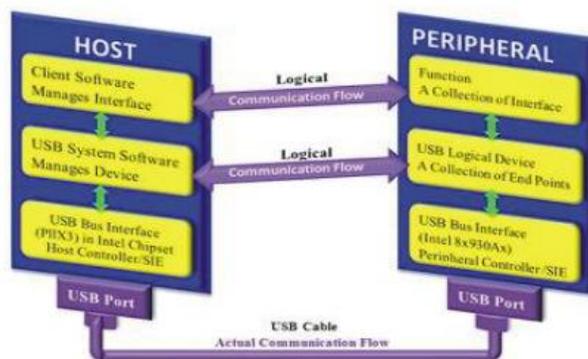
Según (Barrero, Higerá, & Chacón, 2005) La interfaz USB por sus siglas (Universal Serial Port) cumple la función de transmisión en serie de datos y distribución de energía, fue integrado por siete compañías líderes en el mundo en el área de las telecomunicaciones estas son: NEC, Compaq, Digital Equipment Corporation, Intel, Northern Telecom, IBM y Microsoft. En el año 1996 se publicó la primera versión del estándar USB.

Se diseñó la interfaz USB por las principales deficiencias de los computadores en la década de los 90, algunas de estas deficiencias son: escasez de recursos, poco rendimiento y limitada capacidad de expansión, baja velocidad de transmisión de los puertos serie y paralelo.

2.9. Funcionamiento

El funcionamiento de la interfaz USB es complejo ya que incluye un gran número de conceptos y procedimientos que se relacionan entre sí. Resumiendo, el funcionamiento se partirá desde un modelo lógico funcional como se muestra en la figura 2.

Figura 2
Modelo lógico de la interfaz USB



Fuente: (Barrero, Higer, & Chacón, 2005)

Como se puede apreciar en la figura 2, la comunicación entre el Host y el periférico se conectan al bus USB mediante una topología en bus o estrella, además de estos elementos es importante contar con Hub USB el cual no consta en la figura 2.

Host USB: Denominado también controlados USB, su función es manejar las transacciones con los controladores de los dispositivos. Al inicio solo formaba parte de una computadora, ahora también se lo utiliza en dispositivos evitando que las transacciones intervinieran en una máquina. Provee de uno a dos puertos de conexión donde se conectarán los periféricos de forma ramificada.

Periférico: Son todos los dispositivos que puedan conectarse al bus USB, donde cada uno tiene su propio controlador USB específico dependiendo de la funcionalidad del periférico.

Hub USB: Se componen de dos partes la primera es el controlador del Hub y la segunda es el repetidor permitiendo múltiples conexiones al mismo tiempo además permite detectar si un periférico se encuentra conectado o desconectado y aísla los puertos de velocidad más baja.

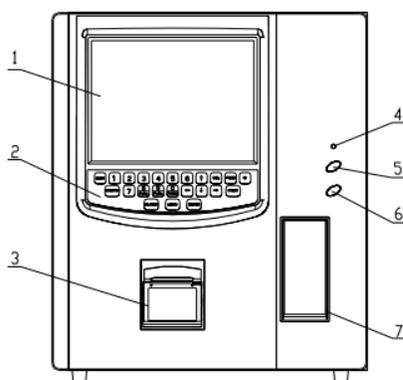
2.10. Funcionamiento del equipo hematológico Mindray BC-3000

2.11. Introducción

La estructura de acuerdo con (Mindray, 2006) El equipo es un analizador de hematología automático, cuantitativo y realiza el recuento diferencial de leucocitos utilizado principalmente para el diagnóstico en laboratorios clínicos.

Figura 3

Vista frontal del equipo hematológico BC-3000

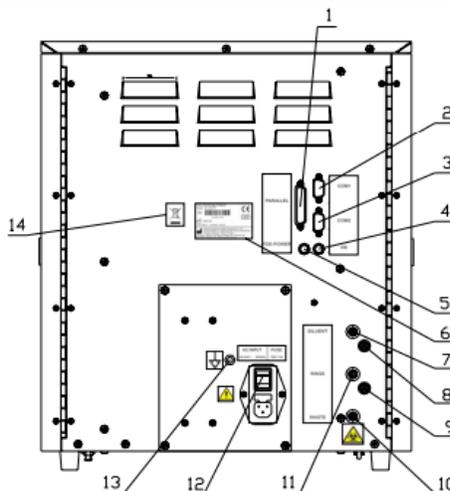


Fuente: (Mindray, 2006)

Como se observa la figura 3, el analizador de marca MINDRAY BC-3000 cuenta con 7 partes en su parte frontal estas son:

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1.- Pantalla LCD | 5.- Tecla (OPEN) |
| 2.- Teclado | 6.- Tecla (ASPIRATE) |
| 3.- Registrador | 7.- Compartimiento de muestras |
| 4.- Indicador de encendido | |

Figura 4
Parte trasera del equipo hematológico BC-3000



Fuente: (Mindray, 2006)

En su parte trasera el equipo hematológico BC-3000 cuenta con 14 partes como se muestra en la figura 4 a continuación, se detalla cada una.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1.- Puerto paralelo | 8.- Conector de sensor de diluyente |
| 2.- Puerto 1 RS-232 | 9.- Conector de sensor de detergente |
| 3.- Puerto 2 RS-232 | 10.- Salida de residuos |
| 4.- Interfaz del teclado | 11.- Entrada de detergente |
| 5.- Interfaz de alimentación unidad de disquete. | 12.- Interruptor de encendido |
| 6.- Etiquetado de seguridad | 13.- Equipotencialidad |
| 7.- Entrada del diluyente | 14.- Etiquetado WEEE |

El analizador trabaja con 19 parámetros que se muestran a continuación y 3 histogramas.

Glóbulos blancos o leucocitos

WBC

Linfocitos

Lymph#

Células de tamaño medio	Mid#
Granulocitos	Gran#
Porcentaje de linfocitos	Lymph%
Porcentaje de células de tamaño medio	Mid%
Porcentaje de granulocitos	Gran%
Glóbulos rojos o eritrocitos	RBC
Concentración de hemoglobina	HGB
Volumen corpuscular medio	MCV
Hemoglobina celular medio	MCH
Concentración media celular de hemoglobina	MCHC
Coefficiente de variación del ancho de distribución de glóbulos rojos	RDW-CV
Desviación estándar del ancho e distribución de glóbulos rojos	RDW-SD
Hematocrito	HCT
Trombocitos	PLT
Volumen medio de trombocitos	MPV
Ancho de distribución de trombocitos	PDW
Plaquetocrito	PCT
Histograma de glóbulos blancos	Histograma WBC
Histograma de glóbulos rojos	Histograma RBC
Histograma de trombocitos	Histograma PLT

2.12. Proceso de medición

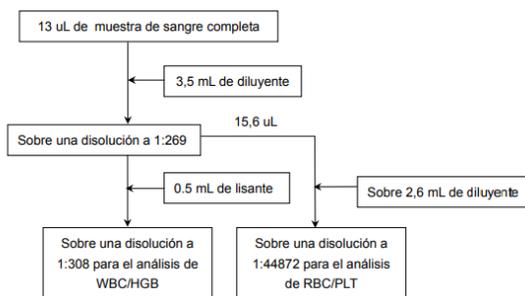
El analizador puede procesar dos tipos de muestras sanguíneas estas son muestra de sangre completa y muestra de sangre prediluida, cuando se analiza una muestra de sangre completa simplemente hay que poner la muestra en el compartimiento de muestras para la aspiración por otra parte para la muestra de sangre capilar se debe diluir manualmente la muestra para posteriormente ubicarla en el compartimiento de muestras para aspiración.

2.12.1. Dilución

Cada muestra sanguínea es diferente pero generalmente las células permanecen demasiado pegadas unas de otras complicando la identificación y el recuento de estas, por esto se utiliza el diluyente para lograr separar las células de modo que se pasen a través de la abertura una a una. Los glóbulos rojos en valores normales superan en 1000 a los leucocitos por lo que se debe añadir lisante a la muestra eliminando los glóbulos rojos.

Para analizar una muestra de sangre completa el equipo aspira $13\mu\text{l}$ de la muestra para posteriormente aplicar 3,5ml de diluyente sobre una disolución a 1:269 para el análisis de RCB/PLT se aplica 2,6ml de diluyente y para el análisis de WBC/HGB se aplica 0,5ml de lisante a continuación, se resume el procedimiento en la figura 5.

Figura 5
Disolución de una muestra de sangre completa

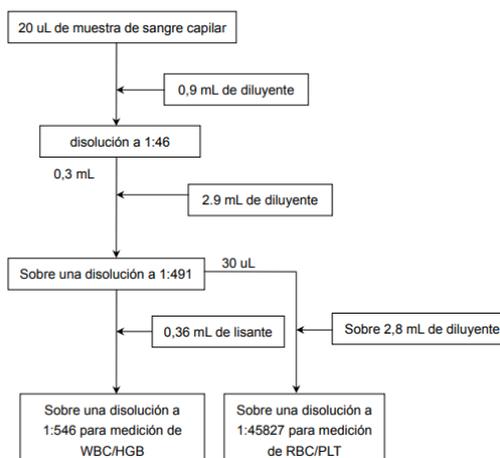


Fuente: (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

Para el análisis de una muestra prediluida el equipo aspira $20 \mu\text{l}$ luego aplica $0,9\text{ml}$ de diluyente a la muestra dando como resultado una disolución a 1:46, el siguiente paso es aspirar $0,3\text{ml}$ de la muestra prediluida a la cual se le aplica $2,9\text{ml}$ de diluyente seguidamente el equipo aspira $30 \mu\text{l}$ y aplica $2,8\text{ml}$ de diluyente para el análisis de RCB/PLT por otro lado a la disolución 1:491 el equipo aplica $0,36\text{ml}$ de lisante para el análisis de WBC/HGB a continuación en la figura 6 se muestra un resumen del proceso.

Figura 6

Proceso análisis muestra prediluida



Fuente: (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

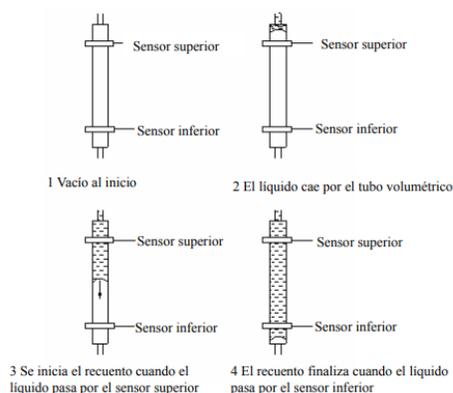
2.13. Medición de WBC/HGB

2.13.1. Medición volumétrica

Al no poder obtener un recuento celular preciso, solo que se conozca el volumen preciso de la muestra diluida la cual pasara a través de la abertura durante el proceso de recuento del ciclo de análisis. El equipo ocupa una unidad volumétrica lo que le permite controlar el ciclo de recuento asegurando que el análisis es de una muestra de volumen exacto.

Para controlar el ciclo de WBC el equipo contiene un tubo de medición integrado con dos sensores ópticos, este tubo asegura la medición exacta de una muestra diluida durante todos los ciclos de recuento. La distancia que existe entre cada sensor óptico determina la cantidad exacta. El recuento empieza cuando el menisco alcanza el censo óptico superior y por consiguiente acaba cuando llega al sensor óptico inferior, el tiempo que se demora el menisco en realizar estas acciones se denomina tiempo de recuento de WBC su unidad de medida son los segundos. Al finalizar el recuento se compara el tiempo obtenido con un tiempo de referencia predefinido si existe una diferencia de 2 o más segundos el equipo informara que existe una burbuja WBC.

Figura 7
Medición volumétrica

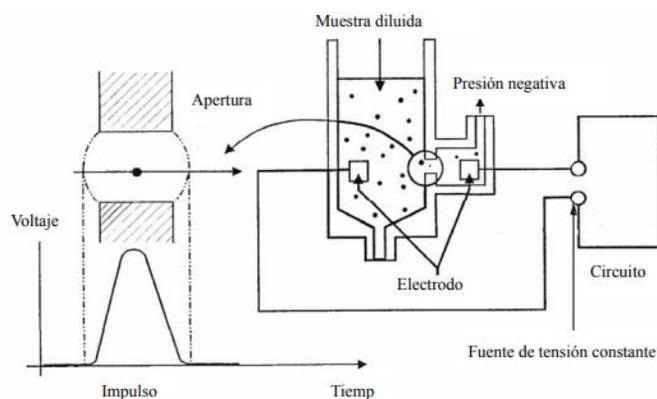


Fuente: (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

2.13.2. Principio de medición WBC

Para medir los valores de WBC se aplica el método de impedancia. Este método mide los cambios que provoca una partícula en la resistencia eléctrica, por lo que la célula sería la partícula la cual se encuentra en suspensión en el diluyente que es conductor el cual pasara a través de un agujero de dimensiones específicas. Se coloca un electrodo en cada lado de la apertura creando un campo eléctrico. Cada vez que una partícula pase a través de la apertura esta provocara un cambio en la resistencia eléctrica entre los electrodos. La amplitud de cada pulso es igual al volumen de la partícula. Al final se amplifica y se compara con los valores de referencia, para así solo aceptar impulsos de una determinada amplitud, en el caso de superar el límite de WBC se realiza un recuento.

Figura 8
Principio de medición WBC



Fuente: (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

2.13.3. Medición de HGB

Para lograr medir el parámetro HGB se aplica el método colorimétrico. A la disolución de WBC/HGB se mezcla con burbujas además de una cantidad específica de lisante, convirtiendo a la hemoglobina en un complejo que mantiene una dimensión de 525nm. Para medir este complejo se coloca un LED que emite un haz de luz con una longitud de onda de 525nm, el haz de luz pasa

a través de la muestra y un fotodetector colocado al lado opuesto la mide. Se amplifica la señal para lograr medir la tensión a la cual se compara con un valor de referencia en blanco. Se aplica la ecuación (1) para calcular el HGB.

$$HGB \left(\frac{g}{L} \right) = Constante \times \log_{10} \left(\frac{Fotocorriente \text{ en blanco}}{Fotocorriente \text{ de muestra}} \right) \quad (1)$$

2.13.4. Parámetros relacionados con WBC

$WBC(10^9/L)$

Es la cantidad de leucocitos estos se miden directamente mediante el recuento de los glóbulos blancos que cruzan por la abertura. Representando el número de glóbulos blancos generadas por el sistema, es decir NRBC contada en 100 glóbulos blancos y el numero corregido de WBC. Para calcular el número de glóbulos blancos corregidos se aplica la ecuación 2,

$$WBC = WBC \times \frac{100}{100 + NRBC} \quad (2)$$

Diferencia de WBC

El equipo gracias a la ayuda del diluyente y lisante logra medir el tamaño de los glóbulos blancos clasificándolos en tres categorías: linfocitos, células de tamaño mediano y granulocitos. El analizador calcula los siguientes parámetros y los expresa en porcentaje.

$$Lymph\% = \frac{PL}{PL + PM + PG} \times 100 \quad (3)$$

$$Mid\% = \frac{PM}{PL + PM + PG} \times 100 \quad (4)$$

$$Gran\% = \frac{PG}{PL + PM + PG} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

PL = partículas región de linfocitos

PM = partículas región tamaño mediano

PG = partículas región granulocitos

El equipo a partir de los resultados de los parámetros anterior mente mencionados calcula los siguientes parámetros mediante las siguientes ecuaciones:

$$Lymph\# = \frac{Lymph\% \times WBC}{100} \quad (6)$$

$$Mid\# = \frac{Mid\% \times WBC}{100} \quad (7)$$

$$Gran\# = \frac{Gran\% \times WBC}{100} \quad (8)$$

2.14. Medición de RBC/PLT

El equipo realiza el mismo proceso que WBC/HGB es decir aplica la medición volumétrica por lo que es importante detallar los parámetros relacionados con RBC.

2.14.1. Parámetros relacionados con RBC

$RBC(10^{12}/L)$

Es la medida del número de eritrocitos los cuales se miden directamente en el recuento de eritrocitos que cruzan a través de la abertura.

MCV

En base al histograma RBC el equipo calcula el volumen corpuscular medio expresado en fl. Además de este valor calcula los siguientes parámetros aplicando las siguientes ecuaciones.

$$HCT = \frac{RBC \times MCV}{10} \quad (9)$$

$$MCH = \frac{HGB}{RBC} \quad (10)$$

$$MCHC = \frac{HGB}{HCT} \quad (11)$$

RDW-CV

De igual manera que el MCV el equipo se basa en el histograma RBC para calcular el CV (coeficiente de variación) del ancho de distribución de eritrocitos.

RDW-SD

Por sus siglas (ancho de distribución de RBC- desviación estándar) define un valor de frecuencia del 20% con un máximo del 100%.

2.14.2. Parámetros relacionados con PLT

PLT(10⁹/L)

Es la medida del número de trombocitos los cuales se miden directamente en el recuento de trombocitos que cruzan a través de la abertura.

MPV

El equipo apoyándose en el histograma de PLT calcula el volumen medio de trombocitos.

PCT

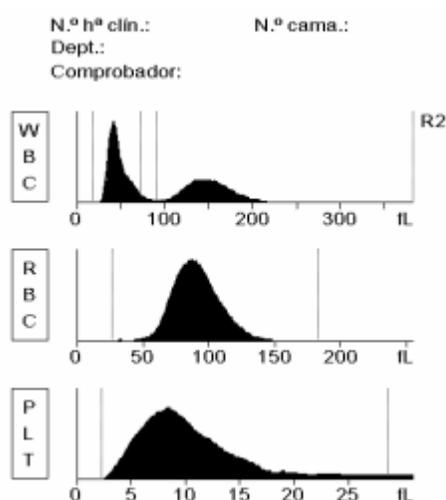
Aplicando la siguiente ecuación el equipo calcula el valor de PCT y lo expresa en %

$$PCT = \frac{PLT \times MPV}{10000} \quad (12)$$

2.15. Histogramas

El equipo hematológico presenta los siguientes histogramas WBC, RBC y PLT donde en la coordenada de las x se representa el volumen celular su unidad de medida (fl) y la coordenada de las Y representa el número de células a continuación se muestran cada histograma.

Figura 9
Histogramas



Fuente: (Mindray, 2006)

2.16. Placa electrónica

2.17. Funcionamiento

Para el presente proyecto se diseñará una placa electrónica cuya función principal es recibir los datos enviados por el equipo hematológico de marca MINDRAY BC-3000, se establecerá la conexión del equipo hematológico mediante la interfaz serial RS-232 al ser una interfaz antigua los computadores modernos no disponen de esta interfaz por lo que en la placa se actualiza la interfaz USB permitiendo conectar cualquier host. Para detectar errores de comunicación se implementará una pantalla LCD donde se indicarán los posibles errores.

2.18. Elementos electrónicos

A continuación, se detallará los elementos que se van a ocupar en el diseño de placa.

2.18.1. Arduino

Se acuerdo con la definición oficial (Arduino, 2014) Es una plataforma de desarrollo fundamentada en una placa electrónica de hardware libre la cual contiene un microcontrolador programable y una serie de pines que permiten establecer la conexión entre el microcontrolador con los diferentes dispositivos de manera muy sencilla.

Figura 10
Arduino Uno



Fuente: (Arduino UNO | Arduino.cl, 2014)

Arduino es una plataforma de prototipado electrónico de código abierto basada en hardware y software libre que permite a los usuarios crear proyectos interactivos mediante la utilización de sensores, actuadores y microcontroladores programables. La plataforma Arduino consta de una placa de circuito impreso con un microcontrolador, un entorno de desarrollo integrado (IDE) para escribir y cargar programas en la placa, y una biblioteca de software de código abierto que permite a los usuarios programar la placa para interactuar con el mundo físico. Arduino es utilizado por estudiantes, artistas, diseñadores, científicos y aficionados a la electrónica para crear proyectos interactivos que van desde sistemas de automatización del hogar hasta robots, instrumentos musicales y dispositivos de monitoreo ambiental. Debido a su simplicidad de uso y a su amplia

comunidad de usuarios, Arduino se ha convertido en una herramienta popular para la enseñanza y la creación de proyectos electrónicos a pequeña escala.

2.18.2. LCD

La pantalla de cristal líquido o mejor conocidas como LCD su función es presentar cualquier carácter alfanumérico lo que permite representar cualquier información generada por un equipo electrónico de manera sencilla.

Las pantallas LCD están compuestas de una matriz de caracteres normalmente están distribuidos en una a cuatro líneas de 16 hasta un máximo de 40 caracteres. La visualización es gracias a un microcontrolador incorporado.

2.18.3. Modulo serial a USB

Un módulo serial a USB, también conocido como convertidor serial a USB, es un dispositivo que permite la comunicación entre un dispositivo serie y una computadora a través de un puerto USB. Los dispositivos serie, como los equipos de medición, los dispositivos de control industrial y los dispositivos de telecomunicaciones, utilizan una interfaz serie para transmitir datos. Sin embargo, muchas computadoras modernas ya no tienen puertos serie, por lo que se requiere un convertidor para conectar estos dispositivos a la computadora.

El módulo serial a USB convierte las señales serie en señales USB para que la computadora pueda interpretar y transmitir los datos. La mayoría de los módulos tienen un conector serie estándar, como RS-232, y un conector USB estándar, lo que hace que sea fácil conectar dispositivos serie a la computadora sin necesidad de una tarjeta de interfaz serial adicional.

Los módulos serial a USB suelen ser plug-and-play, lo que significa que no se requiere la instalación de controladores o software adicionales. Esto los hace convenientes y fáciles de usar para la mayoría de las personas. Sin embargo, es importante asegurarse de que el módulo serial a

USB sea compatible con el dispositivo serie específico que se está utilizando antes de comprar uno.

En general, los módulos serial a USB son una solución práctica y rentable para conectar dispositivos serie antiguos a computadoras modernas sin la necesidad de una tarjeta de interfaz serial adicional o de un equipo de computadora más antiguo.

2.19. Tratamiento de la señal

2.20. Información en bits

La información que transmite el equipo hematológico depende del tipo de muestra, principalmente el equipo envía las tramas de la siguiente forma.

Una trama completa contiene la información en tres niveles:

En el primer nivel se envían los siguientes mensajes.

MS: Campo de inicio de mensaje

MD: Campo de descripción de mensaje

ME: Campo de fin de mensaje

En el segundo nivel se envían los siguientes segmentos:

SD: Campo de descripción de un segmento

SE: Campo de fin de segmento

Finalmente, en el tercer nivel se envía campos estos se dividen en tres:

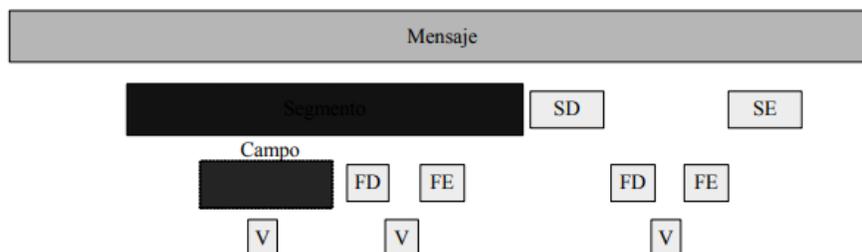
FD: Campo descriptivo. Describe el tipo de campo

V: Valor de campo

FE: Campo final

En la figura 11 se muestra la trama que envía el equipo.

Figura 11
Construcción de datos



Fuente: (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

2.21. Codificación

La información esta codificada dependiendo de su función a continuación, se detallará las tramas que intervienen en la comunicación.

Tabla 6
Tramas para concretar la comunicación

Nombre	Codificación	Función
ENQ	0x10	Trama de inicio de comunicación enviada por el analizador
ACK	0x06	Respuesta del host al analizador para empezar la comunicación
ETX	0x0F	Trama de fin de la transmisión enviada desde el analizador

Fuente: Adaptado de (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

Las tramas de inicio, fin y segmento del mensaje se codifican de la siguiente manera:

Tabla 7

Tramas de inicio, fin y segmento del mensaje

Nombre	Codificación	Función
MS	0x05	Señal de inicio de mensaje
ME	0x0a	Señal de fin de mensaje
SE	0x04	Señal de fin para metadatos
FE	0x08	Señal de fin de datos de atributos

Fuente: Adaptado de (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

Para la parte del cuerpo del mensaje, segmento de datos y campo de atributo se codifican así:

Tabla 8

Cuerpo del mensaje

Nombre	Nombre	Codificación	Función
MD	SD	0x03	Divisor entre MD y SD
SD	FD	0x0C	Divisor entre SD y FD
FD	V	0x16	Divisor entre FD y V

Fuente: Adaptado de (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

Finalmente, la descripción del mensaje se codifica de esta forma:

Tabla 9
Descripción del mensaje

Nombre	Codificación	Función
	CTR	Resultado de análisis normales
MD	QCR	Datos de ejecución CC
	QCC	Datos estándar CC

Fuente: Adaptado de (Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co, 2008)

2.22. Decodificación

La información que se recibe en el host será decodificada de acuerdo con los siguientes parámetros.

Identificador de texto	“A”
Versión	##
Longitud de ID	###
Numero de parámetros	###
Número de parámetros que tienen descripción	##
ID	##### / #####
Modo de muestra	#
Mes	##
Día	##
Año	####
Hora	##
Minutos	##

Segundos	##
WBC[10 ⁹ /L]	###.#
Lymph#[10 ⁹ /L]	###.#
Mid#[10 ⁹ /L]	###.#
Gran#[10 ⁹ /L]	###.#
Lymph%[%]	##.#
Mid%[%]	##.#
Gran%[%]	##.#
RBC[10 ¹² /L]	##.#
HGB[g/L]	###
MCHC[g/L]	####
MCV[fL]	###.#
MCH[pg]	###.#
RDW-CV[%]	##.#
HCT[%]	##.#
PLT[10 ⁹ /L]	####
MPV[fL]	##.#
PDW	##.#
PCT[%]	.###
RDW-SD[fL]	###.#
Reservado	#####
Rm	#

R1	#
R2	#
R3	#
R4	#
Pm	#
Ps	#
Pl	#
Región L1	###
Región L2	###
Región L3	###
Región L4	###
Región L5	###
Región L6	###
Región L7	###
Región L8	###
Reservado	#####
Histograma de WBC	###
Histograma de RBC	###
Histograma de PLT	###

Al existir diferentes tipos de mensajes de acuerdo con el tipo de muestra o información deseada el analizador diferencia cada mensaje por una letra a continuación se detalla la letra “B”.

Identificador de texto	“B”
Numero de archivo	#

Numero de lote	#####
Mes	##
Dia	##
Año	####
WBC[10 ⁹ /L]	###.#
RBC[10 ¹² /L]	###
HGB[g/L]	###
PLT[10 ⁹ /L]	####
Lymph#[10 ⁹ /L]	###.#
Lymph%[%]	##.#
Gran#[10 ⁹ /L]	###.#
Gran%[%]	##.#
HCT[%]	##.#
MCV[fL]	###.#
MCH[pg]	###.#
MCHC[g/L]	####
Limite WBC[10 ⁹ /L]	###.#
Limite RBC[10 ¹² /L]	###
Limite HGB[g/L]	###
Limite PLT[10 ⁹ /L]	####
Limite Lymph#[10 ⁹ /L]	###.#
Limite Lymph%[%]	##.#

Limite Gran#[10 ⁹ /L]	###.#
Limite Gran%[%]	##.#
Limite HCT[%]	##.#
Limite MCV[fL]	###.#
Limite MCH[pg]	###.#
Limite MCHC[g/L]	####

Finalmente se define el ultimo mensaje identificado con la letra “C”

Identificador de texto	“C”
Mes	##
Dia	##
Año	####
Hora	##
Minutos	##
WBC[10 ⁹ /L]	###.#
RBC[10 ¹² /L]	###
HGB[g/L]	###
PLT[10 ⁹ /L]	####
Lymph#[10 ⁹ /L]	###.#
Lymph%[%]	##.#
Gran#[10 ⁹ /L]	###.#
Gran%[%]	##.#
HCT[%]	##.#

2.27. Tercera etapa

La tercera etapa comprende la implantación. Se basa principalmente en codificar y realizar pruebas a cada uno de los subsistemas. Las pruebas realizadas son para verificar el cumplimiento de su función específica declarada en el diseño.

2.28. Cuarta etapa

La cuarta etapa es la integración. Después de realizar las pruebas pertinentes a cada subsistema, el conjunto de los subsistemas forma el sistema completo el cual tiene que cumplir todos los requerimientos. Se realizan las pruebas pertinentes al sistema en el caso de ser exitosas se entrega el sistema al cliente.

2.29. Quinta etapa

La última etapa es la de funcionamiento y mantenimiento. Se incorpora el sistema al dispositivo y se realiza un funcionamiento práctico. Durante la vida útil del sistema es importante el correcto mantenimiento para corregir errores y mejorar la robustez del sistema.

CAPÍTULO III

DISEÑO

3.1. INTRODUCCIÓN

Para el presente proyecto se estable diseñar una placa electrónica cuya función principal es recibir la información enviada por el equipo hematológico de marca MINDRAY BC-3000, además de presentar mensajes de error en caso de existir uno. También se realizará una interfaz gráfica que permita al profesional de la salud manejar la información de manera sencilla y rápida finalmente se implementará una base de datos para conservar un registro de cada paciente que se realice las pruebas sanguíneas.

3.2. Propósito del sistema

La propuesta es realizar una interfaz grafica que facilite al profesional de la salud obtener la información de cada muestra de sangre realizada, mejorando la atención a los pacientes al obtener los resultados en un corto periodo de tiempo, así como informar posibles errores en la comunicación del equipo hematológico con el host.

3.3. Ámbito del sistema

El sistema será aplicado en cualquier laboratorio clínico que disponga de un equipo hematológico de marca MINDRAY BC-3000 mediante una base de datos almacena cada resultado de cada análisis realizado en el equipo hematológico aportando un registro para cada paciente por lo que mantener un control constante se facilitaría.

3.4. Características de los beneficiarios

Se considera que los principales beneficiarios son los profesionales de la salud, así como cada paciente que se realice un examen sanguíneo, el sistema esta diseñado para funcionar en cualquier laboratorio clínico que disponga de un equipo hematológico de marca MINDRAY, modelo BC-300. El sistema cuenta con las características de una interfaz amigable para el usuario, en este caso el profesional de la salud podrá observar los resultados de cada análisis sanguíneo de forma clara.

3.5. Requerimientos del sistema

De acuerdo con el análisis realizado a el proyecto se logró determinar los elementos necesarios que satisfagan las necesidades.

Por lo que se evaluara los requerimientos de usuario, sistema y arquitectura

3.6. Requerimientos de Stakeholders

Principalmente son los requisitos del sistema empezando con las necesidades del usuario en un entorno definido, para lograr cumplir con las necesidades de los beneficiaron del sistema. En la tabla se evalúa los requerimientos.

Tabla 10
Requerimientos operacionales

REQUERIMIENTOS OPERACIONALES			
#	Requerimiento	Prioridad	
		Alta	Media Baja
STRS1	El sistema debe ser compatible con el sistema operativo Windows	X	

STRS2	El sistema tiene que almacenar los resultados.	X
STRS3	El sistema tiene que presentar los histogramas en pantalla.	X
STRS4	El sistema tendrá la capacidad de decodificar la información.	X
STRS5	El sistema debe alertar posibles errores de comunicación.	X

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 11
Requerimientos de usuario

REQUERIMIENTOS USUARIO				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
STRS6	Los usuarios visualizaran los resultados en tablas y gráficos.	X		
STRS7	La interfaz debe contener todos los parámetros obtenidos del equipo hematológico	X		
STRS8	La interfaz permitirá registrar al paciente para su posterior almacenamiento.	X		

STRS9 El usuario podrá generar un reporte X
de cualquier muestra realizada.

Fuente: Elaborado por el autor

3.7. Requerimientos del sistema

Los requerimientos del sistema parten de las funciones y limitaciones que va a desempeñar el sistema de decodificación de información, por lo que se va a analizar requerimientos de uso, performance, interfaz, físicos, modos y estados. manteniendo una relación con los requerimientos de stakeholders.

Tabla 12
Requerimientos de interfaz

REQUERIMIENTOS INTERFAZ				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SYSR 1	Conectividad mediante la interfaz USB	X		
SYRS 2	La base de datos debe almacenar en un formato adecuado cada resultado	X		
SYRS 3	La interfaz debe presentar a detalle los parámetros como los histogramas.	X		
SYRS 4	La comunicación del software y el equipo hematológico se utilizará la interfaz RS-232 y la interfaz USB	X		

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 13
Requerimientos de uso

REQUERIMIENTOS DE USO				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SYSR4	La información obtenida del equipo debe ser almacenada rápidamente.	X		
SYSR5	El procesamiento de la información debe rendir en largo plazo	X		
SYSR6	Los reportes generados deben contener toda la información de la muestra.	X		

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 14
Requerimientos de performance

REQUERIMIENTOS DE PERFORMANCE				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SYSR7	El sistema no debe interferir en la información obtenida del equipo hematológico	X		

SYSR8	El sistema no debe saturarse debe tener un funcionamiento continuo diariamente	X
SYSR9	Visualización de cada muestra realizada por paciente.	X

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 15
Requerimientos de modo y estado

REQUERIMIENTOS DE MODO Y ESTADO				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SYSR10	El sistema proporciona medidas de prevención cuando exista una pérdida de información	X		
SYSR11	El sistema presenta un mensaje en la pantalla LCD al encenderse.	X		
SYSR12	El sistema alerta cuando se encuentra en modo de comunicación.	X		
SYSR13	El sistema debe presentar un mensaje de confirmación al almacenar la información.	X		

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 16
Requerimientos físicos

REQUERIMIENTOS FÍSICOS				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SYSR15	El sistema tiene que utilizar un módulo conversor RS-232 a USB	X		
SYSR16	El sistema de ser instalado en un laboratorio clínico donde dispongan del equipo hematológico.	X		
SYSR17	La placa electrónica debe estar en un lugar libre de polvo y mantenerse fija.	X		
SYSR18	La conexión debe permitir varios dispositivos conectados a la vez.	X		

Fuente: Elaborado por el autor

3.8. Requerimientos de arquitectura

Los requerimientos de arquitectura tienen el fin de conocer las necesidades de hardware y software en base al funcionamiento del sistema. Por lo que se ha dividido en requerimientos lógicos, diseño, hardware, software y eléctricos.

Tabla 17
Requerimientos diseño

REQUERIMIENTOS DISEÑO				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SRSH 1	El sistema contara un decodificador para el procesamiento de la información.	X		
SRSH 2	El sistema debe ser accesible para personal calificado.	X		
SRSH 3	La comunicación con el sistema se realiza mediante la recepción de tramas de 8 bits.	X		
SRSH 4	El sistema debe funcionar mediante la conexión de un módulo conversor RS-232 a USB	X		

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 18
Requerimientos lógicos

REQUERIMIENTOS LÓGICOS				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SRSH 4	Cada muestra de acuerdo con un identificador será tratada para almacenar los parámetros.	X		
SRSH 5	Cada parámetro tiene su tamaño la mayoría de los parámetros tienen un tamaño de 3 a 4 bits.	X		
SRSH 6	El lenguaje de comunicación del equipo es hexadecimal.	X		

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 19
Requerimientos de hardware

REQUERIMIENTOS HARDWARE				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SRSH 4	El sistema deberá tener una placa electrónica que permita la conversión RS-232 a USB	X		

SRSH 5	El sistema debe tener una pantalla LCD donde se muestren posibles errores.	X
SRSH 6	El sistema debe disponer varias conexiones USB para los hosts que necesiten la información	X

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 20
Requerimientos de software

REQUERIMIENTOS SOFTWARE

#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SRSH 7	El sistema debe ser desarrollado en un lenguaje de programación compatible con windows	X		
SRSH 8	El sistema debe almacenar la información en una base de datos open source	X		
SRSH 9	La interfaz será programada mediante visual basic	X		

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 21
Requerimientos eléctricos

REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS				
#	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
SRS4	El equipo hematológico será alimentado directamente de la red eléctrica es decir 110v-120v	X		
SRS5	La placa será alimentada mediante la conexión en la interfaz serial esta deberá tener 5v estables.	X		
SRS6	El sistema debe disponer de un regulador de voltaje debido a que la interfaz serial suministra 12v	X		

Fuente: Elaborado por el autor

3.9. DISEÑO

Para el diseño del sistema se toma en consideración las partes implicadas, es decir, hardware y software por lo que a continuación se detalla cada parte mencionada, resumiendo para el hardware se diseña una placa electrónica que permita la conexión de la interfaz RS232 con USB además de la presentación de mensajes de error, en la parte de software se diseña una interfaz gráfica que permita al profesional de la salud obtener la información necesaria para su análisis.

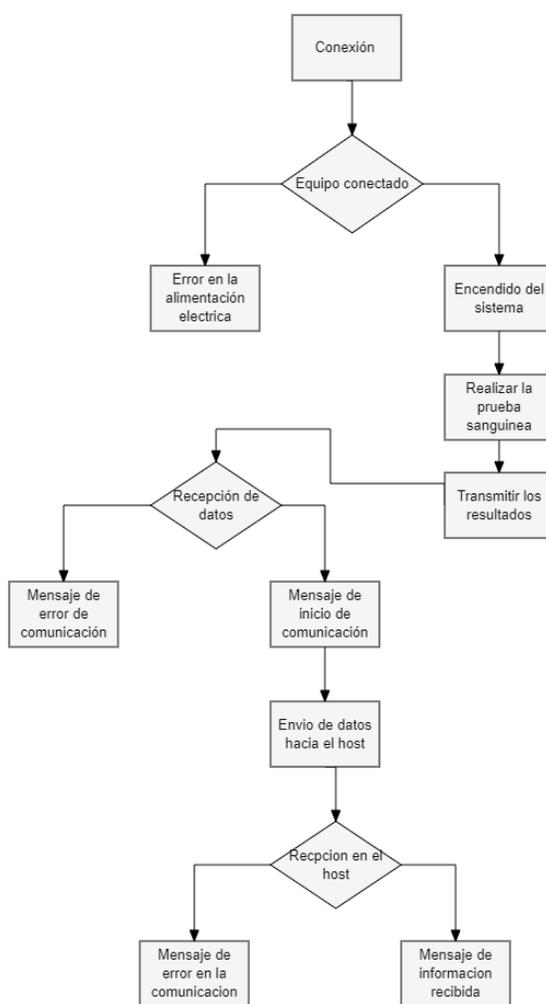
3.10. Conexión

La conexión del sistema con el host se la realiza mediante la placa electrónica por medio de la interfaz USB, debido a que el equipo hematológico trabaja con la interfaz RS232 la cual ya no es común en los equipos actuales.

3.10.1. Diagrama de flujo

Figura 12

Diagrama de flujo para la conexión



Fuente: Elaborado por el autor

3.11. Selección de hardware

Para el presente proyecto se seleccionará el hardware de acuerdo con los requerimientos, a continuación, se detallará los elementos a utilizar para la conexión.

3.11.1. Cable de conexión del equipo hematológico

Es un cable de cobre con aislamiento PVC que soporta una corriente máxima de 10 amperios y un voltaje de 250 voltios, el cable cuenta con las siguientes certificaciones CCC, IEC,En,BS.

Figura 13

Cable de alimentación eléctrica



Fuente: Elaborado por el autor

3.11.2. Modulo RS-232 a TTL

El módulo permite mantener conexión con el microcontrolador y la computadora realizando la adquisición de datos, en el apartado de voltajes el módulo transforma los 12v del puerto serial RS-232 y el microcontrolador TTL 3.3V a 5V funcionando de manera full dúplex para recibir y enviar información a la vez.

Figura 14
Modulo RS-232 TTL



Fuente: Elaborado por el autor

3.11.3. Modulo FT232RL FT232 USB a TTL Serial

El módulo FT232RL FT232 USB a TTL Serial es un dispositivo electrónico que convierte las señales de comunicación USB a señales TTL (Transistor-Transistor Logic) para la comunicación serial. Este módulo utiliza un chip de conversión USB a TTL FT232RL de la compañía FTDI (Future Technology Devices International), que permite una conexión fácil y rápida entre un puerto USB de una computadora y un dispositivo que utiliza señales TTL.

El módulo FT232RL FT232 USB a TTL Serial es muy útil en proyectos de electrónica y robótica, ya que permite la conexión y comunicación de microcontroladores y otros dispositivos electrónicos a través del puerto USB de una computadora. Este módulo es compatible con una amplia gama de sistemas operativos, incluyendo Windows, Linux y MacOS, y es capaz de transferir datos a una velocidad de hasta 3Mbaud.

El módulo FT232RL FT232 USB a TTL Serial es fácil de utilizar y configurar, ya que no requiere una fuente de alimentación externa y se alimenta directamente desde el puerto USB.

Además, cuenta con una serie de pines para conectar fácilmente a los dispositivos externos, incluyendo pines de alimentación, de datos, de control de flujo, entre otros.

En resumen, el módulo FT232RL FT232 USB a TTL Serial es un dispositivo muy útil y versátil para la comunicación serial en proyectos de electrónica y robótica que requieren la conexión entre un puerto USB de una computadora y un dispositivo que utiliza señales TTL.

3.12. Criterios de diseño

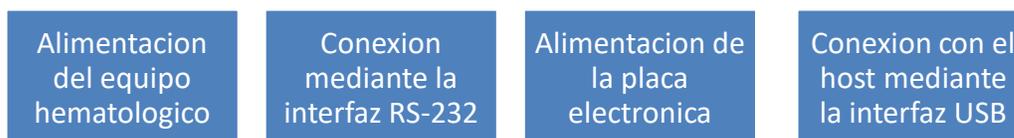


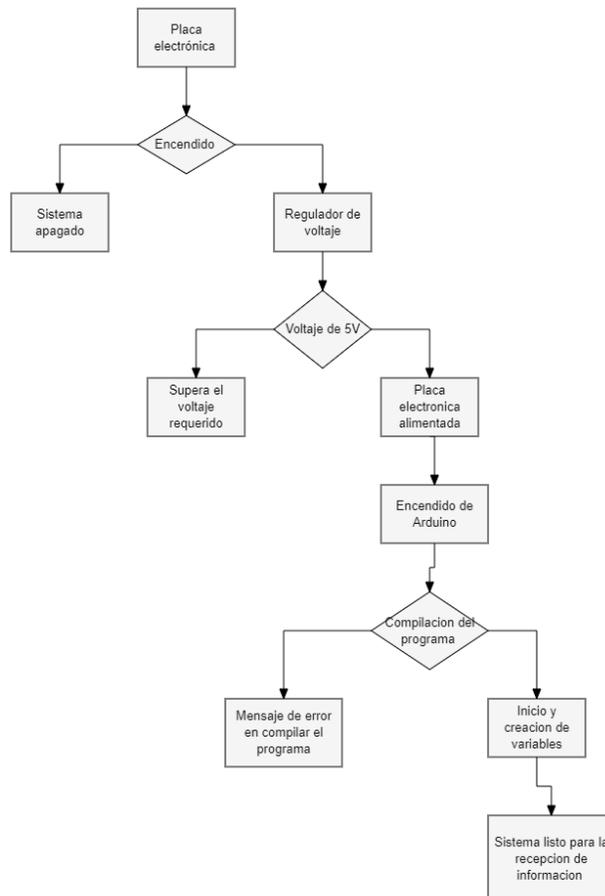
Tabla 22
Criterios de diseño de conexión

Criterio	Diseño
La comunicación del software y el equipo hematológico se utilizará la interfaz RS-232 y la interfaz USB	Debido a que la interfaz RS-232 ya no es común actualmente, se diseñara un conversor de RS-232 a USB.
La conexión debe permitir varios dispositivos conectados a la vez.	En un laboratorio clínico se necesita mantener la información en varios hosts.
El equipo hematológico será alimentado directamente de la red eléctrica es decir 110v-120v	La instalación eléctrica del laboratorio clínico debe tener conexión a tierra ya que la interferencia puede influir en los resultados.
La placa será alimentada mediante la conexión en la interfaz serial esta deberá tener 5v estables.	El sistema debe disponer de un regulador de voltaje debido a que la interfaz serial suministra 12v

Fuente: Elaborado por el autor

3.13. Placa electrónica

Figura 15
Diagrama de flujo para la placa electrónica



Fuente: Elaborado por el autor

3.13.1. Selection de hardware

Para el presente proyecto se seleccionará el hardware de acuerdo con los requerimientos, a continuación, se detallará los elementos a utilizar para la placa electrónica.

3.13.2. Arduino Mega

Arduino Mega es una placa electrónica de prototipado basada en el microcontrolador ATmega2560. Es una versión avanzada de la placa Arduino UNO, con una mayor cantidad de pines de entrada/salida (I/O), más memoria flash y RAM, y una mayor velocidad de reloj.

La placa Arduino Mega cuenta con 54 pines digitales de entrada/salida, de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM (modulación por ancho de pulso) y 16 se pueden utilizar como entradas analógicas. Además, cuenta con 4 puertos serie hardware, lo que significa que puede conectarse a varios dispositivos simultáneamente y comunicarse con ellos a través de distintos protocolos.

La memoria flash de la placa Arduino Mega es de 256 KB, lo que es mucho más grande que la memoria flash de la placa Arduino UNO. Esto permite la carga de programas más complejos y con una mayor cantidad de líneas de código. También cuenta con 8 KB de memoria RAM, lo que permite el almacenamiento de variables y datos durante la ejecución del programa.

La velocidad de reloj del microcontrolador de la placa Arduino Mega es de 16 MHz, lo que es significativamente más rápida que la velocidad de reloj de la placa Arduino UNO.

La placa Arduino Mega es compatible con el software de programación de Arduino y con la mayoría de los shields (placas complementarias) de Arduino, lo que la hace muy versátil y fácil de utilizar para proyectos de electrónica y robótica más avanzados.

En resumen, la placa Arduino Mega es una placa de prototipado electrónica avanzada, con una mayor cantidad de pines I/O, más memoria flash y RAM, y una mayor velocidad de reloj que la placa Arduino UNO. Es una excelente opción para proyectos de electrónica y robótica que requieren una mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento de datos.

3.13.3. Convertor TTL-USB

El módulo permite mantener conexión con el microcontrolador y la computadora realizando la adquisición de datos, en el apartado de voltajes el módulo transforma los 12v del puerto serial RS-232 y el microcontrolador TTL 3.3V a 5V funcionando de manera full dúplex para recibir y enviar información a la vez

3.13.4. Zocalo 16 pines

Elemento electrónico que permite el alojamiento de pines para ser soldados posteriormente a una placa electrónica.

3.13.5. Regulator 12v 5v

El regulador de voltaje es un dispositivo que permite controlar la cantidad de energía permitida por un elemento electrónico en este caso se reducen los 12v hasta llegar a 5v.

3.14. Criterios de diseño



Tabla 23

Criterios de diseño hardware

La conexión debe ser mediante la interfaz USB del host.	La placa electrónica mantiene cuatro puertos de transmisión USB.
La placa debe ser diseñada de manera compacta.	El diseño de la placa mantiene un tamaño reducido para su conexión en la parte posterior del equipo hematológico

La pantalla LCD indica el inicio y fin de comunicación

Los mensajes de aviso son importantes para confirmar si existe un posible error en la comunicación

El consumo de energía es mínimo.

El consumo de energía de la placa electrónica es de 5v.

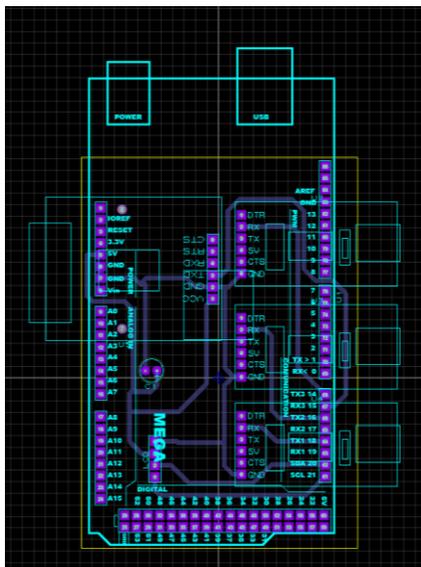
Fuente: Elaborado por el autor

3.15. Diseño de placa electrónica

EL desarrollo de la placa electrónica se realizó mediante la herramienta Proteus, debido a que nos permite simular el diseño y el funcionamiento de esta, a continuación, se detalla cómo se diseñó la placa electrónica en Proteus.

Figura 16

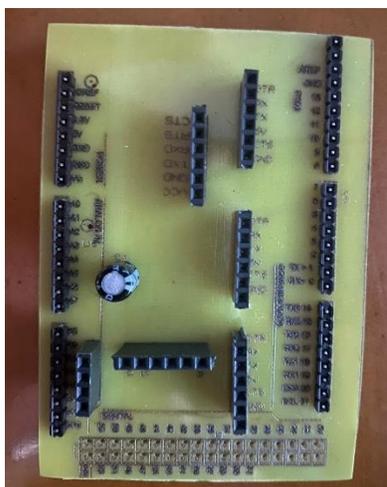
Diseño de placa electrónica en Proteus



Fuente: Elaborado por el autor

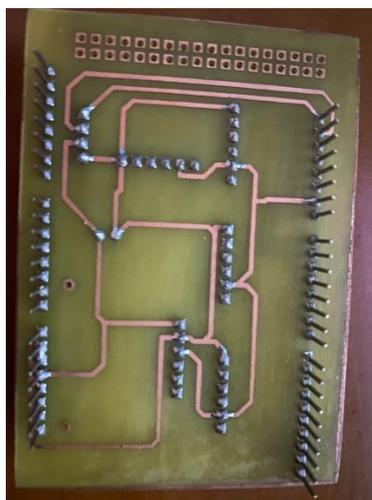
Una vez realizado el diseño en Proteus se realizó la impresión correspondiente en una baquelita PCB, y se soldó todos los elementos electrónicos a esta, tal como se observa en las figuras 17 y 18.

Figura 17
Elementos de la placa electrónica



Fuente: Elaborado por el autor

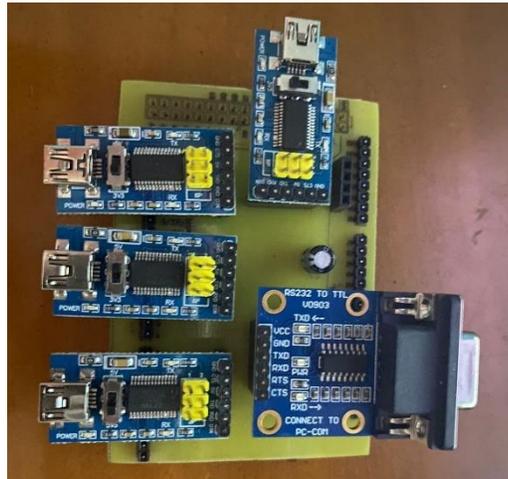
Figura 18
Pistas de cobre



Fuente: Elaborado por el autor

Finalmente se colocan los módulos conversor RS232 a TTL, y TTL a USB como se observa en la figura 19

Figura 19
Placa electrónica

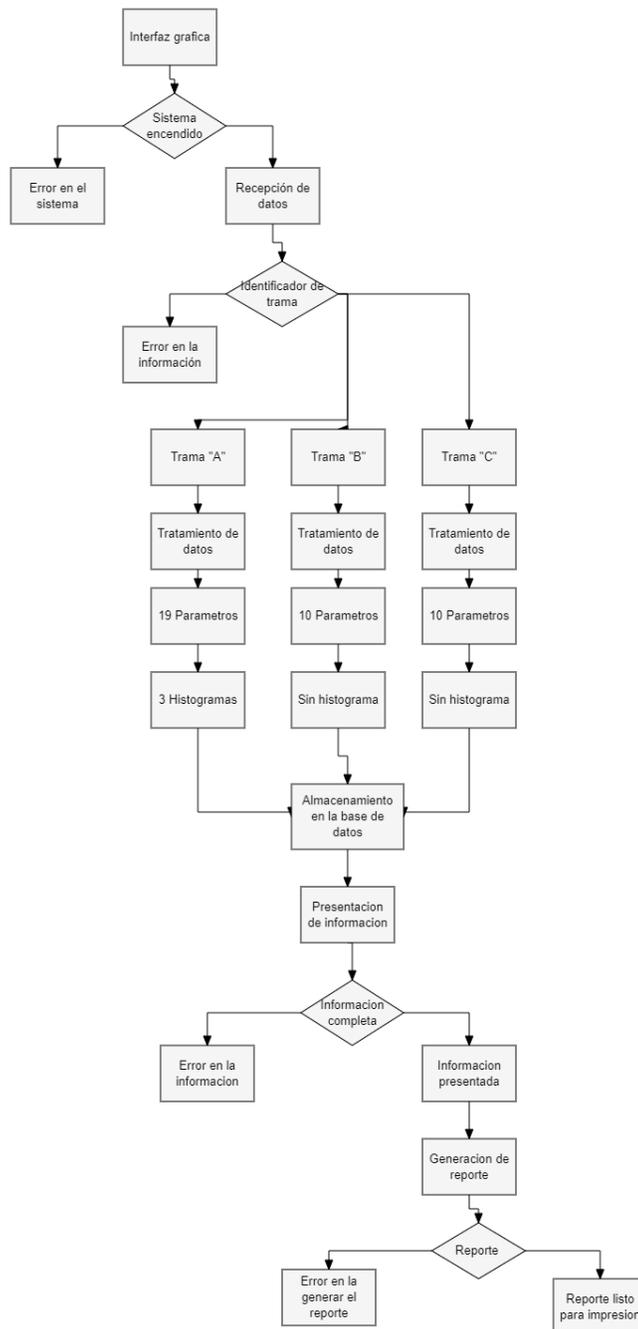


Fuente: Elaborado por el autor

Para su correcto funcionamiento se programa en el IDE de Arduino la comunicación serial de cada módulo, así como el bit rate, bit de parada y bits de información el código se detalla en el anexo 5.5.

3.16. Software

Figura 20
Diagrama de flujo para el software



Fuente: Elaborado por el autor

3.16.1. Selection de software

Para el presente proyecto se seleccionará el software de acuerdo con los requerimientos propuestos, a continuación, se detallará los elementos a utilizar para el software.

3.16.2. Visual studio 2022

Visual Studio 2022 es la última versión de la suite de herramientas de desarrollo de software de Microsoft. Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) que proporciona a los desarrolladores una amplia variedad de herramientas para crear aplicaciones de software, incluyendo aplicaciones de escritorio, aplicaciones web y aplicaciones móviles.

Visual Studio 2022 incluye numerosas mejoras y nuevas características en comparación con versiones anteriores. Una de las principales mejoras es la mayor velocidad y rendimiento, que se logra a través de la optimización del uso de la memoria y la mejora del rendimiento de compilación. Además, Visual Studio 2022 ofrece una mayor integración con GitHub, lo que facilita el trabajo en equipo y el control de versiones.

Otra de las características destacadas de Visual Studio 2022 es la integración de IntelliCode, una herramienta de inteligencia artificial que sugiere automáticamente el código que se está escribiendo y ayuda a acelerar el desarrollo. También se han mejorado las herramientas de depuración y diagnóstico, y se ha añadido soporte para el desarrollo de aplicaciones basadas en .NET 6 y para el desarrollo de aplicaciones en la nube utilizando Azure.

Visual Studio 2022 es una herramienta muy completa y potente para los desarrolladores de software. Es compatible con una amplia variedad de lenguajes de programación, incluyendo C++, C#, Visual Basic, JavaScript, TypeScript y Python, entre otros. Además, está disponible en diferentes versiones, incluyendo Community, Professional y Enterprise, lo que permite adaptar las herramientas a las necesidades de cada proyecto y equipo de trabajo.

3.16.3. SQL server 2014

SQL Server 2014 es una versión de Microsoft SQL Server, una plataforma de base de datos relacional. Fue lanzada en abril de 2014 y es la versión anterior a la actual, SQL Server 2016.

SQL Server 2014 presenta varias mejoras en comparación con versiones anteriores. Una de las características más destacadas es la capacidad de utilizar memoria no volátil para la caché de bases de datos. Esto permite un rendimiento más rápido y eficiente para aplicaciones que acceden a datos frecuentemente.

Otras mejoras incluyen la capacidad de realizar operaciones de copia de seguridad y restauración más rápidas y con menor uso de recursos, mejoras en la capacidad de procesamiento en paralelo para consultas complejas, y nuevas herramientas de análisis de datos y visualización.

SQL Server 2014 también introduce la tecnología In-Memory OLTP, que permite la creación de tablas de bases de datos en memoria optimizadas para transacciones en línea de alta velocidad y bajo latencia.

En resumen, SQL Server 2014 es una versión anterior de la plataforma de base de datos relacional de Microsoft. Presenta varias mejoras en comparación con versiones anteriores, incluyendo el uso de memoria no volátil para la caché de bases de datos, mejoras en el procesamiento en paralelo y nuevas herramientas de análisis de datos.

3.16.4. Criterios de diseño



Tabla 24
Criteria de diseño software

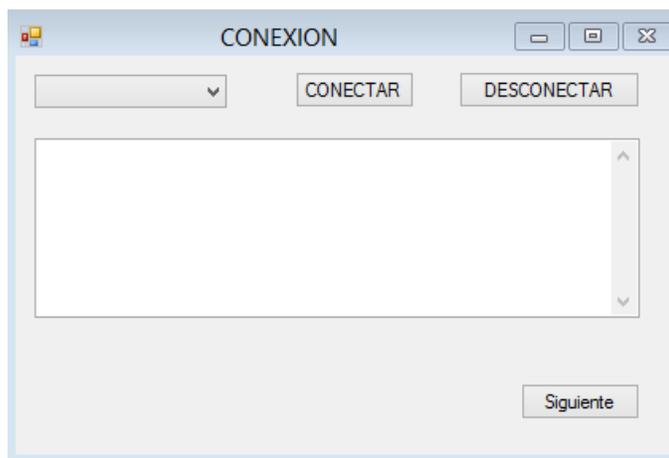
Criterio	Diseño
La base de datos debe almacenar en un formato adecuado cada resultado	Se implementará la base de datos SQL server 2014 gracias a su compatibilidad con Windows 8.1
La interfaz debe presentar a detalle los parámetros como los histogramas.	Los histogramas son una parte fundamental para el
El sistema de tener un programa que reconozca los puertos COM del host	Se diseño una interfaz de conexión donde se muestran todos los puertos COM disponibles.
La información enviada por el equipo hematológico no tiene que ser alterada.	La decodificación de la información no influye en la perdida de datos.
El sistema debe mostrar todas las muestras almacenadas en la base de datos	La interfaz dispondrá de una tabla donde se muestra todas las muestras realizadas

Fuente: Elaborado por el autor

3.16.5. Diseño

Para el diseño de la interfaz de conexión con el equipo hematológico se utilizó la siguiente plantilla como se observa en la figura 21, el código de programación se detalla en el anexo 5.4

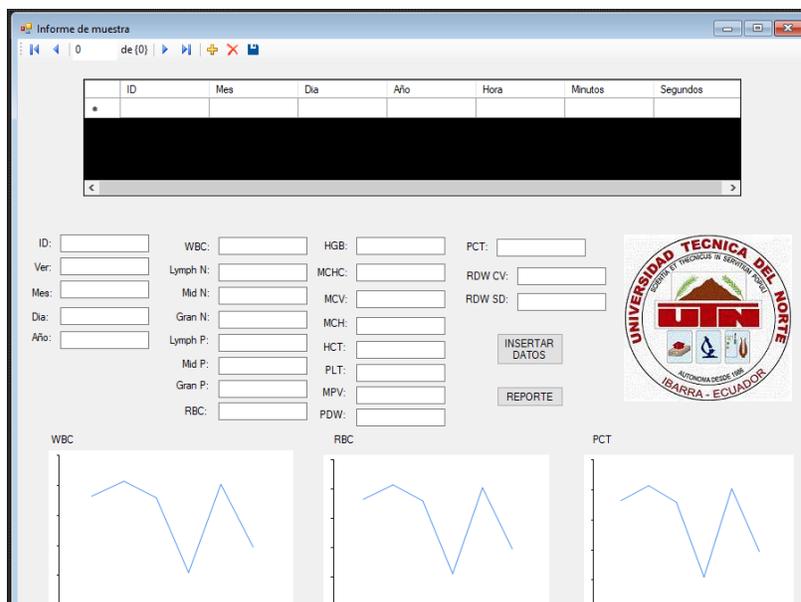
Figura 21
Interfaz de conexión



Fuente: Elaborado por el autor

Por otra parte, la interfaz donde se muestra la información de la muestra realizada es de la manera que indica la figura 22, su código de programación es detallado en el anexo 5.5

Figura 22
Interfaz de información de muestra sanguínea



Fuente: Elaborado por el autor

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN

4.1. INTRODUCCIÓN

Para la implementación del sistema de comunicación se prepara el equipo hematológico para su correcto funcionamiento, seguidamente se realiza una prueba de sangre a un paciente para obtener la información.

Al finalizar la prueba el profesional de la salud procede a seleccionar la muestra realizada y enviar. El equipo hematológico empezara la comunicación la cual se reflejará en la pantalla LCD de la placa electrónica mediante un mensaje de inicio, de igual manera al finalizar el envío de información esta presentara un mensaje de fin de comunicación.

La información será tratada en el host para que el profesional de la salud logre verificar la misma además de mantener un registro permanente de cada muestra realizada para su posterior análisis.

4.2. Preparación del equipo hematológico Mindray BC-3000

Al equipo se le debe realizar un mantenimiento preventivo, para verificar cada elemento funcione correctamente. Primeramente, se verifica la bomba de fluidos, así como la bomba de vacío tal como se muestra en las figuras 23 y 24.

Figura 23
Bomba de aire



Fuente: Elaborado por el autor

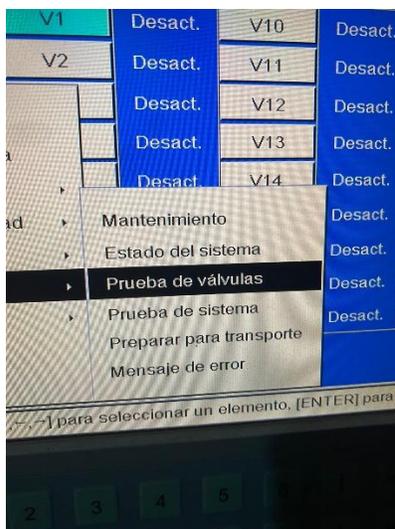
Figura 24
Bomba de fluidos



Fuente: Elaborado por el autor

Se procede a verificar cada elemento que comprende el equipo hematológico en este caso se verifican las válvulas de dos y tres canales. Para verificar el correcto funcionamiento en el apartado de mantenimiento del equipo como se muestra en la figura 25. Se realiza la prueba de cada una en el caso de fallo la válvula será remplazada.

Figura 25
Menú de prueba de válvulas



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 26
Válvulas existentes

Elemento	Result.	Elemento	Result.
V1	Desact.	V10	Desact.
V2	Desact.	V11	Desact.
V3	Desact.	V12	Desact.
V4	Desact.	V13	Desact.
V5	Desact.	V14	Desact.
V6	Desact.	V15	Desact.
V7	Desact.	V16	Desact.
V8	Desact.	V17	Desact.
V9	Desact.	V18	Desact.

Fuente: Elaborado por el autor

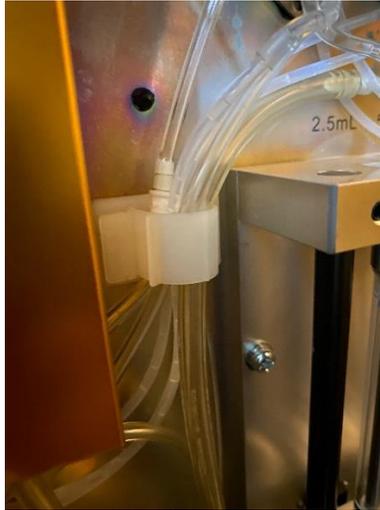
Figura 27
Válvulas



Fuente: Elaborado por el autor

Después se comprueba las tuberías que transportan todos los fluidos necesarios para el conteo de glóbulos rojos como blancos, estas deben estar en una condición óptima, es decir, deben mantener una gran flexibilidad además de no presentar atascamientos. La condición óptima se puede observar en la figura 28.

Figura 28
Mangueras en optimo estado

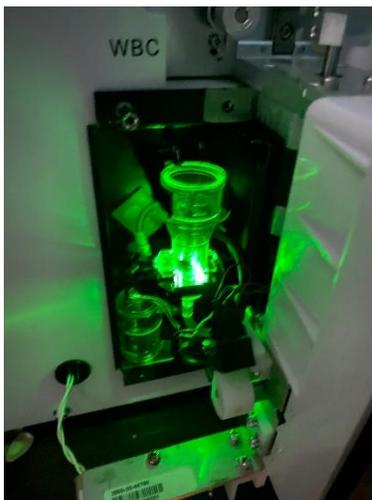


Fuente: Elaborado por el autor

Seguidamente se verifica las cámaras de RBC y WBC que contengan el suficiente diluyente para la disolución de la sangre y tener un conteo exacto de los parámetros que proporciona el equipo hematológico a continuación se muestra las cámaras de RBC y WBC en perfecto estado.

Finalmente se comprueba el funcionamiento de la sonda que absorbe la sangre de la muestra de sangre, esta no debe estar obstruida y no debe presentar fugas de fluidos.

Figura 29
Cámara WBC



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 30
Cámara RBC



Fuente: Elaborado por el autor

4.3. Placa electrónica

Para la implementación de la placa electrónica se conecta directamente al equipo esta va a ser alimentada mediante USB, para verificar su funcionamiento en la pantalla LCD no debe presentar el mensaje de error, como se muestra en la figura 32 y 33.

Figura 31
Placa electrónica



Fuente: Elaborado por el autor

Al momento de iniciar la comunicación la pantalla LCD presentara el mensaje de inicio de comunicación avisando que está funcionando correctamente, de igual manera presentara un mensaje de fin de comunicación al terminar la transmisión de datos como se muestra en la figura 33.

Figura 32
Inicio comunicación



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 33
Fin comunicación



Fuente: Elaborado por el autor

4.4. Pruebas de funcionamiento

4.4.1. Hardware

Para las pruebas de funcionamiento del hardware se realiza la conexión con el host y se procede a transmitir las muestras y verificar que no exista pérdida de información como se muestra en la figura 32.

Figura 36
Botón para tratamiento de información

PCT:

RDW CV:

RDW SD:

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
SCIENTIA ET THECNICUS IN SERVITIUM POSUIT
AUTONOMA DESDE 1996
IBARRA - ECUADOR

Fuente: Elaborado por el autor

El sistema debe enviar un mensaje de confirmación que a terminado el tratamiento de la información como se muestra en la figura 37

Figura 37
Mensaje de confirmación

ID	Mes	Dia	Año	Hora	Minutos	Segundos
0000000886	05	12	2020	10	48	00

00000886

WBC: 460.0 HGB: 003 PCT: 803

Lymph N: 160.0 MCHC: 5409 RDW CV: 44.2

Mid N: 020.0 MCV: 030.3 RDW SD: 650.0

Gran N: 283.4 MCH: 191.1

Lymph P: 80.5 HCT: 30.3

Mid P: 45.9 PLT: 2006

puerto LISTO

Fuente: Elaborado por el autor

Al terminar el tratamiento de datos se verifica en la tabla de muestras existentes en el form como se muestra en la figura 38

Figura 38

Tabla de muestras almacenadas

ID	Mes	Dia	Año	Hora	Minutos	Segundos
0000000873	05	11	2020	08	39	00
0000000879	05	11	2020	13	17	00
0000000886	05	12	2020	10	48	00

Fuente: Elaborado por el autor

Finalmente se comprueba las tablas de la base de datos en la cual se almacenan las muestras como se observa en la figura 39

Figura 39

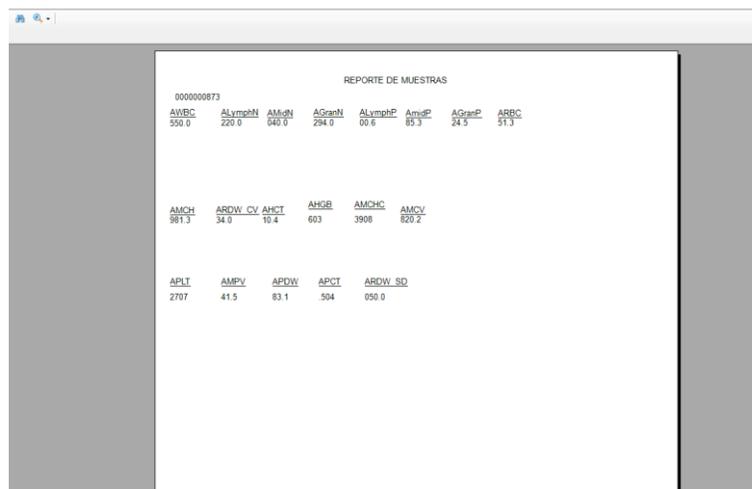
Base de datos

DIA	Airdt	Aver	ALid	AnPara	AnParaD	AmDmuestra	Ames	Adia	Aanio	Ahora	Aminutos	Asegundos	AMEC
00000007	A	AA	110	P19	00	0	05	11	2020	08	39	00	550.0
00000079	A	AA	110	P19	00	0	05	11	2020	13	17	00	530.0
00000086	A	AA	110	P19	00	0	05	12	2020	10	48	00	480.0
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Fuente: Elaborado por el autor

Para el funcionamiento de la generación de cada reporte se selecciona una muestra en la tabla y se procede a generar el reporte correspondiente tal como se muestra en la figura 40.

Figura 40
Reporte generado



REPORTE DE MUESTRAS

0000000873

<u>AWBC</u>	<u>ALympbN</u>	<u>AMdN</u>	<u>AGranN</u>	<u>ALympbP</u>	<u>AmSP</u>	<u>AGranP</u>	<u>ARBC</u>
550.0	220.0	040.0	294.0	00.6	80.3	24.5	51.1
<u>AMCH</u>	<u>ARDW_CV</u>	<u>AMCT</u>	<u>AHCR</u>	<u>AMCHC</u>	<u>AMCV</u>		
981.3	34.0	10.4	603	3908	620.2		
<u>APLI</u>	<u>AMPV</u>	<u>APDW</u>	<u>APCT</u>	<u>ARDW_SD</u>			
2707	41.5	83.1	504	050.0			

Fuente: Elaborado por el autor

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- La transmisión de información con diferentes interfaces es un reto debido a el protocolo que maneja cada una, para dar solución a este reto se diseñó un módulo conversor el cual permite la comunicación de protocolos.
- Microsoft visual basic es un lenguaje de programación muy versátil que permite el desarrollo de interfaces interactivas además de permitir conexión con cualquier tipo de base de datos, en conclusión, es un lenguaje de programación pensado para el diseño de programas orientados a objetos.
- El microcontrolador Arduino Mega proporciono un gran rendimiento para el envío y recepción de información, a comparación del Arduino Uno que no logro transmitir toda la información proporcionada por el equipo hematológico.
- Un sistema de este tipo puede proporcionar una representación visual clara y detallada de los datos generados por el equipo hematológico, lo que puede facilitar la identificación de patrones, tendencias y anomalías en los resultados.
- La implementación de un sistema para la presentación de información puede requerir una planificación cuidadosa y una coordinación estrecha entre los desarrolladores del sistema y los usuarios finales.
- Es importante que el sistema sea fácil de usar y que tenga una interfaz de usuario intuitiva y bien diseñada, para que los profesionales de la salud puedan acceder y analizar la información de manera rápida y eficiente.

- Además, el sistema debe cumplir con los requisitos de seguridad y privacidad de la información médica, y estar en conformidad con las regulaciones y normas aplicables en materia de protección de datos.
- En general, la implementación de un sistema para la presentación de información generada por el equipo hematológico Mindray BC-3000 puede ser una mejora significativa para el proceso de diagnóstico y tratamiento de los pacientes, siempre y cuando se realice de manera cuidadosa y se asegure la calidad y la seguridad de la información.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el equipo adecuado para realizar el mantenimiento preventivo del equipo hematológico debido a que utiliza fluidos biológicos.
- Identificar a los usuarios finales del sistema: se deben identificar a los usuarios finales del sistema, incluyendo a los profesionales de la salud que utilizarán el equipo hematológico Mindray BC-3000 y la interfaz de usuario del sistema. Es importante que se realice una prueba piloto del sistema para obtener comentarios de los usuarios y realizar mejoras necesarias antes de implementar el sistema a gran escala.
- Selección del software adecuado: se debe elegir un software que cumpla con los requisitos específicos del sistema, incluyendo la forma en que se presentarán los datos y la funcionalidad que se espera del sistema. Se recomienda también seleccionar un software que tenga una interfaz de usuario intuitiva y bien diseñada, para que los profesionales de la salud puedan acceder y analizar la información de manera rápida y eficiente.

- Integrar el sistema con el equipo hematológico Mindray BC-3000: se debe garantizar que el sistema esté adecuadamente integrado con el equipo hematológico, de modo que la información se transmita de manera confiable y precisa entre ambos sistemas.
- Capacitación y entrenamiento: es importante proporcionar capacitación y entrenamiento adecuados a los profesionales de la salud que utilizarán el sistema, para asegurar su correcto uso y maximizar los beneficios del sistema.
- Mantenimiento y actualización del sistema: se debe garantizar el mantenimiento y actualización del sistema, incluyendo el monitoreo continuo de los requisitos de seguridad y privacidad de la información y la implementación de mejoras y actualizaciones necesarias.

REFERENCIAS

- Arduino. (2014). *Que es Arduino*. Obtenido de arduino.cl: <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Arduino UNO | Arduino.cl. (2014). *Arduino UNO*. Obtenido de arduino.cl: <https://arduino.cl/producto/arduino-uno/>
- Barbieri, P., & Flores, G. (2005). El neutrófilo y su importancia en la enfermedad periodontal. *scielo*, 11-16. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1699-65852005000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- Barrero, J., Higerá, J., & Chacón, L. (2005). Sistema de adquisición de datos por USB. *UIS ingenierías*, 35-41. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es>
- Biblioteca Nacional de Medicina (EE. UU.). (2019). *Índices de glóbulos rojos*. Obtenido de MedlinePlus: <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/indices-de-globulos-rojos/>
- Jorge L. Sepulveda, M. P. (2013). The Ideal Laboratory Information System. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 1-5.
- Karen S. Clark, T. G. (2020). *11 - Manual, semiautomated, and point-of-care testing in hematology*. Elsevier: Rodak's Hematology (Sixth Edition). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-53045-3.00020-9>
- Kennelly, P. J., & Murray, R. K. (2016). *Harper. Bioquímica ilustrada*. McGraw Hill. Obtenido de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1814§ionid=12736654>

- Mindray. (2006). *Manual de operacion*. Obtenido de frankshospitalworkshop.com:
http://www.frankshospitalworkshop.com/equipment/documents/automated_analyzer/user_manuals/Mindray_BC-3000Plus_-_Operation_manual.pdf
- Monteiro, M., O'Connor, J. E., & Martínez, M. (2001). La Citometría de Flujo en el Análisis de las Plaquetas: (I) Aspectos Estructurales y Funcionales de las Plaquetas. *scielo*, 111-136. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-79732001000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Nancy Verónica Angüiano-Sánchez, M. M.-Q.-O.-T.-C.-D. (2011). Errores en el laboratorio clínico; evaluación de tipos y frecuencias. *Medicina Universitaria*, 133-138. Obtenido de <https://www.elsevier.es/en-revista-medicina-universitaria-304-articulo-errores-el-laboratorio-clinico-evaluacion-X1665579611356429>
- Roland Kammergruber, S. R. (2014). The future of the laboratory information system – what are the requirements for a powerful system for a laboratory data management? *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 1-15.
- Secchi Nicolás, N. C. (2021). *Hematología práctica*. Mexico: Alfil, S. A. de C. V. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/185632>
- Sheng, Y. C. (2010). A Design of Laboratory Information Management System," 2010 International Forum on Information Technology and Applications. *IEEE*, 450-453. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/5634747>
- Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics Co. (2008). *Manual de funcionamiento BC-3200*. Obtenido de mindrayamerica.com: https://kupdf.net/download/bc-3200-operation-manual-spanishv10_5d1b7198e2b6f5d3697a8c20_pdf

Solano Vallejo Nelson Javier, N. J. (2014). INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE UN SOFTWARE INFORMÁTICO DE CONTROL DE CALIDAD DENTRO DE LA FASE ANALÍTICA EN LA VARIABILIDAD DE LOS RESULTADOS EN LOS ANÁLISIS DE QUÍMICA SANGUÍNEA. *Universidad Tecnica de Ambato*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7964>

Valdivia-Silva, J. (2013). Mastocitos y basófilos y sus nuevas funciones en inmunología. *Dermatología Peruana*, 98-105. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Julio-Valdivia-Silva/publication/277890957_Mastocitos_y_basofilos_y_sus_nuevas_funciones_en_inmunologia/links/5575f15708aeacff1ffe5ce0/Mastocitos-y-basofilos-y-sus-nuevas-funciones-en-inmunologia.pdf

ANEXOS

ANEXO A

5.3. Código del programa de detección de puertos

Importación de librerías, declaración de variables e inicio del programa.

```

1 Imports System.IO.Ports ' Libreria para reconocimiento de puertos en la computadora
2
3
4 1 referencia
5 Public Class Form1
6     Dim bufferOut As String 'Variable para almacenar la informacion de salida
7     Dim bufferIn As String 'Variable para almacenar la informacion de entrada
8
9     0 referencias
10 Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load 'Inicio del programa
11     bufferIn = "" 'Declaramos en null las variables
12     bufferOut = "" 'Declaramos en null las variables
13     Timer1.Enabled = False 'Se para el contador
14     buscapuerto() 'Declaramos el metodo
15 End Sub

```

Método para buscar puertos COM en el host.

```

Private Sub buscapuerto() 'Metodo para buscar puertos en la PC
Try 'Se declara un intentar
    cmbPort.Items.Clear() 'Se limpia el list box de puertos
    For Each puerto As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames 'Se toma el nombre de los puertos conectados
        cmbPort.Items.Add(puerto) 'Se ingresa en el list box los puertos
    Next
    If cmbPort.Items.Count > 0 Then 'Si los puertos son mayor a 0
        cmbPort.SelectedIndex = 0 'Entonces se asigna el valor del puerto seleccionado
    Else
        MsgBox("NO HAY PUERTOS DISPONIBLES EN TU SISTEMA") 'Si no se cumple la condicion presenta el mensaje de error
    End If
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message, MsgBoxStyle.Critical) 'Si el metodo falla se presenta un mensaje de error
End Try
End Sub

```

Botón desconectar

```

0 referencias
Private Sub btnconectar_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles btnconectar.Click 'Metodo del boton "CONECTAR"
Try 'Se declara un intentar
    With sppuerto 'Con el puerto seleccionado se declara las especificaciones de comunicacion
        .BaudRate = 9600 'Bit rate de 9600
        .DataBits = 7 'Bits de datos
        .Parity = IO.Ports.Parity.None 'Bit de paridad
        .StopBits = 1 'Bit de parada
        .PortName = cmbPort.Text 'Nombre del puerto
        .Open() 'Conexion con el puerto

        If .IsOpen Then 'Condicion si el puerto esta abierto
            lblestado.Text = "CONECTADO" 'Se presenta el mensaje de "CONECTADO"
            Timer1.Enabled = True 'Se inicia el contador para la recepcion de informacion
        Else
            MsgBox("CONEXION FALLIDA!", MsgBoxStyle.Critical) 'Si la condicion no se cumple se presenta el mensaje de error
        End If
    End With
Catch ex As Exception
    MsgBox(ex.Message, MsgBoxStyle.Critical) 'Si el metodo falla presenta un mensaje de error
End Try
End Sub

```

Método para guardar la información

```

0 referencias
Private Sub guardarDatos() 'Metodo para almacenar la informacion
    Dim ruta = "C:\Users\CRISTOFER\Documents\l0mo\l0mo\Prgramas\puerto\puerto\puerto\bin\Debug\test.txt" 'Declaramos la ruta donde se va almacenar la informacion
    My.Computer.FileSystem.WriteAllText(ruta, txtrecibe.Text, True) 'Se declara que se escriba la informacion en un documento de texto
End Sub

```

Contador

```

0 referencias
Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles Timer1.Tick 'Configuracion del contador
    bufferIn = sppuerto.ReadExisting 'Se declara que la informacion de entrada se almacene en la variable correspondiente
    If bufferIn <> "" Then 'Si la variable no esta vacia
        txtrecibe.Text = bufferIn 'Se almacena la informacion en la variable de ingreso
        bufferIn = "" 'Se vacia la variable para nueva informacion
        sppuerto.DiscardInBuffer() 'Se elimina toda la informacion existente en la variable
        guardarDatos() ' Se llama al metodo para almacenar la informacion
    End If
End Sub

```

Botón guardar y botón siguiente

```

0 referencias
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) 'Boton guardar
    guardarDatos() ' Se declara el metodo para almacenar la informacion
End Sub

0 referencias
Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button2.Click 'Boton para pasar al siguiente formulario
    Me.Hide() 'Se oculta el formulario actual
    Form2.Show() 'Se muestra el formulario siguiente

```

5.4. Código de interfaz grafica

Importación de librerías

```

Imports System.Data.SqlClient 'Libreria para conexion con la base de datos
Imports System.Data 'Libreria para el tratamiento de informacion

```

Inicio del programa

```

Public Class Form2
    0 referencias
    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load
        Me.TRAMAATableAdapter.Fill(Me.DatosEquipoDataSet.TRAMAA) ' Se actualiza la informacion de la base de datos en la tabla
        enlace() 'Se conecta con la base de datos
        Labell1.Text = estado 'Se informa del estado con la base de datos
        Dim color As Long 'Se asigna un color para la linea de los histogramas
        color = Int(Rnd() * 55) 'Color con un numero aleatorio
    End Sub

```

Botón guardar

```

0 referencias
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click 'Boton guardar
    Me.TRAMAADataAdapter.Fill(Me.DatosEquipoDataSet.TRAMAAA) 'Se actualiza la informacion presentada en la tabla
    Dim FileNum As Integer = FreeFile() 'variable para identificar el documento de texto
    Dim TempS As String = "" 'variable temporal de salida
    Dim TempL As String 'Variable temporal de entrada
    FileOpen(FileNum, "test.txt", OpenMode.Input) 'Se abre el archivo donde se encuentra la informacion del equipo
    Do Until EOF(FileNum) 'Se realiza con el archivo
        TempL = LineInput(FileNum) 'Ingresa la informacion del documento en la variable temporal de ingreso
        TempS += TempL + vbCrLf 'Se almacena la informacion del documento
    Loop
    FileClose(FileNum) 'Se cierra el documento
    Dim texto As String = TempS 'Se crea una variable en la cual se mantenga la informacion
    LimpiarCadenaNombreFichero(texto, "") 'Se trata la informacion eliminando caracteres especiales
End Sub

```

Cierre del programa

```

0 referencias
Private Sub Form1_FormClosed(sender As Object, e As FormClosedEventArgs) Handles Me.FormClosed 'Cerrado del programa
    conexion.Close() 'Se cierra la conexion con la base de datos
End Sub

```

Tratamiento de datos

```

2 referencias
Function LimpiarCadenaNombreFichero(cadenaTexto As String, sustituirPor As String) As String 'Metodo para el tratamiento de datos
    Dim tamanoCadena, cadenaResultado, caracteresValidos As String 'Se declaran las variables de tipo texto o string
    Dim caracterActual As String 'Variable de tipo String
    Dim i As Integer 'Variable para un ciclo
    cadenaResultado = "" 'Se vacia la informacion de la variable resultado
    tamanoCadena = Len(cadenaTexto) 'Se toma el tamaño de caracteres de la cadena de texto
    If tamanoCadena > 0 Then 'Se condiciona si el tamaño de la cadena es mayor a cero
        caracteresValidos = " 0123456789abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ-_*." 'Se declara los caracteres validos
        For i = 1 To tamanoCadena 'Se forma un ciclo para verificar cada caracter uno a uno
            caracterActual = Mid(cadenaTexto, i, 1) 'Se toma el caracter de la cadena de texto iniciando desde el 1
            If InStr(caracteresValidos, caracterActual) Then 'Se condiciona que si el caracter actual es igual a alguno de los caracteres validos
                cadenaResultado = cadenaResultado & caracterActual 'Si el caracter es valido se almacena en la variable cadena resultado
            Else
                cadenaResultado = cadenaResultado & sustituirPor 'Si el caracter no es valido se sustituye por un caracter valido
            End If
        Next
    End If
    LimpiarCadenaNombreFichero = cadenaResultado 'Se almacena la informacion del resultado en la variable cadena resultado
End Function

```

Identificación de trama

```

'Con la cadena limpia de caracteres no validos se procede a decodificar la informacion

Dim posicion As Integer = 1 'Se declara una variable de tipo numerico para ubicar la posicion del caracter
Dim tamResultado As Integer = Len(cadenaResultado) 'Se toma el tamaño de la cadena resultado
Dim letra As String 'Se declara una variable que funciona de bandera

While posicion > 0 'Mientras la posicion sea mayor a 0
    For i = 3 To tamResultado 'Entra a un ciclo donde se verifica la bandera letra
        letra = cadenaResultado.Substring(i, 1) 'Se toma el identificador de trama para su verificacion
        If letra = "A" Or letra = "B" Or letra = "C" Then 'Se condiciona si el identificador es "A","B" o "C"
            posicion = i 'La posicion toma el final de la trama para una proxima trama
            i = tamResultado + 1 'Se suma un valor al contador para que busque la siguiente bandera
        End If
    Next
    'Una vez con la trama identificada se selecciona solo los caracteres pertenecientes a dicha trama
    Dim linea As String = cadenaResultado.Substring(0, posicion) 'Se almacena la trama en una variable de tipo string
End While

```

Decodificación de datos

```

'En el caso de que el identificador de trama es "A" se decodifica de la siguiente forma
If Mid(Linea, 1, 1) = "A" Then 'Condicion para verificar si es una trama de tipo "A"

Dim AidT As String = Linea.Substring(0, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a identificador de texto
Dim Aver As String = Linea.Substring(1, 2) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la version
Dim ALid As String = Linea.Substring(3, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la longitud de ID de la muestra
Dim AnPara As String = Linea.Substring(6, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al numero de parametros
Dim AnParaD As String = Linea.Substring(9, 2) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al numero de parametros con descripcion
Dim Aid As String = Linea.Substring(11, 10) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al ID de la muestra
Dim AmDMuestra As String = Linea.Substring(21, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al modo de muestra
Dim Ames As String = Linea.Substring(22, 2) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al mes
Dim Adia As String = Linea.Substring(24, 2) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al dia
Dim Aanio As String = Linea.Substring(26, 4) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al año
Dim Ahora As String = Linea.Substring(30, 2) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la hora
Dim Aminutos As String = Linea.Substring(32, 2) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a los minutos
Dim Asegundos As String = Linea.Substring(34, 2) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a los segundos

Dim AWBC As String = Linea.Substring(36, 3) & "." & Linea.Substring(39, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro WBC
Dim ALymphN As String = Linea.Substring(40, 3) & "." & Linea.Substring(43, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro numero de lymph
Dim AMidN As String = Linea.Substring(44, 3) & "." & Linea.Substring(47, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro numero de Mid
Dim AGranN As String = Linea.Substring(48, 3) & "." & Linea.Substring(51, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro numero de Gran
Dim ALymphP As String = Linea.Substring(52, 2) & "." & Linea.Substring(54, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro porcentaje de lymph
Dim AMidP As String = Linea.Substring(55, 2) & "." & Linea.Substring(57, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro porcentaje de Mid
Dim AGranP As String = Linea.Substring(58, 2) & "." & Linea.Substring(60, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro porcentaje de Gran
Dim ARBC As String = Linea.Substring(61, 2) & "." & Linea.Substring(63, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro RBC
Dim AHGB As String = Linea.Substring(64, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro HGB
Dim AMCHC As String = Linea.Substring(67, 4) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro MCHC
Dim AMCV As String = Linea.Substring(71, 3) & "." & Linea.Substring(74, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro MCV
Dim AMCH As String = Linea.Substring(75, 3) & "." & Linea.Substring(78, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro MCH
Dim ARDW_CV As String = Linea.Substring(79, 2) & "." & Linea.Substring(81, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro RDW_CV
Dim AHCT As String = Linea.Substring(82, 2) & "." & Linea.Substring(84, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro HCT
Dim APLT As String = Linea.Substring(85, 4) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro PLT
Dim AMPV As String = Linea.Substring(89, 2) & "." & Linea.Substring(91, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro MPV
Dim APDW As String = Linea.Substring(92, 2) & "." & Linea.Substring(94, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro PDW
Dim APCT As String = "." & Linea.Substring(95, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro PCT
Dim ARDW_SD As String = Linea.Substring(98, 3) & "." & Linea.Substring(101, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro RDW_SD

```

```

Dim AHCT As String = Linea.Substring(82, 2) & "." & Linea.Substring(84, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro HCT
Dim APLT As String = Linea.Substring(85, 4) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro PLT
Dim AMPV As String = Linea.Substring(89, 2) & "." & Linea.Substring(91, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro MPV
Dim APDW As String = Linea.Substring(92, 2) & "." & Linea.Substring(94, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro PDW
Dim APCT As String = "." & Linea.Substring(95, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro PCT
Dim ARDW_SD As String = Linea.Substring(98, 3) & "." & Linea.Substring(101, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al parametro RDW_SD

Dim AResv As String = Linea.Substring(102, 11) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la reserva 1
Dim ARm As String = Linea.Substring(113, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a Region media
Dim AR1 As String = Linea.Substring(114, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la bandera 1
Dim AR2 As String = Linea.Substring(115, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la bandera 2
Dim AR3 As String = Linea.Substring(116, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la bandera 3
Dim AR4 As String = Linea.Substring(117, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la bandera 4
Dim APm As String = Linea.Substring(118, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al punto medio
Dim APs As String = Linea.Substring(119, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al punto s
Dim AP1 As String = Linea.Substring(120, 1) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al punto 1
Dim AR11 As String = Linea.Substring(121, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 1
Dim AR12 As String = Linea.Substring(124, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 2
Dim AR13 As String = Linea.Substring(127, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 3
Dim AR14 As String = Linea.Substring(130, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 4
Dim AR15 As String = Linea.Substring(133, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 5
Dim AR16 As String = Linea.Substring(136, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 6
Dim AR17 As String = Linea.Substring(139, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 7
Dim AR18 As String = Linea.Substring(142, 3) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la region 9
Dim AResv1 As String = Linea.Substring(145, 10) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen a la reserva 2

On Error Resume Next
Dim AHWBC As String = Linea.Substring(160, 768) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al histograma WBC
Dim AHRBC As String = Linea.Substring(928, 768) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al histograma RBC
Dim AHPLT As String = Linea.Substring(1696, 768) 'Se sustrae los caracteres que pertenecen al histograma PLT
On Error GoTo 0

```

Ingreso de datos a la base de datos

```

'Después de decodificar la información se ingresa la información en la base de datos

Dim consulta As String = "INSERT INTO TRAMAA VALUES(@IDA, @AidT, @Aver, @ALid, @AnPara,
@AnParaD, @AmDMuestra, @Ames, @Adia, @Aanio, @Ahora, @Aminutos, @Asegundos, @AWBC,
@ALymphN, @AMidN, @AGranN, @ALymphP, @AMidP, @AGranP, @ARBC, @AHGB, @AMCHC,
@AMCV, @AMCH, @ARDW_CV, @AHCT, @APLT, @AMPV, @APDW, @APCT, @ARDW_SD, @AResv, @ARm,
@AR1, @AR2, @AR3, @AR4, @APm, @APs, @AP1, @AR11, @AR12, @AR13, @AR14, @AR15, @AR16,
@AR17, @AR18, @AResv1, @AHWBC, @AHRBC, @AHPLT)" 'Comando SQL para el ingreso de datos en la base de datos

```

Parámetros por ingresar a la base de datos

```

comando = New SqlClient.SqlCommand(consulta, conexion) 'Se ejecuta el comando SQL con la conexion a la base de datos
comando.Parameters.AddWithValue("@IDA", AID) 'Ingreso del valor de identificador del ID
comando.Parameters.AddWithValue("@Aidt", AidT) 'Ingreso del valor de identificador de texto
comando.Parameters.AddWithValue("@Aver", Aver) 'Ingreso del valor de la version
comando.Parameters.AddWithValue("@ALid", ALId) 'Ingreso del valor de longitud de ID de muestra
comando.Parameters.AddWithValue("@AnPara", AnPara) 'Ingreso del valor del numero de parametros
comando.Parameters.AddWithValue("@AnParaD", AnParaD) 'Ingreso del valor de identificador de texto
comando.Parameters.AddWithValue("@AmMuestra", AmMuestra) 'Ingreso del valor de modo de muestra
comando.Parameters.AddWithValue("@Ames", Ames) 'Ingreso del valor del mes
comando.Parameters.AddWithValue("@Adia", Adia) 'Ingreso del valor del dia
comando.Parameters.AddWithValue("@Aanio", Aanio) 'Ingreso del valor del año
comando.Parameters.AddWithValue("@Ahora", Ahora) 'Ingreso del valor de la hora
comando.Parameters.AddWithValue("@Aminutos", Aminutos) 'Ingreso del valor de los minutos
comando.Parameters.AddWithValue("@Asegundos", Asegundos) 'Ingreso del valor de los segundos
comando.Parameters.AddWithValue("@AWBC", AWBC) 'Ingreso del valor del parametro WBC
comando.Parameters.AddWithValue("@ALymphN", ALymphN) 'Ingreso del valor del parametro numero de Lymph
comando.Parameters.AddWithValue("@AMidN", AMidN) 'Ingreso del valor del parametro numero de Mid
comando.Parameters.AddWithValue("@AGranN", AGranN) 'Ingreso del valor del parametro numero de Gran
comando.Parameters.AddWithValue("@ALymphP", ALymphP) 'Ingreso del valor del parametro porcentaje de Lymph
comando.Parameters.AddWithValue("@AMidP", AMidP) 'Ingreso del valor del parametro porcentaje de Mid
comando.Parameters.AddWithValue("@AGranP", AGranP) 'Ingreso del valor del parametro porcentaje de Gran
comando.Parameters.AddWithValue("@ARBC", ARBC) 'Ingreso del valor del parametro RBC
comando.Parameters.AddWithValue("@AHGB", AHGB) 'Ingreso del valor del parametro HGB
comando.Parameters.AddWithValue("@AMCHC", AMCHC) 'Ingreso del valor del parametro MCHC
comando.Parameters.AddWithValue("@AMCV", AMCV) 'Ingreso del valor del parametro MCV
comando.Parameters.AddWithValue("@AMCH", AMCH) 'Ingreso del valor del parametro MCH
comando.Parameters.AddWithValue("@ARDW_CV", ARDW_CV) 'Ingreso del valor del parametro RDW_CV
comando.Parameters.AddWithValue("@AHCT", AHCT) 'Ingreso del valor del parametro HCT
comando.Parameters.AddWithValue("@APLT", APLT) 'Ingreso del valor del parametro PLT
comando.Parameters.AddWithValue("@AMPV", AMPV) 'Ingreso del valor del parametro MPV
comando.Parameters.AddWithValue("@APDW", APDW) 'Ingreso del valor del parametro PDW
comando.Parameters.AddWithValue("@APCT", APCT) 'Ingreso del valor del parametro PCT
comando.Parameters.AddWithValue("@ARDW_SD", ARDW_SD) 'Ingreso del valor del parametro RDW_SD
comando.Parameters.AddWithValue("@AResv", AResv) 'Ingreso del valor de la reserva 1
comando.Parameters.AddWithValue("@ARm", ARm) 'Ingreso del valor de la bandera rm
comando.Parameters.AddWithValue("@AR1", AR1) 'Ingreso del valor de la bandera r1
comando.Parameters.AddWithValue("@AR2", AR2) 'Ingreso del valor de la bandera r2
comando.Parameters.AddWithValue("@AR3", AR3) 'Ingreso del valor de la bandera r3

```

```

comando.Parameters.AddWithValue("@AR4", AR4) 'Ingreso del valor de la bandera r4
comando.Parameters.AddWithValue("@APm", APm) 'Ingreso del valor de punto medio
comando.Parameters.AddWithValue("@APs", APs) 'Ingreso del valor de punto s
comando.Parameters.AddWithValue("@AP1", AP1) 'Ingreso del valor de punto 1
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL1", ARL1) 'Ingreso del valor de region 1
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL2", ARL2) 'Ingreso del valor de region 2
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL3", ARL3) 'Ingreso del valor de region 3
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL4", ARL4) 'Ingreso del valor de region 4
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL5", ARL5) 'Ingreso del valor de region 5
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL6", ARL6) 'Ingreso del valor de region 6
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL7", ARL7) 'Ingreso del valor de region 7
comando.Parameters.AddWithValue("@ARL8", ARL8) 'Ingreso del valor de region 8
comando.Parameters.AddWithValue("@AResv1", AResv1) 'Ingreso del valor de reserva 2
comando.Parameters.AddWithValue("@AHWBC", AHWBC) 'Ingreso del valor de histograma WBC
comando.Parameters.AddWithValue("@AHRBC", AHRBC) 'Ingreso del valor de histograma RBC
comando.Parameters.AddWithValue("@AHPLT", AHPLT) 'Ingreso del valor de histograma PLT
comando.ExecuteNonQuery() 'Se ejecuta el comando SQL
Me.TRAMAADataAdapter.Fill(Me.DatosEquipoDataSet.TRAMAA) 'Se actualiza la informacion de la tabla

```

Trama tipo B

```

If Mid(linea, 1, 1) = "B" Then 'Condicion para verificar si es una trama de tipo "B"
  Dim BidT As String = linea.Substring(0, 1)
  Dim BnArchivo As String = linea.Substring(1, 1)
  Dim BnLote As String = linea.Substring(2, 6)
  Dim Bmes As String = linea.Substring(8, 2)
  Dim Bdia As String = linea.Substring(10, 2)
  Dim Banio As String = linea.Substring(12, 4)
  Dim BWBC As String = linea.Substring(16, 4)
  Dim BRBC As String = linea.Substring(20, 3)
  Dim BHGB As String = linea.Substring(23, 3)
  Dim BPLT As String = linea.Substring(26, 4)
  Dim BLymphN As String = linea.Substring(30, 4)
  Dim BLymphP As String = linea.Substring(34, 3)
  Dim BGranN As String = linea.Substring(37, 4)
  Dim BGranP As String = linea.Substring(41, 3)
  Dim BHCT As String = linea.Substring(44, 3)
  Dim BMCV As String = linea.Substring(47, 4)
  Dim BMCH As String = linea.Substring(51, 4)
  Dim BMCHC As String = linea.Substring(55, 4)
  Dim BLiWBC As String = linea.Substring(59, 4)
  Dim BLiRBC As String = linea.Substring(63, 3)
  Dim BLiHGB As String = linea.Substring(66, 3)
  Dim BLiPLT As String = linea.Substring(69, 4)
  Dim BLiLymphN As String = linea.Substring(73, 4)
  Dim BLiLymphP As String = linea.Substring(77, 3)
  Dim BLiGranN As String = linea.Substring(80, 4)
  Dim BLiGranP As String = linea.Substring(84, 3)
  Dim BLiHCT As String = linea.Substring(87, 3)
  Dim BLiMCV As String = linea.Substring(90, 4)
  Dim BLiMCH As String = linea.Substring(94, 4)
  Dim BLiMCHC As String = linea.Substring(98, 4)

```

Trama tipo C

```

If Mid(linea, 1, 1) = "C" Then 'Condicion para verificar si es una trama de tipo "C"
  Dim CidT As String = linea.Substring(0, 1)
  Dim Cmes As String = linea.Substring(1, 2)
  Dim Cdia As String = linea.Substring(3, 2)
  Dim Canio As String = linea.Substring(5, 4)
  Dim Chora As String = linea.Substring(9, 2)
  Dim Cminuto As String = linea.Substring(11, 2)
  Dim CWBC As String = linea.Substring(13, 4)
  Dim CRBC As String = linea.Substring(17, 3)
  Dim CHGB As String = linea.Substring(20, 3)
  Dim CPLT As String = linea.Substring(23, 4)
  Dim CLymphN As String = linea.Substring(27, 4)
  Dim CLymphP As String = linea.Substring(31, 3)
  Dim CGranN As String = linea.Substring(34, 4)
  Dim CGranP As String = linea.Substring(38, 3)
  Dim CHCT As String = linea.Substring(41, 3)
  Dim CMCV As String = linea.Substring(44, 4)
  Dim CMCH As String = linea.Substring(48, 4)
  Dim CMCHC As String = linea.Substring(51, 4)

```

Secuencia de detección de tramas

```

'Al terminar la decodificacion se verifica que en el documento de informacion existan mas tramas
Dim cadena As String 'Se declara una variable
If tamResultado - posicion > 0 Then 'Si el tamaño de la cadena menos la ultima posicion de la bandera es mayor a 0
  cadena = cadenaResultado.Substring(posicion, tamResultado - posicion) 'Se guarda la informacion restante en la variable declarada
  tamResultado = Len(cadena) 'Se guarda el nuevo tamaño de la cadena
  cadenaResultado = cadena & "C" 'Se inserta una bandera al final
Else
  posicion = 0 'Se encera la posicion en el caso de que no hay informacion
End If

```

Método para mostrar los datos en la tabla

```

0 referencias
Private Sub TRAMAABindingNavigatorSaveItem_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles TRAMAABindingNavigatorSaveItem.Click
    'Metodo para mostrar los datos de la base de datos en la tabla
    Me.Validate() 'Conexion valida con la base de datos
    Me.TRAMAABindingSource.EndEdit() 'Se sustrae la informacion de la tabla de informacion
    Me.TableAdapterManager.UpdateAll(Me.DatosEquipoDataSet) 'Se actualiza la informacion presentada en la tabla
End Sub

```

Método para Graficar los histogramas

```

0 referencias
Private Sub TRAMAADatagridView_CellContentClick(sender As Object, e As DataGridViewCellEventArgs) Handles TRAMAADatagridView.CellContentClick
    'Metodo para mostrar la informacion en la interfaz grafica
    Dim datos As New SqlDataAdapter("SELECT AHMBC, HRBC, AHPLT FROM dbo.TRAMAA WHERE IDA =" & Me.IDATextBox.Text & "", conexion)
    'Se selecciona los histogramas de acuerdo con su ID
    Dim ds As New DataSet() 'Variable para extraer informacion de la base de datos
    datos.Fill(ds, "dbo.TRAMAA") 'Tabla de donde se va a sustraer la informacion
    Dim x1, x2, x3 As String 'Se declara variables para almacenar los histogramas
    x1 = ds.Tables("dbo.TRAMAA").Rows(0).Item(0) 'Histograma MBC
    x2 = ds.Tables("dbo.TRAMAA").Rows(0).Item(1) 'Histograma RBC
    x3 = ds.Tables("dbo.TRAMAA").Rows(0).Item(2) 'Histograma PLT

    Chart1.Series("Series1").Points.Clear() 'Se limpia el plano cartesiano del histograma MBC
    Chart2.Series("Series1").Points.Clear() 'Se limpia el plano cartesiano del histograma RBC
    Chart3.Series("Series1").Points.Clear() 'Se limpia el plano cartesiano del histograma PLT

```

Variables a utilizar en los histogramas

```

'Cada histograma es conformado por 256 canales por lo que se sustrae el valor para cada canal y se lo almacena en una variable
Dim w1 As String = x1.Substring(0, 3)
Dim w2 As String = x1.Substring(3, 3)
Dim w3 As String = x1.Substring(6, 3)
Dim w4 As String = x1.Substring(9, 3)
Dim w5 As String = x1.Substring(12, 3)
Dim w6 As String = x1.Substring(15, 3)
Dim w7 As String = x1.Substring(18, 3)
Dim w8 As String = x1.Substring(21, 3)
Dim w9 As String = x1.Substring(24, 3)
Dim w10 As String = x1.Substring(27, 3)
Dim w11 As String = x1.Substring(30, 3)
Dim w12 As String = x1.Substring(33, 3)
Dim w13 As String = x1.Substring(36, 3)
Dim w14 As String = x1.Substring(39, 3)
Dim w15 As String = x1.Substring(42, 3)
Dim w16 As String = x1.Substring(45, 3)
Dim w17 As String = x1.Substring(48, 3)
Dim w18 As String = x1.Substring(51, 3)
Dim w19 As String = x1.Substring(54, 3)
Dim w20 As String = x1.Substring(57, 3)
Dim w21 As String = x1.Substring(60, 3)
Dim w22 As String = x1.Substring(63, 3)
Dim w23 As String = x1.Substring(66, 3)
Dim w24 As String = x1.Substring(69, 3)
Dim w25 As String = x1.Substring(72, 3)
Dim w26 As String = x1.Substring(75, 3)
Dim w27 As String = x1.Substring(78, 3)
Dim w28 As String = x1.Substring(81, 3)
Dim w29 As String = x1.Substring(84, 3)
Dim w30 As String = x1.Substring(87, 3)
Dim w31 As String = x1.Substring(90, 3)
Dim w32 As String = x1.Substring(93, 3)
Dim w33 As String = x1.Substring(96, 3)
Dim w34 As String = x1.Substring(99, 3)
Dim w35 As String = x1.Substring(102, 3)
Dim w36 As String = x1.Substring(105, 3)

```

Ubicación de puntos para el histograma

```

'Con la informacion correspondiente del histograma se procede a asignar el valor en el plano carteciano
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w1)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w2)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w3)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w4)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w5)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w6)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w7)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w8)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w9)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w10)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w11)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w12)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w13)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w14)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w15)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w16)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w17)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w18)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w19)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w20)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w21)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w22)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w23)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w24)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w25)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w26)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w27)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w28)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w29)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w30)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w31)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w32)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w33)
Chart1.Series("Series1").Points.AddY(w34)

```

5.5. Código de programación Arduino

```

COMUNICACION_LCD.ino
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
3
4 long valor;
5 void setup() {
6     // put your setup code here, to run once:
7     lcd.init();
8     lcd.backlight();
9     Serial3.begin(9600);
10    Serial2.begin(9600);
11    Serial1.begin(9600);
12    Serial.begin(9600);
13 }
14
15 void loop() {
16     // put your main code here, to run repeatedly:
17     if(Serial3.available() > 0){
18         lcd.setCursor(0,0);
19         lcd.print("    INICIO    ");
20         lcd.setCursor(0,1);
21         lcd.print(" COMUNICACION ");
22         valor = Serial3.read();
23         Serial.print(valor);
24         Serial1.print(valor);
25         Serial2.print(valor);
26         Serial3.print(valor);
27     }
28     else{
29         lcd.setCursor(0,0);
30         lcd.print("    FIN    ");
31         lcd.setCursor(0,1);
32         lcd.print(" COMUNICACION ");
33     }
34 }
35

```