

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL  
DE EQUIPOS MÉDICOS DEL LABORATORIO CLÍNICO DEL  
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER

*ARDANYS CANCHILA MERCADO*  
*DAIANA ROMERO CONTRERAS*

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2006

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL  
DE EQUIPOS MÉDICOS DEL LABORATORIO CLÍNICO DEL  
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER

*ARDANYS CANCHILA MERCADO*  
*DAIANA ROMERO CONTRERAS*

Proyecto de grado para optar por el título de Ingeniero Electrónico.

Director  
JAIME GUILLERMO BARRERO PEREZ  
Magíster en Potencia Eléctrica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2006

## RESUMEN

**TÍTULO:** DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE EQUIPOS MÉDICOS DEL LABORATORIO CLÍNICO DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER\*

**AUTORES:** CANCHILA MERCADO, ARDANYS, y, ROMERO CONTRERAS, DAIANA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Automatización, Software de adquisición de datos, RS-232, Labview.

### DESCRIPCIÓN:

El documento aquí presentado expone el desarrollo de un software para la automatización de dos equipos médicos, el Hitachi 902 y el Sysmex KX-21N, utilizando el lenguaje de programación Labview 7.0. El software adquiere los datos de los resultados analíticos generados por los equipos a través del puerto serie de un PC, basándose en el estándar RS-232; también dispone de diferentes opciones donde el usuario puede crear, modificar e imprimir los reportes que se le entregan a los pacientes del Hospital, y además, opciones adicionales de configuración de parámetros del sistemas y de ayudas sobre el manejo del programa, las cuales están diseñadas en formato html.

Esta herramienta de trabajo permite, de manera más eficiente, sistematizar la información en el laboratorio clínico, generar reportes de los exámenes en menor tiempo, agilizar los procesos de entrega de resultados y principalmente, disminuir los errores de la manipulación de la información.

En el primer capítulo se explica el funcionamiento, los componentes y los análisis que realizan cada uno de los equipos, junto con las principales características del estándar RS-232. En el segundo capítulo, se detallan los protocolos de comunicación y se mencionan algunas herramientas para la comunicación serial con Labview y los protocolos que éste utiliza. En el tercer capítulo se expone el desarrollo del software, las diferentes pruebas iniciales de comunicación que se realizaron y cada una de las etapas y opciones en que fue estructurado el programa.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Ingeniería Electrónica. Jaime Guillermo Barrero Pérez.

## ABSTRACT

**TITLE:** DEVELOPMENT OF AN ADMINISTRATION AND CONTROL SYSTEM FOR MEDICAL EQUIPMENT IN THE CLINICAL LABORATORY AT THE HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER\*

**AUTHORS:** CANCHILA MERCADO, ARDANYS, and, ROMERO CONTRERAS, DAIANA\*\*

**KEY WORDS:** Automation, Acquisition Data Software, RS-232, Labview.

### DESCRIPTION:

This document explains the development of a software for the automation of two medical equipments, the Hitachi 902 and the Sysmex KX-21N, using Labview 7.0. The software acquires the data from the analytic results generated by the equipments through the serial port of a PC using the standard RS-232; also allows the user to create, modify and print the reports given to the patients at the hospital, and, configure the system parameters and view the help files, which were designed in HTML format.

This tool efficiently allows the systematization of the information in the clinical laboratory by generating reports of the tests in less time, speeding the results delivery processes and mainly, decrease the errors in information handling.

The first chapter explains the operation, components and analysis performed by each one of the equipments mentioned, along with the main characteristics of the RS-232 standard. The second chapter details the communication protocols and some serial communication tools used with Labview. The third chapter covers the development of the software, the different communication tests performed and each of the stages and options in which the program was structured.

---

\* Graduation Work

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Electronics Engineering. Jaime Guillermo Barrero Pérez.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	4
1.1. SYSMEX KX-21N.....	4
1.1.1. Cuadro Hemático.....	4
1.1.2. Parámetros del Sysmex.....	6
1.1.3. Histogramas.....	7
1.1.4. Tipos de reportes .....	7
1.1.5. Principios de medición .....	8
1.1.6. Modos de operación .....	11
1.1.7. Control de calidad.....	11
1.1.8. Precisión.....	12
1.1.9. Componentes y Funciones del Instrumento .....	13
1.2. HITACHI 902 ANALIZADOR QUÍMICO AUTOMÁTICO.....	15
1.2.1. Tipos de análisis .....	15
1.2.2. Tipos de Muestras.....	19
1.2.3. Componentes y Funciones del Analizador.....	20
1.2.4. Principio de Medida .....	23
1.3. COMUNICACIÓN SERIAL USANDO EL ESTÁNDAR RS-232 .....	25
1.3.1. Estándar RS-232.....	25
1.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN .....	31
2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN .....	32
2.1. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN SYSMEX KX-21N.....	32
2.1.1. Software.....	32
2.1.2. Hardware.....	39
2.2. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN HITACHI 902 .....	41
2.2.1. Software.....	41
2.2.2. Hardware.....	50
2.3. COMUNICACIÓN SERIAL USANDO LABVIEW .....	52
2.3.1. VISA Configure Serial Port.vi .....	56
2.3.2. Escritura en el puerto serie .....	57
2.3.3. Lectura del puerto serie.....	57

2.3.4. Número de datos en el buffer de entrada.....	58
3. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA ADQUIRIR INFORMACIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS	60
3.1. PRUEBAS INICIALES DE COMUNICACIÓN SERIAL .....	61
3.1.1. Pruebas Hyperterminal.....	61
3.1.2. Pruebas iniciales en LabVIEW.....	63
3.2. ESTRUCTURA DEL SOFTWARE.....	65
3.3. ETAPA DE RECEPCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS .....	66
3.3.1. Sysmex KX-21N .....	67
3.3.2. Hitachi 902.....	70
3.4. ETAPA DE GENERACIÓN DE REPORTES .....	74
3.4.1. Crear Reportes .....	75
3.4.2. Modificar Reportes .....	89
3.4.3. Imprimir Reportes.....	96
3.5. PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN.....	101
3.6. PROGRAMACIÓN DE CANALES .....	108
3.7. OPCIÓN ADICIONAL DE AYUDA .....	111
3.8. PRUEBAS Y RESULTADOS .....	114
4. CONCLUSIONES.....	116
5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES .....	120
BIBLIOGRAFIA.....	122
ANEXO A.....	124
ANEXO B.....	149
ANEXO C.....	176

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD, SYSMEX KX-21N .....	11
TABLA 2. PRECISIÓN DE LOS PARÁMETROS OBTENIDOS EN EL SYSMEX KX-21N MODO SANGRE COMPLETA ....	12
TABLA 3. PINES DE CONEXIÓN PARA EL CONECTOR DB-9 SEGÚN ESTÁNDAR RS-232 .....	28
TABLA 4. CLASE DE PROTOCOLO DE TRANSMISIÓN SYSMEX KX-21N .....	33
TABLA 5. FORMATO DE LOS DATOS ANALÍTICOS .....	34
TABLA 6. FORMATO DE LOS DATOS QC.....	35
TABLA 7. INFORMACIÓN MODO DE ANÁLISIS .....	37
TABLA 8. INFORMACIÓN DE PDA PARA SYSMEX KX-21N.....	37
TABLA 9. CONFIGURACIÓN NUMÉRICA DE LOS DATOS .....	38
TABLA 10. ESPECIFICACIONES DE COMUNICACIÓN SYSMEX KX-21.....	38
TABLA 11. SEÑALES DE CABLE DE CONEXIÓN SYSMEX KX-21N .....	39
TABLA 12. NIVEL DE SEÑAL .....	40
TABLA 13. REPRESENTACIÓN NUMÉRICA DEL VALOR MEDIDO.....	47
TABLA 14. ESPECIFICACIONES DE COMUNICACIÓN HITACHI 902 .....	49
TABLA 15. SEÑALES DE CABLE DE CONEXIÓN HITACHI 902.....	51
TABLA 16. NIVEL DE SEÑAL.....	51
TABLA 17. CARACTERES ASCII.....	177

## LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA 1.1.</i> TIPOS DE CÉLULAS EVALUADAS EN EL CUADRO HEMÁTICO .....	5
<i>FIGURA 1.2.</i> HISTOGRAMAS GENERADOS POR EL KX-21N .....	7
<i>FIGURA 1.3.</i> TIPOS DE REPORTES IMPRESOS POR EL SYSMEX KX-21N.....	8
<i>FIGURA 1.4.</i> MÉTODO DE DETECCIÓN DC .....	9
<i>FIGURA 1.5.</i> PANEL FRONTAL DEL SYSMEX KX-21N.....	13
<i>FIGURA 1.6.</i> PANEL TRASERO SYSMEX KX-21N .....	14
<i>FIGURA 1.7.</i> COMPONENTES DEL ANALIZADOR AUTOMÁTICO HITACHI 902 .....	23
<i>FIGURA 1.8.</i> NIVELES DE TENSIÓN EN RS-232 PARA EL CARÁCTER A EN ASCII.....	26
<i>FIGURA 1.9.</i> RANGOS DE VOLTAJE Y ESTADOS LÓGICOS DEL ESTÁNDAR RS-232.....	27
<i>FIGURA 1.10.</i> CONECTOR DB-25 TIPO HEMBRA.....	28
<i>FIGURA 1.11.</i> CONECTOR DB-9, TIPO HEMBRA.....	28
<i>FIGURA 2.1.</i> FORMATO DEL DATO ANALÍTICO.....	37
<i>FIGURA 2.2.</i> CONEXIÓN DEL CABLE DE COMUNICACIÓN DEL SYSMEX KX-21N .....	40
<i>FIGURA 2.3.</i> ESTRUCTURA DEL <i>FRAME</i> .....	41
<i>FIGURA 2.4.</i> ESTRUCTURA DEL CAMPO DE DATOS .....	43
<i>FIGURA 2.5.</i> DATOS QUE CONFORMAN LA INFORMACIÓN DE LA MUESTRA .....	43
<i>FIGURA 2.6.</i> FORMATO DE LA POSICIÓN EN MEMORIA.....	44
<i>FIGURA 2.7.</i> FORMATO DE LA POSICIÓN DE LA MUESTRA.....	44
<i>FIGURA 2.8.</i> FORMATO DEL NÚMERO ID.....	44
<i>FIGURA 2.9.</i> FORMATO CUENTA DE CANAL.....	45
<i>FIGURA 2.10.</i> FORMATO DATOS ANALÍTICOS .....	46
<i>FIGURA 2.11.</i> FORMATO NÚMERO DE CANAL .....	46
<i>FIGURA 2.12.</i> RANGO DE ACUMULACIÓN BCC.....	48
<i>FIGURA 2.13.</i> RANGO DE CALCULO CKSH Y CKSL .....	48
<i>FIGURA 2.14.</i> CONEXIÓN DEL CABLE DE COMUNICACIÓN DEL HITACHI 902.....	52
<i>FIGURA 2.15.</i> ICONO VISA CONFIGURE <i>SERIAL PORT.VI</i> .....	56
<i>FIGURA 2.16.</i> ICONO VISA <i>WRITE.VI</i> .....	57
<i>FIGURA 2.17.</i> ICONO VISA <i>READ.VI</i> .....	58
<i>FIGURA 2.18.</i> ICONO VISA <i>BYTES AT SERIAL PORT.VI</i> .....	59
<i>FIGURA 3.1.</i> CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN SERIAL EN <i>HYPERTERMINAL</i> .....	62
<i>FIGURA 3.2.</i> CÓDIGO LABVIEW PARA PRUEBAS INICIALES DE COMUNICACIÓN SYSMEX KX-21N.....	64
<i>FIGURA 3.3.</i> CÓDIGO LABVIEW PARA PRUEBAS INICIALES DE COMUNICACIÓN HITACHI 902.....	65
<i>FIGURA 3.4.</i> CONFIGURACIÓN DEL PUERTO SERIAL EN LABVIEW .....	66
<i>FIGURA 3.5.</i> CÓDIGO LABVIEW PARA LA LECTURA DE DATOS DEL SYSMEX KX-21N.....	68
<i>FIGURA 3.6.</i> PROCESAMIENTO DE LOS DATOS ANALÍTICOS DEL SYSMEX KX-21N .....	69
<i>FIGURA 3.7.</i> DIAGRAMA DE FLUJO ETAPA DE RECEPCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS .....	70
<i>FIGURA 3.8.</i> LECTURA DE LOS DATOS ANALÍTICOS DEL HITACHI 902.....	71
<i>FIGURA 3.9.</i> PROCESAMIENTO DE LOS DATOS ANALÍTICOS EN LABVIEW .....	72
<i>FIGURA 3.10.</i> DIAGRAMA DE FLUJO ETAPA DE RECEPCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS .....	73
HITACHI 902 .....	73

<i>FIGURA 3.11.</i>	VENTANA REPORTES HITACHI 902 Y SYSMEX KX-21N .....	74
<i>FIGURA 3.12.</i>	VENTANA PARA INGRESAR A CREAR REPORTES .....	75
<i>FIGURA 3.13.</i>	VENTANA CREAR REPORTES DEL SYSMEX KX-21N .....	76
<i>FIGURA 3.14.</i>	MODIFICADOR DE DATOS ANALÍTICOS SYSMEX KX-21N .....	77
<i>FIGURA 3.15.</i>	TAB CONTROL PARA MODIFICAR DIFERENCIAL .....	78
<i>FIGURA 3.16.</i>	CÓDIGO LABVIEW PARA GUARDAR EL ARCHIVO DE TEXTO DEL REPORTE.....	79
<i>FIGURA 3.17.</i>	ARCHIVO DE TEXTO DEL REPORTE CREADO .....	80
<i>FIGURA 3.18.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO REPORTES Y OPCIÓN CREAR REPORTES PARA SYSMEX KX-21N.....	81
<i>FIGURA 3.19.</i>	CONTINUACIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO REPORTES Y OPCIÓN CREAR REPORTES PARA SYSMEX KX-21N .....	82
<i>FIGURA 3.20.</i>	VENTANA CREAR REPORTES DEL HITACHI 902 .....	83
<i>FIGURA 3.21.</i>	SELECTOR Y MODIFICADOR DE DATOS ANALÍTICOS .....	84
<i>FIGURA 3.22.</i>	TAB CONTROL PARA MODIFICAR LOS NOMBRES DE LOS ANÁLISIS .....	85
<i>FIGURA 3.23.</i>	ARCHIVO DE TEXTO DEL REPORTE CREADO .....	86
<i>FIGURA 3.24.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO REPORTES Y OPCIÓN CREAR REPORTES PARA EL HITACHI 902.....	87
<i>FIGURA 3.25.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO REPORTES Y OPCIÓN CREAR REPORTES PARA EL HITACHI 902.....	88
<i>FIGURA 3.26.</i>	VENTANA PARA INGRESAR A MODIFICAR REPORTE.....	89
<i>FIGURA 3.27.</i>	LECTURA DEL ARCHIVO DE TEXTO DEL REPORTE.....	90
<i>FIGURA 3.28.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPCIÓN MODIFICAR REPORTE PARA EL SYSMEX KX-21N .....	91
<i>FIGURA 3.29.</i>	CONTINUACIÓN DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OPCIÓN MODIFICAR REPORTE PARA EL SYSMEX KX- 21N .....	92
<i>FIGURA 3.30.</i>	EXTRACCIÓN DE LA INFORMACIÓN A PARTIR DEL ARCHIVO DE TEXTO .....	93
<i>FIGURA 3.31.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO MODIFICAR REPORTE PARA EL HITACHI 902.....	94
<i>FIGURA 3.32.</i>	CONTINUACIÓN DIAGRAMA DE FLUJO MODIFICAR REPORTE PARA EL HITACHI 902 .....	95
<i>FIGURA 3.33.</i>	VENTANA IMPRIMIR REPORTES. ....	96
<i>FIGURA 3.34.</i>	CÓDIGO LABVIEW PARA IMPRIMIR LOS REPORTES .....	97
<i>FIGURA 3.35.</i>	FORMATO DE IMPRESIÓN DE LOS REPORTES DEL SYSMEX.....	98
<i>FIGURA 3.36.</i>	FORMATO DE IMPRESIÓN DE LOS REPORTES DEL HITACHI.....	99
<i>FIGURA 3.37.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO OPCIÓN IMPRIMIR REPORTE SYSMEX KX-21N E HITACHI 902.....	100
<i>FIGURA 3.38.</i>	VENTANAS DE PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN SYSMEX KX-21N E HITACHI 902.....	101
<i>FIGURA 3.39.</i>	LECTURA DEL ARCHIVO DE PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN.....	102
<i>FIGURA 3.40.</i>	CÓDIGO LABVIEW PARA CONFIGURACIÓN DEL PUERTO SERIAL.....	103
<i>FIGURA 3.41.</i>	CÓDIGO LABVIEW PARA CONFIGURACIONES DE IMPRESIÓN.....	104
<i>FIGURA 3.42.</i>	CÓDIGO LABVIEW PARA ADICIONAR CÓDIGO Y NOMBRE DE LOS BACTERIÓLOGOS .....	105
<i>FIGURA 3.43.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO ETAPA PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN SYSMEX KX-21N .....	106
<i>FIGURA 3.44.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO ETAPA PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN HITACHI 902.....	107
<i>FIGURA 3.45.</i>	CONTINUACIÓN DIAGRAMA DE FLUJO ETAPA PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN HITACHI 902.....	108
<i>FIGURA 3.46.</i>	VENTANA PROGRAMACIÓN DE CANALES .....	109
<i>FIGURA 3.47.</i>	CÓDIGO LABVIEW PARA INGRESAR LOS CÓDIGOS Y NOMBRES DE LOS BACTERIÓLOGOS.....	110
<i>FIGURA 3.48.</i>	DIAGRAMA DE FLUJO PROGRAMACIÓN DE CANALES .....	111
<i>FIGURA 3.49.</i>	CÓDIGO LABVIEW PARA LAS AYUDAS SAIEM .....	112
<i>FIGURA 3.50.</i>	TABLA DE CONTENIDO AYUDAS SAIEM .....	114
<i>FIGURA A.1.</i>	VENTANA SELECTOR DE EQUIPOS DEL S.A.I.E.M.....	124
<i>FIGURA A.2.</i>	VENTANAS PRINCIPALES PARA HITACHI 902 Y SYSMEX KX-21N .....	125
<i>FIGURA A.3.</i>	MENSAJE DE CONTROL LECTURA DE DATOS .....	125
<i>FIGURA A.4.</i>	MENSAJE DE ERROR EN LOS PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN PARA LA LECTURA.....	126
<i>FIGURA A.5.</i>	MENSAJE DE ERROR EN LA TRANSMISIÓN DE LOS DATOS DEL HITACHI 902.....	126
<i>FIGURA A.6.</i>	VENTANA REPORTES HITACHI 902 Y SYSMEX KX-21N.....	127
<i>FIGURA A.7.</i>	VENTANA PARA INGRESAR A CREAR REPORTE .....	128
<i>FIGURA A.8.</i>	MENSAJES DE CONTROL DE INGRESO DE DATOS PARA CREAR REPORTES .....	128
<i>FIGURA A.9.</i>	MENSAJES DE VERIFICACIÓN DE ARCHIVOS.....	128
<i>FIGURA A.10.</i>	VENTANA PRINCIPAL DE CREAR REPORTES HITACHI 902 .....	129

<i>FIGURA A.11.</i> VENTANA MODIFICAR LOS NOMBRES DE LOA ANÁLISIS .....	130
<i>FIGURA A.12.</i> VENTANA PRINCIPAL DE CREAR REPORTES SYSMEX KX-21N.....	132
<i>FIGURA A.13.</i> SELECCIÓN DEL TIPO DE EXAMEN.....	132
<i>FIGURA A.14.</i> SELECCIÓN DEL MODIFICAR PARA CAMBIAR DATOS ANALÍTICOS .....	133
<i>FIGURA A.15.</i> VENTANA MODIFICAR DIFERENCIAL .....	133
<i>FIGURA A.16.</i> MENSAJE DE CONTROL DE PORCENTAJES DEL DIFERENCIAL .....	134
<i>FIGURA A.17.</i> MENSAJE DE CONTROL AL ELIMINAR DATOS DEL DIFERENCIAL.....	134
<i>FIGURA A.18.</i> MENSAJE DE CONTROL AL ADICIONAR UN DATO AL DIFERENCIAL.....	135
<i>FIGURA A.19.</i> VENTANA PARA INGRESAR A MODIFICAR REPORTE .....	136
<i>FIGURA A.20.</i> MENSAJE DE CONTROL DE HISTORIA CLÍNICA EN MODIFICAR REPORTE .....	136
<i>FIGURA A.21.</i> VENTANA PRINCIPAL MODIFICAR REPORTES HITACHI 902 .....	137
<i>FIGURA A.22.</i> VENTANA PRINCIPAL MODIFICAR REPORTE SYSMEX KX-21N.....	138
<i>FIGURA A.23.</i> MENSAJE DE CONTROL PARA GUARDAR EL REPORTE.....	139
<i>FIGURA A.24.</i> VENTANA PARA INGRESAR A IMPRIMIR REPORTE.....	140
<i>FIGURA A.25.</i> MENSAJE DE CONTROL DE HISTORIA CLÍNICA EN IMPRIMIR REPORTE .....	140
<i>FIGURA A.26.</i> VENTANA PRINCIPAL IMPRIMIR REPORTE .....	141
<i>FIGURA A.27.</i> VENTANA PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN HITACHI 902.....	142
<i>FIGURA A.28.</i> VENTANA PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN SYSMEX KX-21N.....	142
<i>FIGURA A.29.</i> ELEGIR CONFIGURACIÓN DEL PUERTO SERIAL HITACHI 902 .....	143
<i>FIGURA A.30.</i> MENSAJES DE CONTROL DE INGRESO DE DATOS PARA MODIFICAR CÓDIGO Y NOMBRE DE BACTERIÓLOGOS.....	144
<i>FIGURA A.31.</i> MENSAJE DE CONTROL REEMPLAZAR CÓDIGO Y NOMBRE DE BACTERIÓLOGO.....	144
<i>FIGURA A.32.</i> MENSAJE DE CONTROL ELIMINAR CÓDIGO Y NOMBRE DE BACTERIÓLOGO.....	144
<i>FIGURA A.33.</i> MENSAJE DE CONTROL PARA GUARDAR CAMBIOS EN PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN.....	145
<i>FIGURA A.34.</i> VENTANA PROGRAMACIÓN DE CANALES .....	146
<i>FIGURA A.35.</i> MENSAJE DE CONTROL DEL INGRESO DE NÚMERO DE CANALES .....	146
<i>FIGURA A.36.</i> VENTANA PROGRAMACIÓN DE CANALES INGRESO DE LA INFORMACIÓN.....	147
<i>FIGURA A.37.</i> MENSAJES DE CONTROL INGRESO DEL NÚMERO Y NOMBRE DE CANAL .....	147
<i>FIGURA A.38.</i> VENTANA PARA ESCOGER LA CONFIGURACIÓN DE CANAL.....	148
<i>FIGURA A.39.</i> MENSAJE DE CONTROL AL GUARDAR LA CONFIGURACIÓN DE CANAL.....	148
<i>FIGURA B.1.</i> CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN EN EL HITACHI 902 .....	150
<i>FIGURA B.2.</i> VENTANA DE SELECCIÓN DE AJUSTES DEL SISTEMA SYSMEX KX-21N .....	151
<i>FIGURA B.3.</i> VENTANA DE SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN SYSMEX KX-21N.....	151
<i>FIGURA B.4.</i> ENVÍO DE DATOS HITACHI 902.....	153
<i>FIGURA B.5.</i> ENVÍO DE DATOS SYSMEX KX-21N .....	154
<i>FIGURA B.6.</i> VENTANA SELECTOR DE EQUIPOS DEL S.A.I.E.M.....	155
<i>FIGURA B.7.</i> VENTANA PRINCIPAL SYSMEX KX-21N SELECCIÓN RECIBIR DATOS .....	156
<i>FIGURA B.8.</i> VENTANA PRINCIPAL SYSMEX KX-21N SELECCIÓN REPORTES .....	157
<i>FIGURA B.9.</i> VENTANA REPORTES SYSMEX KX-21N SELECCIÓN CREAR REPORTE .....	157
<i>FIGURA B.10.</i> VENTANA DE INGRESO A CREAR REPORTE SYSMEX KX-21N.....	158
<i>FIGURA B.11.</i> VENTANA CREAR REPORTES SYSMEX KX-21N .....	158
<i>FIGURA B.12.</i> SUB VENTANA MODIFICAR DIFERENCIAL.....	159
<i>FIGURA B.13.</i> VENTANA REPORTES SYSMEX KX-21N SELECCIÓN MODIFICAR REPORTE .....	160
<i>FIGURA B.14.</i> VENTANA DE INGRESO A MODIFICAR REPORTE SYSMEX KX-21N .....	161
<i>FIGURA B.15.</i> VENTANA REPORTES SYSMEX KX-21N SELECCIÓN IMPRIMIR REPORTE.....	162
<i>FIGURA B.16.</i> VENTANA DE INGRESO A IMPRIMIR REPORTE SYSMEX KX-21N.....	162
<i>FIGURA B.17.</i> VENTANA IMPRIMIR REPORTE SYSMEX KX-21N .....	163
<i>FIGURA B.18.</i> VENTANA PRINCIPAL SYSMEX KX-21N SELECCIÓN PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN .....	163
<i>FIGURA B.19.</i> VENTANA PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN SYSMEX KX-21N .....	165
<i>FIGURA B.20.</i> VENTANA PRINCIPAL HITACHI 902 SELECCIÓN RECIBIR DATOS .....	166
<i>FIGURA B.21.</i> VENTANA PRINCIPAL HITACHI 902 SELECCIÓN REPORTES .....	167
<i>FIGURA B.22.</i> VENTANA REPORTES HITACHI 902 SELECCIÓN CREAR REPORTE .....	167

<i>FIGURA B.23.</i> VENTANA DE INGRESO A CREAR REPORTE HITACHI 902 .....	168
<i>FIGURA B.24.</i> VENTANA CREAR REPORTES HITACHI 902 .....	168
<i>FIGURA B.25.</i> SUB VENTANA MODIFICAR NOMBRE ANÁLISIS.....	169
<i>FIGURA B.26.</i> VENTANA REPORTES HITACHI 902 SELECCIÓN MODIFICAR REPORTE .....	170
<i>FIGURA B.27.</i> VENTANA DE INGRESO A MODIFICAR REPORTE HITACHI 902.....	170
<i>FIGURA B.28.</i> VENTANA PRINCIPAL HITACHI 902 SELECCIÓN PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN.....	172
<i>FIGURA B.29.</i> VENTANA PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN HITACHI 902 .....	173
<i>FIGURA B.30.</i> VENTANA PRINCIPAL HITACHI 902 SELECCIÓN PROGRAMACIÓN DE CANALES .....	174
<i>FIGURA B.31.</i> VENTANA PROGRAMACIÓN DE CANALES .....	174
<i>FIGURA B.32.</i> VENTANA PARA ESCOGER LA CONFIGURACIÓN DE CANAL.....	175

## **INTRODUCCIÓN**

El sector de la salud, considerado como una empresa prestadora de servicios, tiene la necesidad de mejorar la calidad de la atención a sus clientes implementando nuevas tecnologías que agilicen los procesos y amplíen la cobertura de usuarios. Es de vital importancia que la información que se maneja en el interior de los hospitales para la toma de decisiones y diagnósticos sea confiable tanto para el personal profesional como para el paciente.

Estas empresas prestadoras de servicios tienen como objetivo servir al cliente de una manera eficaz, con seguridad y puntualidad; esto lo pueden lograr aplicando nuevas tecnologías y sistemas de información. Además, no podemos olvidar que la salud es una de las principales prioridades de los seres humanos; por ello cada día el hombre se esmera más en la búsqueda científica y tecnológica de nuevos procesos que ayuden a mejorar su calidad de vida.

Adicionalmente, se busca abrir oportunidades de futuros desarrollos de tecnología respecto a los sistemas de información y la automatización de los procesos hospitalarios, para propiciar un mejor funcionamiento y calidad de los servicios de salud. Además, la investigación y el estudio sobre el bienestar de los individuos precisan hoy más que nunca de datos de alta calidad y de resultados que tengan como base estudios interdisciplinarios, teniendo en cuenta que la salud y el bienestar humanos son la base y la razón de ser de todos los esfuerzos del desarrollo.

Al pensar en las necesidades de las personas en cuanto al sector de la salud, es importante mejorar la calidad del servicio prestado por el laboratorio clínico del Hospital Universitario de Santander, ampliando los procesos de análisis clínico, disminuyendo el tiempo de

entrega de resultados y los errores que se presentan actualmente, para que la comunidad pueda confiar y a la vez hacer uso del servicio prestado por el hospital con mayor frecuencia.

En este trabajo de grado se implementa un software para adquirir información de dos equipos médicos, generar reportes de los resultados obtenidos e imprimirlos. Además, generar dichos reportes como archivos que puedan ser anexados a la base de datos hospital por medio de su sistema de información. Este software se consolida como una herramienta que contribuye a mejorar la calidad del servicio del hospital, ya que los procesos de generación de reportes que se llevan a cabo manualmente serán automatizados, eliminando los errores que se presentan al digitar la información y disminuyendo el tiempo de entrega de los resultados al paciente.

El software es desarrollado usando como lenguaje de programación Labview 7.0, el cual es proporcionado por la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander. El software es estructurado por etapas, las cuales corresponden a las opciones principales del problema: lectura de datos, generación e impresión de reportes.

Este libro consta de cinco capítulos. En el primer capítulo, denominado fundamentación teórica, se explica el funcionamiento de los equipos médicos utilizados en el proyecto, sus componentes y los análisis que realizan en las muestra de sangre u orina tomada de los pacientes. Además, se mencionan las principales características del estándar RS-232 y los criterios de selección del lenguaje de programación.

En el segundo capítulo, se detallan los protocolos de comunicación de cada uno de los equipos médicos, y se mencionan algunas herramientas para la comunicación serial con Labview y los protocolos que éste utiliza. En el tercer capítulo se expone el desarrollo del software para adquirir información de equipos médicos, las diferentes pruebas iniciales de comunicación que se realizaron y cada una de las etapas y opciones en que fue estructurado el programa, como son la lectura de los datos, reportes, parámetros de configuración y

programación de canales. Adicionalmente se habla de la ayuda creada al programa y las pruebas y resultados obtenidos.

En el cuarto capítulo se exponen las conclusiones, y en el quinto, las observaciones y recomendaciones. Finalmente se expone el software a partir de la interfaz grafica y se presenta un manual de usuario como anexo al final del libro, donde se explica el correcto manejo del software y cómo se deben configurar los equipos médicos para comunicarse con el PC.

# **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

## **1.1. SYSMEX KX-21N**

El Sysmex KX-21N es un analizador de hematología que ve físicamente las células de la sangre y hace un conteo de ellas para determinar cuantitativamente el recuento total de leucocitos (WBC), recuento total de células rojas (RBC), hemoglobina (HGB), hematocrito (HCT), volumen corpuscular medio (MCV) y plaquetas (PLT), entre otros.

El equipo se basa en el método de la impedancia, donde una cantidad determinada de células en solución pasa a través de una apertura entre dos electrodos entre los cuales fluye corriente directa. El paso de las células produce un aumento momentáneo de la impedancia o cambio de voltaje, la cual es registrada en la forma de impulsos eléctricos cuya amplitud es proporcional al volumen de la célula. El número de células es proporcional al número de impulsos generados.

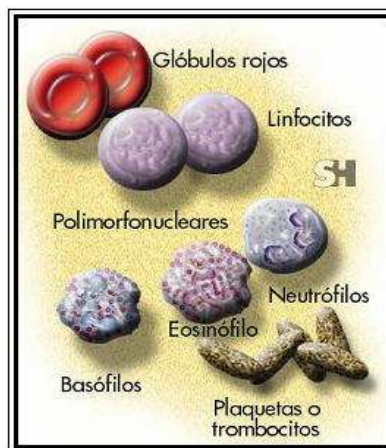
Los resultados son entregados en un formato llamado cuadro hemático.

### **1.1.1. Cuadro Hemático**

El cuadro hemático es una prueba de laboratorio que consiste en contar el número de células que hay en un volumen dado de sangre, y calcular el porcentaje de cada tipo celular respecto del total de glóbulos blancos. Es tan importante que hace parte del examen médico de rutina. Dadas las funciones de cada célula sanguínea, esta prueba permite confirmar y/o sospechar diversas enfermedades. La sangre que circula a través del cuerpo está compuesta por una parte líquida y por células. El líquido es llamado plasma. Las células son de tres tipos: rojas, blancas y plaquetas.

- ✓ **Glóbulos rojos o hematíes**<sup>1</sup>. son las células sanguíneas que se tienen en mayor cantidad y contienen la hemoglobina, que es la sustancia que le proporciona a la sangre color rojo, transporta oxígeno desde pulmones a los diferentes tejidos del organismo y elimina algunas sustancias de desecho.
- ✓ **Glóbulos blancos o leucocitos**<sup>1</sup>. se encargan de proteger al organismo contra los diferentes tipos de microbios, por ello, cuando se presenta alguna infección aumentan su número para mejorar las defensas. Es importante saber que existen diferentes tipos de estas células, como los linfocitos (defienden mediante la producción de anticuerpos), neutrófilos (atacan a todo tipo de organismo extraño), eosinófilos (se activan para atacar parásitos o en caso de alergia), monocitos y granulocitos (encargados de digerir microorganismos extraños hasta eliminarlos).
- ✓ **Plaquetas o trombocitos**<sup>1</sup>. las plaquetas, son los componentes celulares más pequeños de la sangre. Cuando encuentran un vaso sanguíneo dañado se acumulan, se adhieren unas a otras y cierran el vaso. Secretan compuestos químicos que modifican a una proteína córnea de la sangre, el fibrinógeno, de modo que forma una malla de fibras en el lugar dañado. El coágulo se forma cuando quedan atrapadas entre las fibras, plaquetas y células sanguíneas blancas y rojas.

*Figura 1.1.* Tipos de células evaluadas en el cuadro hemático



Fuente: <http://www.saludhoy.com/htm/exam/articulo/cuahema1.html>

<sup>1</sup> Tomado de: <http://www.saludymedicinas.com.mx/ARTICULO2.asp?ID=768&bann=biblioteca>

En el cuadro hemático, son importantes algunos valores medidos en base a las células mencionadas, como:

**Hematocrito<sup>2</sup>:** mide el tanto por ciento del volumen total de una muestra de sangre venosa ocupada por los hematíes, o expresado de otra manera es la relación entre el volumen de eritrocitos y el de la sangre total. Se expresa como porcentaje (%).

**Hemoglobina<sup>2</sup>:** es el componente principal de los glóbulos rojos, es una proteína conjugada que sirve de vehículo para el transporte de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Se aumenta en hemoconcentración, en estados de shock, quemaduras y otros. Se disminuye en casos de anemia.

**Recuento total de leucocitos<sup>2</sup>:** es el número de leucocitos por mm<sup>3</sup> de sangre, enumera todo tipo de células nucleadas en la sangre. Los leucocitos se dividen en cinco grupos: neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos.

**Recuento de plaquetas<sup>2</sup>:** es útil para diagnosticar y/o monitorizar los trastornos en la coagulación.

### 1.1.2. Parámetros del Sysmex

El contador hematológico Sysmex KX-21N realiza los siguientes 17 parámetros:

- ✓ Conteo de eritrocitos totales
- ✓ Conteo de leucocitos totales
- ✓ Conteo de plaquetas totales
- ✓ Determinación de hematocrito
- ✓ Determinación de hemoglobina
- ✓ Determinación de volumen corpuscular medio
- ✓ Determinación de la concentración de hemoglobina
- ✓ Determinación de la concentración corpuscular de hemoglobina

---

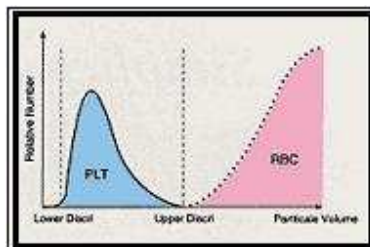
<sup>2</sup> Tomado de <http://www.med-informatica.com/Laboratorio.htm#Coagulación>

- ✓ Número de linfocitos
- ✓ Número de células mixtas
- ✓ Número de neutrófilos
- ✓ Porcentaje de linfocitos
- ✓ Porcentaje de células mixtas
- ✓ Porcentaje de neutrófilos
- ✓ Ancho de la distribución de eritrocitos
- ✓ Ancho de la distribución aritmética de plaquetas
- ✓ Volumen medio de plaquetas

### 1.1.3. Histogramas

El equipo es capaz de graficar tres histogramas: leucocitos, eritrocitos y plaquetas.

*Figura 1.2.* Histogramas generados por el KX-21N

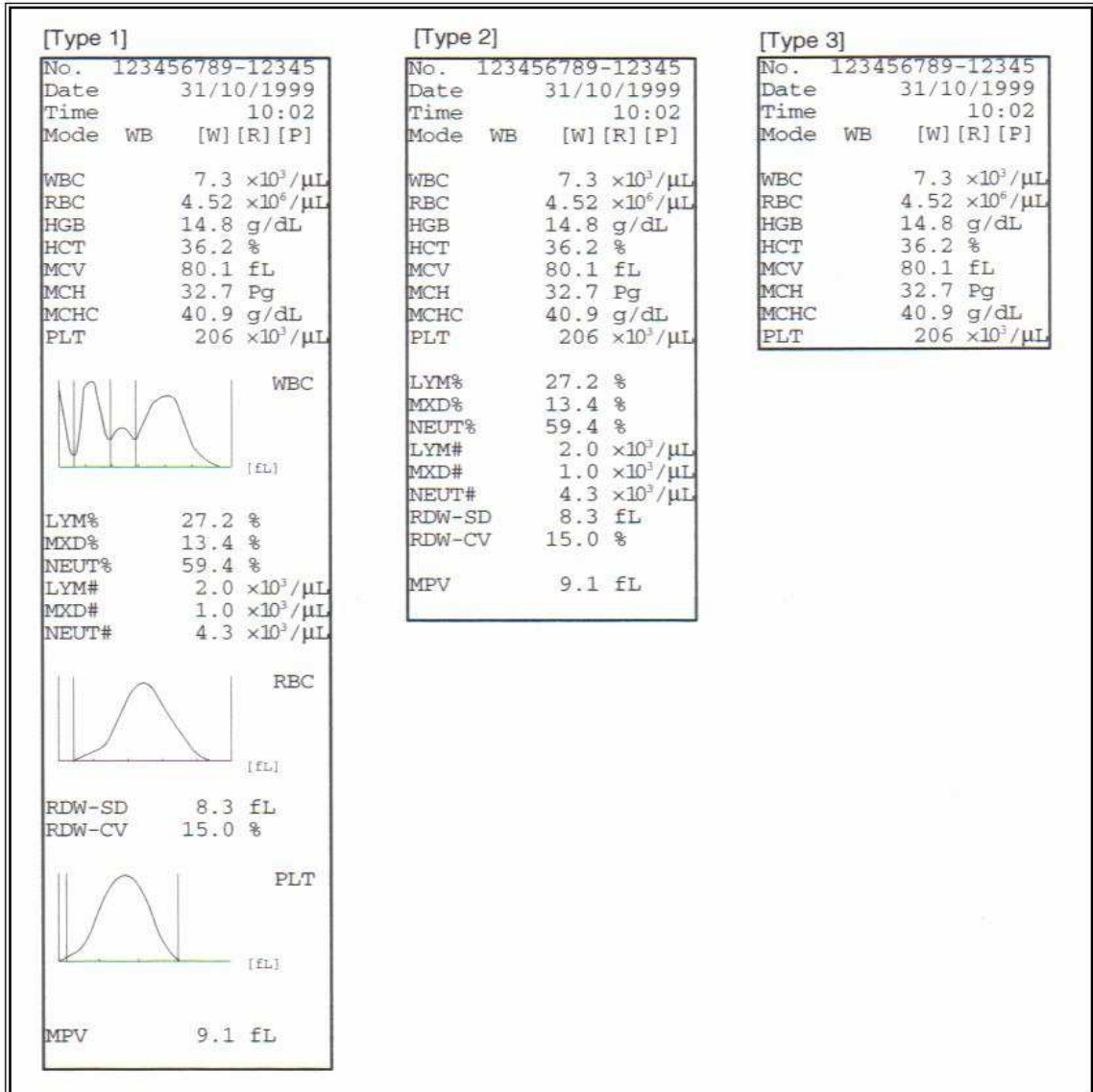


*Fuente: Autores*

### 1.1.4. Tipos de reportes

El KX-21N tiene la capacidad de trabajar con tres tipos diferentes de reporte de resultados como se muestran a continuación. En el reporte tipo 1 imprime los 17 parámetros mencionados anteriormente y los tres histogramas: leucocitos, eritrocitos y plaquetas. En el tipo dos, envía los resultados de los 17 parámetros que genera, y por último el tipo 3 presenta los resultados de 8 parámetros únicamente.

Figura 1.3. Tipos de reportes impresos por el Sysmex KX-21N



Fuente: Manual de usuario Sysmex KX-21N

### 1.1.5. Principios de medición

El KX-21N utiliza dos principios de medición para obtener los parámetros mencionados anteriormente.

- ✓ Método de detección de DC o impedancia.

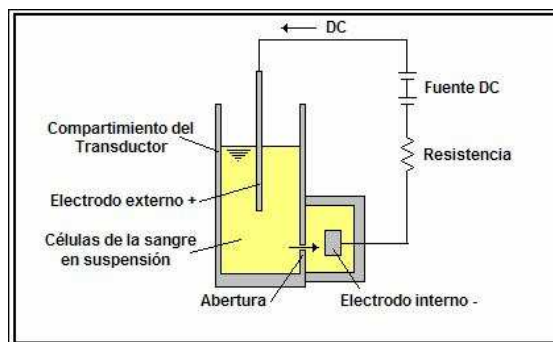
✓ *Cianomete* hemoglobina o SLS-hemoglobina.

➤ **Método de Detección de DC**

En este método, la muestra de sangre se aspira del tubo de ensayo, a un volumen determinado, para ser introducido en cada uno de los compartimientos de los transductores. El compartimiento del transductor tiene una pequeña abertura (como se muestra en la figura); a cada lado de la abertura se encuentra un electrodo, entre los cuales se hace circular corriente eléctrica directa. Las células en la sangre de la muestra diluida que pasan a través de la abertura varían la resistencia de DC entre los electrodos. La variación de la resistencia se detecta como pulsos eléctricos que se interpretan como el tamaño de la célula.

La cantidad de células en la muestra de sangre se calcula contando los pulsos, y un histograma del tamaño de las células se grafica determinando el tamaño de los pulsos. Asimismo, analizando el histograma es posible obtener diferentes datos analíticos.

*Figura 1.4. Método de Detección DC*



*Fuente: Manual de usuario Sysmex KX-21N*

➤ **Método de Análisis Non-Cianuro Hemoglobina**

Analizar la hemoglobina por los métodos automatizados *Cyanmethemoglobin* o el método *Oxihemoglobin* han sido uno de los principales procesos realizados hasta ahora. El

método de *Cyanmethemoglobin* se recomendó como el método normal internacional en 1966 por ICSH (el Comité Internacional para la Estandarización en Hematología).

Este método, sin embargo, es deficiente en la proporción de conversión de hemoglobina y no puede decirse que sea un método apropiado en el proceso automatizado en que se requiere analizar varias muestras a la vez. Además, este método usa el reactivo de compuesto de cianuro que es una sustancia venenosa y requiere de procesos de desecho; así, apenas puede llamarse el método ambientalmente medio favorable.

Actualmente, puede decirse que este método no es conveniente para un instrumento totalmente automatizado ya que presenta muchas pérdidas.

El método de *Oxihemoglobin*, por otro lado, es más rápido en la proporción de conversión de hemoglobina; de hecho, la hemoglobina de sangre se convierte instantáneamente en la oxihemoglobina. Tampoco, contiene la sustancia venenosa como el método del *cyanmethemoglobin*, haciendo de este el método conveniente para la oxihemoglobina. Por consiguiente, cuando una gran cantidad de *methe-hemoglobin* esta contenida en la sangre, el resultado de valores esta por debajo del valor real, aunque sangre humana usualmente no propone ningún problema.

El método de análisis *Non-cianuro* hemoglobina utiliza las ventajas de los dos métodos anteriores. Este convierte la hemoglobina de la sangre rápidamente como el método de *Oxihemoglobin* y no contiene ninguna sustancia venenosa, haciéndolo conveniente para el método automatizado.

Además es capaz de analizar la sangre por el método de la *methe-hemoglobin*, este método puede analizar sangre con precisión, etc., haciendo de este un método ideal.

### 1.1.6. Modos de operación

El Sysmex KX-21N trabaja con dos modos de operación; uno llamado Modo de sangre completa y el otro Modo prediluido. En el modo de sangre completa, la muestra de sangre se analiza cuando el estado de la muestra es completo, es decir, tal cual se tomo del paciente. En el modo pre-diluido se utiliza una cantidad diminuta de la sangre del paciente, por ejemplo de la yema de los dedos; adicionalmente la muestra de diluye de 1:26 antes del análisis.

### 1.1.7. Control de calidad

El control de calidad del sistema KX-21N se puede realizar utilizando dos métodos.

- ✓ Sangre control (L-J) *Levy-Jennigns*: el dato de control de calidad es el resultado de un solo análisis.
- ✓ Sangre control X: en este método, el suero control se analiza dos veces y la media de estos dos análisis se utiliza como dato de control.

El control de calidad del sistema KX-21N controla los siguientes 18 parámetros.

*Tabla 1.* Parámetros de control de calidad, Sysmex KX-21N

Parámetros controlados	
8 parámetros principales	WBC, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT
6 parámetros para la clasificación de los glóbulos blancos	NEUT%, LYM%, MXD%, NEUT#, LYM#, MXD#
4 parámetros de análisis de tamaño de partículas	RDW-SD/CV, PDW, MPV

Para el control de calidad de estos 18 parámetros el sistema KX-21 cuenta con 6 archivos y para cada uno de estos tiene la capacidad de almacenar los datos del control de calidad y las gráficas de *Levy-Jennings* para cada parámetro.

### 1.1.8. Precisión

El KX-21N maneja rangos de precisión dependiendo del modo de operación. Un método de análisis debe ser preciso, y en este caso la precisión depende de la dispersión de los valores obtenidos en un número determinado de pruebas. La imprecisión puede ser expresada a través del coeficiente de variación. Para modo sangre completa se presenta la siguiente tabla.

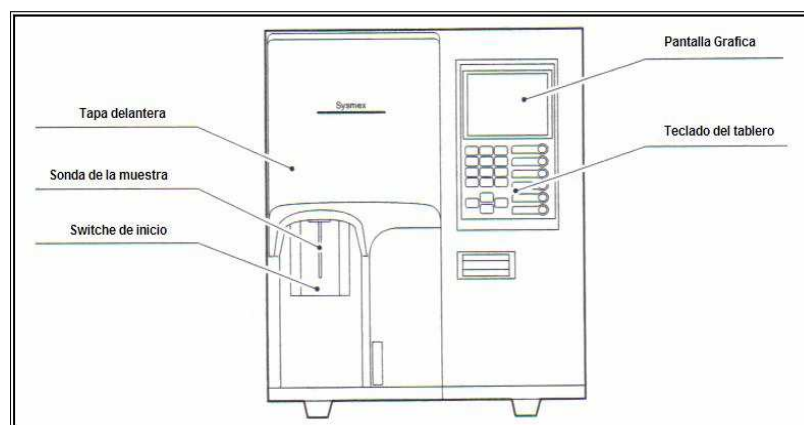
*Tabla 2.* Precisión de los parámetros obtenidos en el Sysmex KX-21N modo sangre completa

Parámetro	Precisión
WBC:	C.V. 3.5% o menos ( $WBC \geq 4.0 \cdot 10^3 / \mu L$ )
RBC:	C.V. 2.5% o menos ( $RBC \geq 4.0 \cdot 10^6 / \mu L$ )
HGB:	C.V. 1.5% o menos
HCT:	C.V. 2.0% o menos
MCV:	C.V. 2.0% o menos
MCH:	C.V. 2.0% o menos
MCHC:	C.V. 2.0% o menos
PLT:	C.V. 6.0% o menos ( $PLT \geq 100 \cdot 10^3 / \mu L$ )
LYM%:	C.V. 15.0% o menos
MIXTAS%:	C.V. 30.0% o menos (Mixtas 12% o más)
NEUT%:	C.V. 15.0% o menos
LYM#:	C.V. 15.0% o menos
MIXTAS#:	C.V. 30.0% o menos (Mixtas $1.0 \cdot 10^3 / \mu L$ )
NEUT#:	C.V. 15.0% o menos
RDW-CV:	C.V. 4.0% o menos
RDW-SD:	C.V. 4.0% o menos
PDW:	C.V. 12.0% o menos
MPV:	C.V. 5.0% o menos
P-LCR:	C.V. 20.0% o menos

### 1.1.9. Componentes y Funciones del Instrumento

#### ➤ Panel Frontal

Figura 1.5. Panel Frontal del Sysmex KX-21N

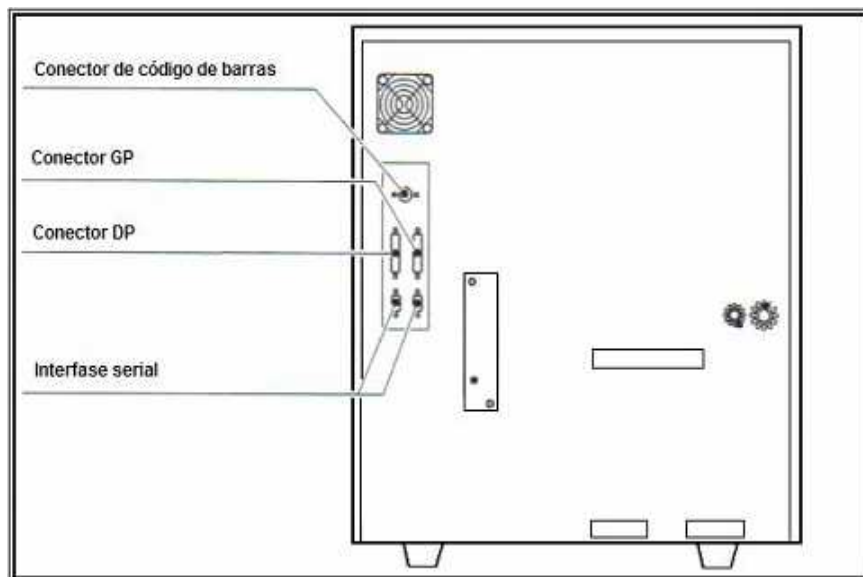


Fuente: Manual de usuario Sysmex KX-21N

- Tapa delantera: Esta puede ser abierta desde el lado derecho por el usuario. Esta es abierta para reemplazar el líquido del contenedor, verificar o limpiar el interior de la unidad de medida.
- Sonda de la muestra: esta es usada para aspirar la muestra de la sangre que va a ser analizada, según el método en que este programado el equipo, modo sangre completa o modo pre-diluido.
- *Switch* de inicio: Este *switch* inicia el proceso de análisis de la muestra que es aspirada, en modo sangre completa o modo pre-diluido.
- Pantalla Grafica: En esta se despliega información del número de la muestra, resultados del análisis, estado del instrumento, mensajes de error, etc.
- Teclado del tablero: Este permite realizar operaciones básicas como la entrada del número de la muestra y la selección de los parámetros de análisis y del sistema en general.

➤ **Panel Trasero**

*Figura 1.6. Panel Trasero Sysmex KX-21N*



*Fuente: Manual de usuario Sysmex KX-21N*

- Conector de código de barras: es una conexión de tipo opcional que permite conectar un lector de código de barras para asignar el número a la muestra.
- Conector GP: Conector opcional para impresora grafica.
- Conector DP: conector opcional para impresora de datos solamente.
- Interfase serial: Conector DB9 para la comunicación con un computador. Posee dos conectores, uno para conexión con un computador y otro para la conexión con una extensión (servidor).

## 1.2. HITACHI 902 ANALIZADOR QUÍMICO AUTOMÁTICO

El Hitachi 902 es un analizador de química sanguínea, es decir, mide los niveles de muchas sustancias químicas liberadas por varios tejidos en el cuerpo, cuyas cantidades en la sangre pueden reflejar anomalías en los tejidos que las secretan.

El método empleado por el Hitachi para llevar a cabo los análisis, se basa en el cálculo de la absorbancia<sup>3</sup>, que resulta de la mezcla hecha entre la muestra de suero del paciente y uno o varios reactivos cuando esta es expuesta ante una luz proveniente de un fotómetro.

El equipo realiza los análisis uno por uno y muestra por muestra.

### 1.2.1. Tipos de análisis

El Hitachi 902 realiza análisis químicos en el suero (porción de sangre sin células). La química sanguínea mide los niveles de muchas sustancias químicas liberadas por varios tejidos en el cuerpo, cuyas cantidades en la sangre pueden reflejar anomalías en los tejidos que las secretan. Los principales análisis desarrollados en el proceso son los siguientes:

- **Albúmina<sup>4</sup>**: los valores normales están entre 3.9 a 5.0 mg/dl, donde, mg/dl es miligramos por decilitros. Este examen ayuda a determinar si un paciente sufre de una enfermedad hepática o de una enfermedad renal o si no hay una absorción suficiente de proteína por parte del organismo.
- **Ácido Úrico<sup>4</sup>**: los valores normales están entre 3,0 y 7,0 mg/dL. Este examen se realiza para detectar los niveles elevados de ácido úrico que pueden causar gota, enfermedad que afecta las articulaciones.

---

<sup>3</sup> Absorbancia: o densidad óptica, se define como el logaritmo de la transmitancia multiplicado por (-1),  $A = -\log T$ , donde la transmitancia es el cociente entre la potencia de la radiación que sale de la muestra y de la que incidió sobre ella,  $T = P/P_0$ .

<sup>4</sup> Tomado de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>

- **Amilasa en orina**<sup>5</sup>: el rango normal es de 2,6 a 21,2 UI/h (unidades internacionales por hora). El aumento de la cantidad de ésta en la orina se conoce como amilasuria. La amilasa es una enzima que ayuda a digerir el glucógeno y el almidón.
- **ALT (TGPS)**<sup>5</sup>: el rango normal es de 6 a 59 UI/L. Es un examen que mide la cantidad de ALT (transaminasa alanina) en el suero. Este examen se usa para determinar si un paciente tiene lesión hepática
- **AST (TGOS)**<sup>5</sup>: 10 a 34 UI/L. Es un examen que mide la cantidad de la enzima AST en el suero. Aunque un nivel elevado de AST en el suero no es específico de la enfermedad hepática, se usa principalmente para diagnosticar y verificar el curso de esta enfermedad.
- **Bilirrubina**<sup>5</sup>: bilirrubina directa: 0 a 0,3 mg/dl y bilirrubina indirecta: 0,3 a 1,9 mg/dl. Por lo general, se mide la bilirrubina total y la directa para explorar o monitorear una disfunción del hígado o la vesícula biliar. Este examen sirve para determinar si el paciente tiene una enfermedad hepática o una obstrucción en el conducto biliar.
- **BUN**<sup>5</sup>: de 7 a 20 mg/dl. El examen de nitrógeno ureico en la sangre (BUN) es una prueba algo rutinaria que se utiliza primordialmente para evaluar el funcionamiento renal (riñón) y, a menudo, se realiza en pacientes con muchas enfermedades diferentes.
- **Calcio en suero**<sup>5</sup>: de 8,5 a 10,9 mg/dl. El calcio sérico es un examen de sangre que mide el nivel de calcio en el suero y generalmente se hace para examinar o controlar enfermedades de los huesos o trastornos de la regulación del calcio (enfermedades renales o de la glándula paratiroides).

---

<sup>5</sup> Tomado de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>

- **Colinesterasa sérica<sup>6</sup>**: es un examen para las enzimas acetilcolinesterasa y pseudocolinesterasa. Las pruebas para estas enzimas se realizan con el fin de identificar la exposición a un grupo de químicos conocidos como organofosforados (utilizados como pesticidas), los cuales inactivan las colinesterasas, y el nivel de estas enzimas sirve como indicador de la exposición y de los riesgos de toxicidad.
- **C3<sup>6</sup>**: el rango normal es de 75 a 135 mg/dl. Es una prueba de sangre que mide un componente de la cascada de complemento. Existen 9 componentes principales de complemento enumerados de C1 hasta C9 y este examen mide el C3. La actividad de complemento se mide para determinar si el complemento está implicado en el desarrollo de muchas enfermedades. También se mide la actividad del complemento para hacer un seguimiento de la gravedad de una enfermedad o determinar si el tratamiento está funcionando.
- **CPK<sup>6</sup>**: es un examen de sangre que mide el nivel de creatinfosfoquinasa (CPK, por sus siglas en inglés), una enzima que se encuentra predominantemente en el corazón, cerebro y músculo esquelético. Cuando el nivel de CPK total está sustancialmente elevado, por lo general indica lesión o estrés en una o más de estas áreas.
- **Creatinina sérica<sup>6</sup>**: el valor normal (usual) es de 0,8 a 1,4 mg/dl. Este examen se utiliza para evaluar la función renal, que cuando está anormal, muestra aumento en los niveles de creatinina en la sangre, debido a la disminución en la excreción de ésta en la orina.
- **Deshidrogenasa láctica (DHL por sus siglas en inglés)<sup>6</sup>**: un rango típico es de 105 a 333 UI/L (unidades internacionales por litro). La deshidrogenasa láctica se mide con mayor frecuencia para evaluar la presencia de tejido dañado.

---

<sup>6</sup> Tomado de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>

- **Globulina<sup>7</sup>**: de 2,0 a 3,5 g/dl. Es una prueba de laboratorio que examina proteínas específicas en la sangre llamadas globulinas. La identificación de los diversos tipos de globulinas (electroforesis de globulinas) puede ayudar en el diagnóstico de varios trastornos.
- **Examen de Colesterol<sup>7</sup>**: es una prueba que mide la cantidad de colesterol y triglicéridos en el suero. Con frecuencia, este examen se realiza para evaluar riesgos de enfermedad cardíaca. El término "colesterol" por lo general significa colesterol total (VLDL + LDL + HDL). Los triglicéridos son otro componente que se mide comúnmente en un examen de lípidos o de colesterol.
- **Examen de glucosa<sup>7</sup>**: de 64 a 110 mg/dl. Este examen se utiliza para evaluar los niveles de glucosa en la sangre y se puede usar para diagnosticar diabetes y monitorear el control diabético en pacientes con esta enfermedad.
- **Fosfatasa alcalina<sup>7</sup>**: el rango normal es de 44 a 147 UI/L. La fosfatasa alcalina es una enzima que se encuentra en todos los tejidos. Puesto que los tejidos enfermos o deteriorados liberan enzimas en la sangre, las mediciones de fosfatasa alcalina en suero pueden ser anómalas en muchas condiciones que incluyen la enfermedad ósea y la enfermedad hepática
- **Fósforo Sérico<sup>7</sup>**: los valores normales van de 2,4 a 4,1 mg/dl. Este examen se realiza para evaluar el nivel sanguíneo del fósforo, particularmente en presencia de trastornos que se sabe causan niveles de fósforo anormales.
- **Hemoglobina glicosilada<sup>7</sup>**: es un examen que mide la cantidad de hemoglobina glicosilada en la sangre y suministra un buen estimado de qué tan bien se está manejando la diabetes con el tiempo.

---

<sup>7</sup> Tomado de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>

- **Hierro**<sup>8</sup>: es un examen que mide la cantidad de hierro en la sangre. El examen se realiza cuando se sospecha que hay deficiencia de hierro.
- **Inmunoglobulinas cuantitativas (nefelometría)**<sup>8</sup>: valores normales: IgG: 560 a 1800 mg/dl; IgM: 45 a 250 mg/dl; IgA: 100 a 400 mg/dl. Es una técnica de laboratorio que se utiliza para obtener una medición de la cantidad de inmunoglobulinas IgM, IgG e IgA de manera precisa y rápida. El examen proporciona una medición rápida y precisa de las cantidades de inmunoglobulinas M, G y A.
- **Proteína C-reactiva (PCR)**<sup>8</sup>: es una prueba que se realiza para medir la concentración de una proteína en suero, lo cual indica una inflamación aguda. Normalmente no hay presencia de PCR en el suero sanguíneo. A pesar de que este no es un examen específico, sí da un indicio general de la presencia de una inflamación aguda.
- **Proteínas totales**<sup>8</sup>: es un examen que mide la cantidad total de proteína en el suero (el suero es la porción líquida de la sangre, sin fibrinógeno). El rango normal es de 6.0 a 8.3 gm/dl. La proteína total es una medición aproximada de la proteína sérica que puede reflejar el estado nutricional, una enfermedad renal, una enfermedad hepática y muchas otras condiciones.

### 1.2.2. Tipos de Muestras

El equipo manipula tres tipos de muestras; las muestras de rutina, las muestras de emergencia y las muestras de control.

Las muestras de control se usan para calibrar el equipo; es un proceso que se ejecuta diariamente para detectar anomalías en el método, y también, por norma de calidad. Las muestras de rutina, son las muestras de suero de los pacientes a los cuales les realizarán los

---

<sup>8</sup> Tomado de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>

análisis; y las muestras de emergencia, son también muestras de suero de pacientes al igual que las muestras de rutina, la diferencia que existe entre ellas es la posición en la cual se ubiquen en el disco de muestras; ya que el equipo tiene la opción de realizar unas muestras primero que las otras. Opción que le permite al usuario elegir las muestras de mayor urgencia.

### **1.2.3 Componentes y Funciones del Analizador**

El analizador químico automático Hitachi 902, en cuanto a sus componentes y funciones se divide en dos partes; el sistema de análisis y el sistema operacional.

#### **➤ Sistema de Análisis**

Es el encargado de las funciones de medida necesarias para realizar los análisis. Este sistema, se encuentra conformado por los siguientes componentes.

**Disco de Muestras:** es un disco donde se colocan los tubos de ensayo con las muestras de de suero (porción clara de la sangre) del paciente. El disco esta dividido en dos anillos concéntricos; donde el anillo externo posee 35 posiciones para los tubos de ensayo, las cuales están enumeradas de 1 a 35. El anillo interno consta de 22 posiciones enumeradas del 36 al 57.

**Pipeta de Muestras:** es una pipeta con un mecanismo que le permite tomar una determinada cantidad de suero de la muestra a la cual se le va hacer el análisis, para descargarla en una de las cubetas del disco de reacciones.

**Disco de Reactivos:** es el disco donde se posicionan los reactivos. Tiene dos anillos concéntricos con 20 posiciones cada uno; el anillo externo está enumerado de 1 a 20, mientras que el interno lo esta del 21 al 40. Las primeras 3 posiciones son para los reactivos de limpieza.

**Pipeta de Reactivos:** se encarga de tomar una porción del reactivo deseado, para adicionárselo a la muestra de suero que se encuentra en la cubeta de reactivos.

**Disco de Reactivos:** este disco tiene un anillo con 48 cubetas de reacción, en las cuales, se combinan las muestras de suero con uno o varios reactivos, según sea el caso, para que se produzca la reacción; esto a una temperatura controlada de 37 °C. Las cubetas de reacción, tienen una celda óptica para medir la absorbancia. Los tres discos disponen de un mecanismo de rotación en su eje para poner la muestra de suero, el reactivo y la cubeta de reacción deseados al alcance de la pipeta de muestras y de la pipeta de reactivos. Esto es debido a que ambas pipetas toman, ya sea la muestra de suero o del reactivo, siempre desde el mismo punto; y lo descargan a un mismo punto en el disco de reactivos.

**Barra Agitadora:** agita la reacción que se encuentra en la cubeta de reacción.

**Mecanismos de Limpieza:** son los encargados de limpiar las pipetas, las cubetas de reactivos, la barra agitadora, etc; para que los siguientes análisis no sean contaminados.

**Fotómetro:** mide la absorbancia del agua (valor estándar de la absorbancia) y de la reacción en la cubeta de reacción.

#### ➤ **Sistema Operacional**

Se encarga de la parte operativa del equipo, mediante la entrada y salida de datos. Es quien controla, por medio de una interfaz, al sistema de análisis.

El sistema operacional del Hitachi 902 consiste de los siguientes componentes:

**Pantalla LCD:** permite visualizar la información referente a las funciones que puede realizar el equipo, así como la información proveniente de los resultados de los análisis

obtenidos por el sistema de análisis. Es el principal componente para llevar a cabo el control del equipo, ya que permite la entrada y salida de datos.

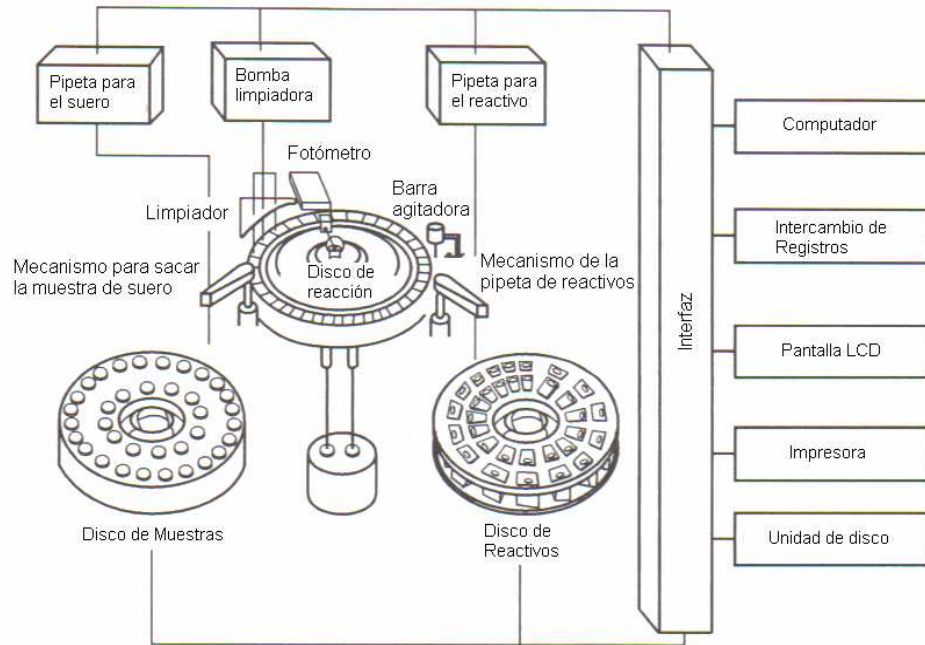
**Impresora:** es una impresora de datos propia del equipo, encargada de imprimir los resultados de los análisis realizados. Es papel empleado es del tipo ticket, similar al usado en las cajas registradoras.

**Unidad de Disco:** posee dos unidades de disco (*floppy disk*), uno para almacenar los controladores de los programas y los parámetros de las pruebas; y el otro para guardar los resultados de los análisis.

**Periféricos:** permite la conexión con una lectora de código de barras, para enumerar las muestras que se desean analizar. Además, tiene un puerto con salida RS-232 para comunicarse con un sistema externo que haga uso de este protocolo de comunicación.

En la figura que se muestra a continuación, se pueden observar los componentes que conforman el analizador automático.

Figura 1.7. Componentes del analizador automático Hitachi 902



Fuente: Manual de usuario Hitachi 902

#### 1.2.4. Principio de Medida

El análisis de las muestras inicia con el proceso de limpieza de las cubetas de reacción, y con el sistema fotométrico gradualmente se mide el espacio en blanco del agua, este valor se convierte en el valor estándar de la absorbancia. El agua de la desionización se elimina de la cubeta de reacción y de las puntas de prueba con el mecanismo de limpieza.

En la cubeta de reacción se coloca una cantidad fija de muestra aspirada por la pipeta de la muestra, después se descarga en la cubeta de reacción el reactivo (R1) aspirado por la pipeta de reacción mientras el disco de reacción rota realizando un ciclo de rotación; luego las muestras y el reactivo se mezclan por medio del mecanismo de revolvimiento (barra agitadora), y la punta de prueba se limpia nuevamente.

Al agregar el primer reactivo, la fotometría para la primera reacción se inicia; ésta se ejecuta cuando el disco de la reacción está rotando o las cubetas de la reacción están pasando por la trayectoria óptica durante aproximadamente 3 minutos.

La cubeta de reacción realiza rotaciones especificadas por el mecanismo del equipo necesarias para cada análisis y toma una pequeña muestra de la primera reacción, para después adicionar un segundo reactivo (R2) y mezclarlo, realizar nuevamente la fotometría tardando entre 4 y 5 minutos.

La cubeta de reacción rota nuevamente y para momentáneamente tomando una pequeña muestra de la nueva reacción y se posiciona para adicionar un nuevo reactivo (R3) y mezclarlo usando el mecanismo de revolvimiento. Cuando han pasado 10 minutos, la solución de la reacción se aspira con la punta de prueba del mecanismo de la limpieza de la cubeta de la reacción y se descarga en el depósito de desagüe. Finalmente se hace limpieza a la cubeta y a la punta de reacción para iniciar un nuevo proceso.

Los datos analíticos se calculan, tan pronto como los resultados obtenidos de la fotometría para una muestra se adquieren.

#### ➤ **Características del fotómetro**

Para el desarrollo del proceso de análisis, el analizador adopta el sistema de supervisión entero de la reacción. Este consiste en ejecutar continuamente la medida intermitente de la absorbancia de la solución de la reacción durante el tiempo de reacción, de 3 a 10 minutos. La orden (números) de cada absorbancia medida se llama un punto medido. Mientras que el disco de la reacción rota, la absorbancia de las 48 cubetas enteras de la reacción que pasan por la trayectoria óptica del fotómetro se miden.

El fotómetro de multi-longitud de onda del modelo 902 adopta el método del post-espectro que enfoca la luz blanca descargada de la fuente de luz ó lámpara, lo transmite a través de

la celda de la reacción que es la celda para la fotometría, y entonces separa la luz con una rejilla cóncava.

Los elementos de cada longitud de onda separada se reciben simultáneamente con doce detectores fijados. Los elementos entre las longitudes de onda,  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$  son amplificados usando dos amplificadores. La absorbancia y la diferencia de la absorbancia se miden para cada una después de ejecutar la conversión del registro.

### **1.3. COMUNICACIÓN SERIAL USANDO EL ESTÁNDAR RS-232**

#### **1.3.1. Estándar RS-232**

El comité de estándares conocido como la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA, *Electronics Industries Association*), desarrolló un estándar para la comunicación y conexión de dispositivos seriales RS-232 que regula el protocolo de la transmisión de datos, el cableado, las señales eléctricas y los conectores en los que debe basarse una conexión RS-232. En 1991 la EIA en conjunto con la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA, *Telecommunications Industry Association*) publicaron una nueva versión del estándar llamada EIA/TIA-232E.

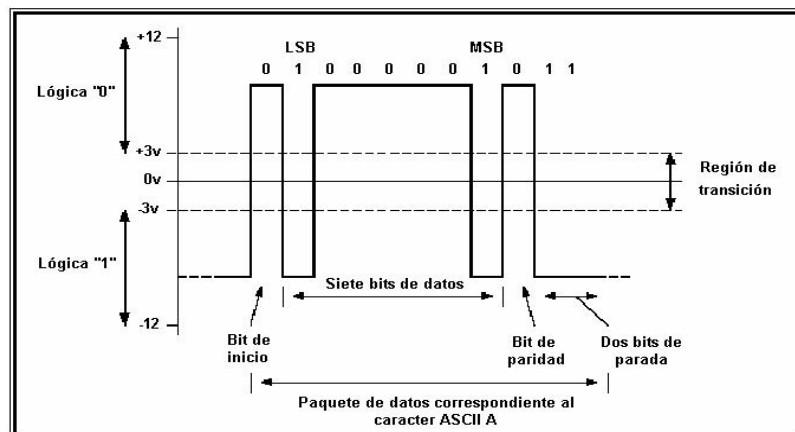
La comunicación entre dispositivos que usen el estándar RS-232 es *full-duplex*; donde se tiene una línea para el envío y otra para la recepción de datos. Normalmente, los dispositivos que intervienen en una comunicación serie son el Equipo Terminal de Datos DTE (*Data Terminal Equipment*) y el Equipo de Comunicación de Datos DCE (*Data Communications Equipment*).

El DCE es el dispositivo a conectar y el DTE es el dispositivo al que se conecta. Por ejemplo: en la conexión del *mouse* y el PC se tiene que el PC es el DTE y el *mouse* es el DCE.

Las características principales que definen el estándar RS-232 son las siguientes;

- El estándar RS-232 utiliza comunicación serial asíncrona, por lo tanto, cuando no hay transmisión la línea Tx se mantiene en estado latente (voltaje negativo, 1 lógico) y la información se inicia enviando un *bit* (conocido como *bit* de comienzo y que siempre es un 0 lógico), seguido de 5, 6, 7 u 8 *bits* de datos, un *bit* adicional de paridad y 1, 1.5 o 2 bits de parada (que son 1's lógicos). Esta secuencia permite reconocer el inicio y el fin de la transmisión, los datos, y la integridad de los mismos.

Figura 1.8. Niveles de tensión en RS-232 para el carácter A en ASCII



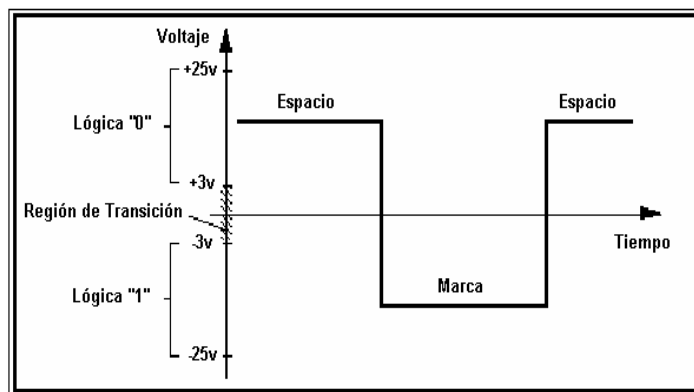
**Carácter A, en código ASCII = 65 (decimal) y en código binario = 100001.**

Fuente: RS 232/ EIA 232 Standard. ECE 351, Fall 2004 (PDF). Página 26. Reformada por los autores.

- El estándar sugiere una longitud máxima de cobre de 15 metros y una velocidad de transmisión máxima de 19200 baudios. Usualmente se ignoran estos límites cuando se usan cables de alta calidad y bien blindados.

- Las líneas que transportan las señales eléctricas en este estándar son desbalanceadas, ya que los voltajes en cada una de las líneas están referenciados a tierra; el estándar utiliza los siguientes rangos de voltaje para definir estados lógicos, el rango entre -12V y -3V es un 1 lógico (condición de marca) y el rango entre +3V y +12V es un 0 lógico (condición de espacio). El rango de voltajes entre -3 V y +3 V es considerado como una región de transición conocida como “zona muerta” para la cual el estado de la señal no está asignado; en esta zona se absorbe el ruido de la línea.

Figura 1.9. Rangos de voltaje y estados lógicos del estándar RS-232



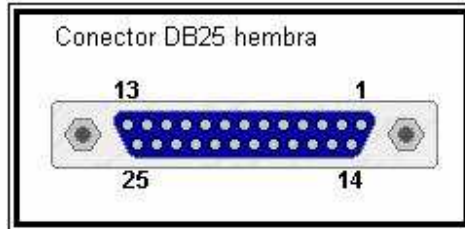
Fuente: RS 232/ EIA 232 Standard. ECE 351, Fall 2004. Página 25, reformada por los autores.

## ➤ Tipos de Conectores

### ✓ Conector DB-25

El conector estándar es el conocido como DB-25, que tiene 25 pines. Debido al hecho que RS-232 define señales que son muy poco usadas en tipos normales de comunicación y al gran tamaño del conector DB-25, otros conectores alternativos han aumentado su uso. Estos conectores proporcionan las señales necesarias para una comunicación serial asíncrona, siendo más pequeños y de más fácil manipulación.

Figura 1.10. Conector DB-25 tipo hembra.

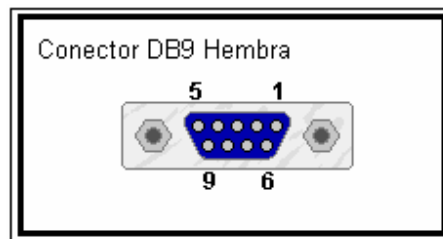


Fuente: <http://www.hw-server.com/rs232>

✓ **Conector DB-9**

Este tipo de conector se encuentra comúnmente en los PC, es muy utilizado en la comunicación serie basada en el RS-232. Consta de nueve pines cuya función se describe brevemente.

Figura 1.11. Conector DB-9, tipo hembra



Fuente: <http://www.hw-server.com/rs232>

Tabla 3. Pines de conexión para el conector DB-9 según Estándar RS-232

Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data Carrier Detect(DCD)	6	Data Set Ready (DSR)
2	Receive Data Line (RD)	7	Request To Send(RTS)
3	Transmit Data Line (TD)	8	Clear To Send (CTS)
4	Data Terminal Ready (DTR)	9	Ring Indicator (RI)
5	Signal Ground (GND)		

- *Pin 1 Data Carrier Detect (DCD)*: el DCE pone a “1” el DCD para informar al DTE que está recibiendo una señal portadora con información.
- *Pin 2 Receive Data Line (RD)*: las señales que se reciben por la línea RD son en forma de transmisión serie. Cuando la señal DCD está a “0”, la línea RD se ha de mantener en el estado de marca (lógico “1”, voltaje negativo).
- *Pin 3 Transmit Data Line (TD)*: las señales se transmiten por esta línea, en modo serie, del DTE al DCE. Cuando no se está transmitiendo ningún tipo de información, la línea ha de mantenerse en su estado de marca (lógico “1”, voltaje negativo). Para que se puedan transferir datos, las líneas DSR, DTR, RTS y CTS han de encontrarse a “1”.
- *Pin 4 Data Terminal Ready (DTR)*: esta señal, conjuntamente con DSR, indica que los equipos están operativos. DTR es puesta a “1” por el DTE para indicar al DCE que está preparado para recibir o transmitir datos. DTR ha de estar a “1” antes de que el DCE pueda poner a “1” DSR. Cuando DTR es puesta a “0” por el DTE, el DCE es desconectado del canal de comunicaciones dado que ya ha sido completada la transmisión de la información.
- *Pin 5 Signal Ground (GND)*: esta línea proporciona el común, la referencia de tierra, a todas las líneas antes expuestas. Está eléctricamente separada de la toma de tierra para protección del equipo.
- *Pin 6 Data Set Ready (DSR)*: Es una señal que el DCE pone a “1” para indicar al DTE que está conectado a la línea.
- *Pin 7 Request To Send (RTS)*: esta señal es puesta a “1” por el DTE para indicar que está preparado para transmitir datos. Entonces el DCE ha de prepararse para recibir datos. En comunicaciones *half dúplex* también se inhibe el modo de recepción de datos. Después de una cierta espera, el DCE pone a “1” la línea CTS

para informar al DTE de que ya está preparado para recibir datos. Una vez la comunicación ha finalizado y no se transmiten más datos por parte del DTE, RTS pasa de valer “1” a valer “0”. Después de un pequeño tiempo de espera, para asegurarse de que han sido recibidos todos los datos transmitidos, el DCE pone a “0” la línea CTS.

- *Pin 8 Clear To Send (CTS)*: esta señal es puesta a “1” por el DCE para indicar al DTE que está preparado para recibir datos. CTS es puesta a “1” como respuesta a un estado “1” simultáneo de las líneas RTS, DSR y DTR.
- *Pin 9 Ring Indicator (RI)*: RI es puesta a “1” por el DCE cuando está recibiendo una llamada. Esta línea ha dejado de ser útil al emplearse el estándar en las aplicaciones de módems.

#### ➤ **Desventajas del RS-232**

Aunque RS-232 es simple, universal, bien documentado y soportado en todas partes, tiene algunas desventajas:

- Solo puede comunicar dos dispositivos entre sí.
- Empleado para distancias cortas y velocidades bajas.
- No es inmune al ruido porque a una línea referenciada a tierra es imposible bloquearle efectivamente el ruido. Por medio del blindaje se puede reducir la influencia de ruido exterior, pero restos del ruido internamente generado son un problema.
- A medida que la velocidad de transferencia de datos y la longitud se incrementan, el efecto de la capacitancia entre los cables introduce serias interferencias hasta que se puede alcanzar el punto en el cual el dato es imposible de leer.

En la práctica, la longitud del cable puede ser extendida hasta 30m para cable blindado y aterrizado, y hasta 100m si el cable posee además baja capacitancia.

#### **1.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN**

Las características necesarias, que debería cumplir el lenguaje de programación para el desarrollo del Software, consistían en que tuviera la capacidad de manipular la comunicación por el puerto serial, que la información adquirida de los equipos médicos pudiera ser procesada y visualizada a través de diferentes ventanas de presentación, que tuviera la capacidad de generar y manejar reportes en varios formatos, como por ejemplo, archivos de texto y archivos html. Adicionalmente, permitiera realizar opciones de impresión de los diferentes reportes creados.

Por otro lado, principalmente se consideró la disponibilidad del lenguaje de programación, y que se tuviera por lo menos, un grado de conocimiento del mismo, ya que esto ahorraría tiempo a la hora de iniciar la implementación del Software.

Teniendo en cuenta las anteriores características, se optó por seleccionar como lenguaje de programación LabVIEW versión 7.0, debido que este fue el lenguaje que mejor se acopló a estos requisitos.

## **2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

Para establecer la comunicación entre dos partes, es necesario un medio físico y un lenguaje de comunicación. Los equipos médicos utilizados en este trabajo disponen de su propio protocolo basado en el estándar RS-232, especificando los parámetros a tener en cuenta para que el PC pueda lograr comunicarse con ellos. A continuación hablaremos de estos parámetros, y la construcción del cable para cada equipo.

### **2.1. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN SYSMEX KX-21N**

#### **2.1.1. Software**

Para la realización del software es necesario establecer las normas de comunicación, estructura de los datos, los paquetes de información que serán transmitidos, velocidades y demás parámetros que permitirán la elaboración del programa mediante un código fuente.

##### **➤ Formato de Comunicación**

Código ASCII usado para la salida de los datos.

##### **➤ Estructura del texto**

Los datos son enviados entre un carácter de inicio “STX” (02 H) y un carácter de fin de datos “ETX” (03 H).

➤ **Protocolo de transmisión**

El sistema provee dos protocolos de comunicación, que pueden ser seleccionados de acuerdo al estatus del sistema.

Tabla 4. Clase de protocolo de transmisión Sysmex KX-21N

Clase	Características
A	La transmisión es en un solo sentido, no se requiere ACK ni NAK desde el PC.
B	El KX-21N transmite los datos y espera un ACK o NAK al completar la transmisión de los datos

➤ **Errores en la transmisión**

Si el KX-21N detecta errores en la transmisión, esta es cancelada y se muestra un mensaje de error. La retransmisión de los datos se hace mediante la tecla [1] o la cancelación mediante la tecla [3]. Estos errores se presentan si:

- ✓ El PC esta desconectado.
- ✓ La señal DSR esta apagada.
- ✓ Después que los datos se transmiten, no hay una contestación del PC en 15 segundos. (Sólo para clase B).
- ✓ Después que los datos se transmiten, se envían *frames* diferentes a ACK o NAK desde el PC. (Sólo para clase B).
- ✓ Después que los datos se transmiten, el cuarto NAK se envía. (Sólo para clase B. El KX-21N reenvía los datos automáticamente hasta tres veces cuando un NAK se envía.

➤ **Formato del texto**

Se usan tres tipos de formato para enviar los datos al PC.

- ✓ KX-21N: formato para conexión al PC.

- ✓ K-1000: formato para conexión al PC.
- ✓ K-DPS: formato especial para conexión a K-DPS.

El KX-21N es el formato por defecto del equipo. Este formato es de dos tipos; el de datos analíticos y el de datos de QC (Control de Calidad) y difieren en tamaño y contenido. Los detalles de este formato serán presentados a continuación.

- Formato de los datos analíticos: en la tabla se muestra la estructura del paquete de información que el KX-21N envía al computador, resultado del análisis realizado a la muestra.

En la siguiente tabla se muestra la estructura del *frame* de información que se envía del equipo al PC.

*Tabla 5.* Formato de los datos analíticos

<b>Parámetro</b>	<b>Nº de caracteres</b>	<b>Ejemplo</b>
STX	1	(02 H)
Código I de distinción del texto	1	“D”
Código II de distinción del texto	1	“1”
Código de distinción de la muestra	1	“U”
Año	4	“1999”
Mes	2	“09”
Día	2	“30”
Información del análisis	1	(O)
Nº ID de la muestra	15	(0000000000000000)
Información PDA	6	(000000)
Reservados	1	XXX.XF
WBC [x 10 <sup>3</sup> /μL]	5	XX.XXF
RBC [x 10 <sup>6</sup> /μL]	5	XXX.XF
HGB [g/dL]	5	XXX.XF
HCT [%]	5	XXX.XF
MCV [fL]	5	XXX.XF

MCH	[pg]	5	XXX.XF
MCHC	[g/dL]	5	XXXXF
PLT	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	5	XXX.XF
LYM%(W-SCR)	[%]	5	XXX.XF
MXD%(W-MCR)	[%]	5	XXX.XF
NEUT%(W-LCR)	[%]	5	XXX.XF
LYM# (W-SCC)	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	5	XXX.XF
MXD#(W-MCC)	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	5	XXX.XF
NEUT#(W-LCC)	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	5	XXX.XF
RDW-SD	[fL]	5	XXX.XF
RDW-CV	[%]	5	XXX.XF
(Dummy)		5	XXX.XF
MPV	[fL]	5	XXX.XF
(Dummy)		5	XXX.XF
ETX		1	(03 H)
		Total 131	

- Formatos de los datos QC: en la tabla se describe el paquete de información de los datos del análisis de control de calidad que se realiza al equipo, indicando la cantidad de caracteres en cada campo de información.

Tabla 6. Formato de los datos QC.

Parámetro	Nº de caracteres	Ejemplo
STX	1	(02 H)
Código I de distinción del texto	1	“D”
Código II de distinción del texto	1	“1”
Código de distinción de la muestra	1	“C”
Código de distinción de los datos	1	“X” o “L”
Año	4	“1999”
Mes	2	“09”
Día	2	“30”
Hora	2	“09”
Minutos	2	“59”
Número de archivo QC	1	“5”

No usado		1	“0”
Reservado		1	“0”
WBC	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	4	XXX.X
LYM%(W-SCR)	[%]	4	XXX.X
MXD%(W-MCR)	[%]	4	XXX.X
NEUT%(W-LCR)	[%]	4	XXX.X
LYM# (W-SCC)	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	4	XXX.X
MXD#(W-MCC)	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	4	XXX.X
NEUT#(W-LCC)	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	4	XXX.X
RBC	[x 10 <sup>6</sup> /μL]	4	XX.XX
HGB	[g/dL]	4	XXX.X
HCT	[%]	4	XXX.X
MCV	[fL]	4	XXX.X
MCH	[pg]	4	XXX.X
MCHC	[g/dL]	4	XXX.X
RDW-SD	[fL]	4	XXX.X
RDW-CV	[%]	4	XXX.X
PLT	[x 10 <sup>3</sup> /μL]	4	XXXX
(Dummy)		4	XXX.X
MPV	[fL]	4	XXX.X
(Dummy)		4	XXX.X
W-SMV	[fL]	4	XXX.X
W-LMV	[fL]	4	XXX.X
ETX		1	(03 H)
		Total 105	

- Detalles de los datos analíticos de salida en el formato KX-21N
- ✓ El orden de salida de los datos es desde el primer dato en la tabla hasta el último dato. Los datos son enviados desde la línea superior sin supresión de ceros.
- ✓ El punto decimal especificado en cada parámetro no se envía, por tanto debe ser adicionado y representado en el valor numérico en el PC.
- ✓ La información del análisis muestra los siguientes contenidos;

Tabla 7. Información Modo de Análisis

	Nº manual de entrada
Modo de análisis WB	“0”
Modo de análisis Pre-diluido	“5”

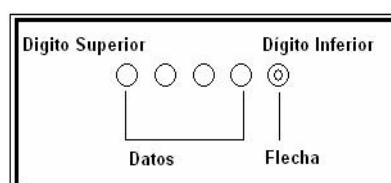
- ✓ La información PDA (información del histograma) consiste de los siguientes 6 items.

Tabla 8. Información de PDA para Sysmex KX-21N

Item	Nº de caracteres
Información del histograma WBC	1
Flechas del histograma WBC	1
Información del histograma RBC	1
Flechas del histograma RBC	1
Información del histograma PLT	1
Flechas del histograma PLT	1

- ✓ La configuración numérica de los datos para el formato de datos analíticos es como sigue. Como se observa en la figura el campo de datos analíticos ocupa cinco caracteres; el carácter menos significativo hace referencia a una bandera que llevan los datos cuando se encuentran fuera del límite lineal. Los cuatro caracteres restantes son los referentes al dato analítico.

Figura 2.1. Formato del dato analítico.



Fuente: Manual de usuario Sysmex KX-21N

En la tabla se describen los diferentes tipos de bandera que presentan los datos analíticos.

*Tabla 9.* Configuración numérica de los datos

Código	Descripción
“0”	Normal
“1”	Anormalidad tipo “+.”
“2”	Anormalidad tipo “-.”
“3”	Fuera de limite lineal
“4”	Fiabilidad baja

- ✓ Si el dato esta fuera de rango, este se indica como sigue:

\*0003

- ✓ En caso de error en el análisis, o si a los datos le falta datos como el parámetro de cálculo en el modo pre-diluido, los datos se transmiten como sigue:

\*0000

➤ **Especificaciones de comunicación**

En la tabla que se presenta a continuación, se hace un resumen de las especificaciones de comunicación que posee el Sysmex KX-21N para comunicarse con un sistema externo.

*Tabla 10.* Especificaciones de comunicación Sysmex KX-21

Item	Especificaciones
Interfase	RS-232C
Método de comunicación	full duplex
Bits de datos	7 u 8 bits
Bits de detención	1 bit/2 bits
Verificador de paridad	Par/impar/no paridad
<i>Baud</i> (bit/s)	1200/2400/4800/9600
Formato de salida	KX-21N/K-1000

Intervalos de transmisión	0/ 2/ 3/ 5/ 7/ 10/ 15 segundos
Protocolo de comunicación	Clase A/ Clase B
Sistema de sincronización	Sistema asíncrono (transmisión Start-stop)
Procedimiento de control de transmisión	RTS/CTS XON/XOFF o ninguno.
Número de puertos	1 máximo
Modo de texto	Modo no transparente (ASCII)
Longitud de cable	15m max. (RS – 232C)

### 2.1.2. Hardware

Es el componente físico que posee el KX-21N para comunicarse con el computador. Este es simplemente un cable de dos terminales con conector DB9 a ambos lados. Uno de tipo hembra para conectar al computador y otro tipo macho para conectar al KX-21N.

#### ➤ Especificaciones del cable de conexión.

- ✓ El conector para la salida al PC se encuentra en el panel trasero del equipo. Usa un DB9 tipo hembra y las especificaciones del conector son las siguientes:

*Tabla 11.* Señales de cable de conexión Sysmex KX-21N

<b>Pin N°</b>	<b>Nombre de la señal</b>	<b>Dirección de la señal</b>
1		
2	<i>Receive Data (RxD)</i>	Desde el PC al KX-21N
3	<i>Transmit Data (TxD)</i>	Al PC desde KX-21N
4	<i>Data Terminal Ready (DTR)</i>	Al PC desde KX-21N
5	<i>Signal Ground (SG)</i>	Señal de tierra
6	<i>Data Set Ready (DSR)</i>	Desde PC al KX-21N
7	<i>Request to Send (RTS)</i>	Al PC desde KX-21N
8	<i>Clear to Send (CTS)</i>	Desde PC al KX-21N
9		

- ✓ Los niveles de señal que maneja el KX-21N son conforme el código JIS C6361 y se especifican en la siguiente tabla.

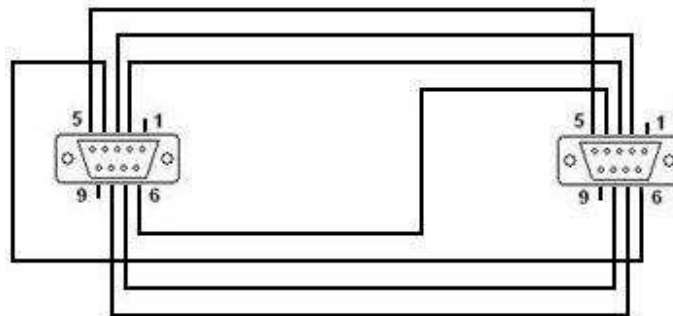
Tabla 12. Nivel de señal

Nivel	Señal de datos	Señal de control
+3V o alto	Lógica "1", bit de inicio	Encendido
-3V o bajo	Lógica "0", bit de parada	Apagado

- ✓ Los datos se transmiten en comunicación asíncrona, modo *full duplex*.
- ✓ El PC para comunicación serial usa un conector DB9 hembra, con las especificaciones del estándar RS-232.

El cable fue elaborado teniendo en cuenta las especificaciones mencionadas y las conexiones que se realizaron se muestran en la siguiente figura.

Figura 2.2. Conexión del cable de comunicación del Sysmex KX-21N



Fuente: Autores del proyecto

## 2.2. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN HITACHI 902

### 2.2.1. Software.

Al igual que el Sysmex, para la realización del software es necesario establecer las normas de comunicación, estructura de los datos, los paquetes de información que serán transmitidos, velocidades y demás parámetros que permitirán la elaboración del programa mediante un código fuente.

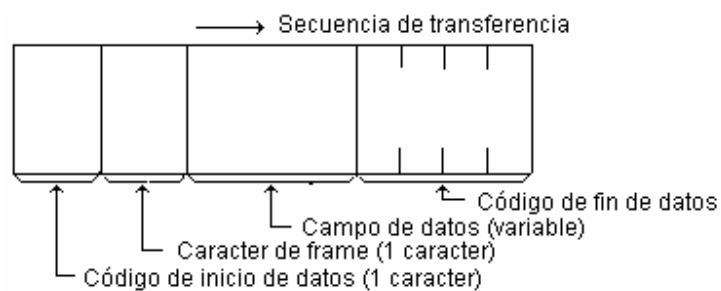
#### ➤ Formato de Comunicación.

El formato usado para la salida de los datos es el Código ASCII.

#### ➤ Estructura del *Frame* o texto

El formato del *frame* de comunicación se divide en cuatro bloques o partes como se observa en la figura.

Figura 2.3. Estructura del *Frame*



Fuente: Manual usuario Hitachi 902

a. **Código de inicio de datos:** indica como su nombre lo dice, el inicio de un nuevo *frame*; en el código ASCII se denomina “STX”, y esta conformado por un carácter.

b. **Carácter de *frame*:** corresponde a la numeración de los *frames* enviados; cada *frame* debe ir enumerado para que el dispositivo de recepción pueda ordenarlos. El tamaño de este bloque es de un carácter.

El Hitachi 902 divide la información referente a una muestra en *frames*; por lo tanto, el número máximo de *frames* que puede enviar el equipo depende del volumen máximo de transferencia configurado en el mismo. El equipo maneja dos tipos de volumen de transferencia de datos, 256 y 512 bytes. Para un volumen máximo de transferencia de datos de 256 bytes, se envían máximo 3 *frames*; mientras que, para un volumen máximo de transferencia de datos de 512 bytes, el máximo número de *frames* enviados es de 2. La numeración empleada por el equipo para identificar lo diferentes *frames* es:

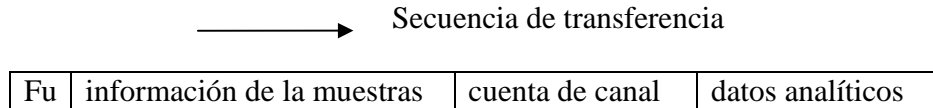
- ✓ Si se hace el envío de un *frame*, el carácter de *frame* será :.
- ✓ Si se envían dos *frames*, los caracteres de *frame* serán 1 y :.
- ✓ Y por ultimo, si se hace el envío de 3 *frames*, los caracteres serán 1, 2, y :.

El caracter: indica que el último *frame* correspondiente a esa muestra ha sido enviado.

c. **Campo de datos:** son los datos analíticos que obtiene el equipo cuando realiza los análisis a una muestra. El tamaño de este bloque es variable, debido a que, depende del número de análisis que se le hayan realizado a la muestra.

El campo de datos corresponde a los datos analíticos que obtiene el quipo producto de los análisis realizados. El campo de datos lo conforman 4 bloques, como se muestra en la figura.

Figura 2.4. Estructura del campo de datos



Fuente: Manual usuario Hitachi 902

- **carácter de función (FU):** el carácter de función, es el que identifica que tipo de muestra fue la que se analizó; sea muestra de rutina, de emergencia o de control. En la forma de los caracteres de función, las mayúsculas se usan para la comunicación en tiempo real y las minúsculas para la comunicación en modo solo resultados. Este bloque tiene un tamaño de dos caracteres, donde el primero, identifica al tipo de muestra, y el segundo, es un espacio.
  
- **información de la muestra:** en este bloque se almacena información referente a la posición que ocupa la muestra en la memoria del equipo, la posición de la muestra en el disco de muestras y el número que le asigna el bacteriólogo a la muestra, el cual es denominado por el equipo como número ID. Tiene un tamaño de 37 bytes, distribuidos de la siguiente manera:

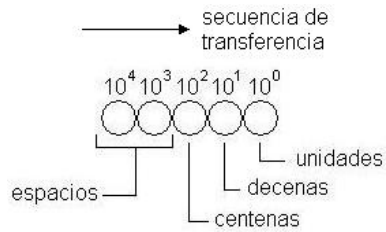
Figura 2.5. Datos que conforman la información de la muestra

5 bytes	1 byte	3bytes	13 bytes	15 bytes
posición en memoria	no asignado	posición muestra	número ID	no asignados

Fuente: Manual usuario Hitachi 902

- ✓ **posición en memoria:** cada tipo de muestra tiene un número determinado de posiciones de memoria. Para las muestras de rutina existen 400 posiciones de memoria, enumeradas de 1 a 400; las muestras de emergencia 50, de 1 a 50 y las muestras de control 35, de 1 a 35. Esta ubicación es asignada por el equipo.

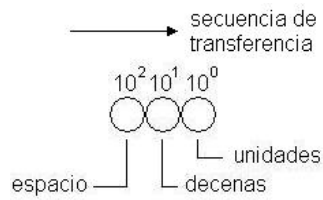
Figura 2.6. Formato de la posición en memoria



Fuente: Manual usuario Hitachi 902

- ✓ **Posición muestra:** es la posición en la cual se ubico la muestra en el disco de muestras. El disco de muestras cuenta con 35 posiciones.

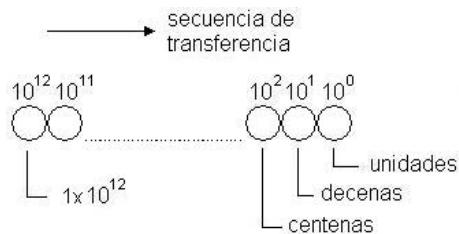
Figura 2.7. Formato de la posición de la muestra



Fuente: Manual usuario Hitachi 902

- ✓ **Número ID:** es una opción que brinda el equipo para enumerar la muestra analizar. Este número puede contener un máximo de 13 dígitos.

Figura 2.8. Formato del número ID

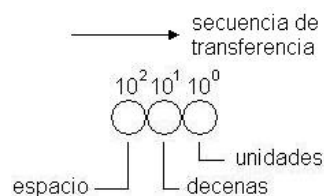


Fuente: Manual usuario Hitachi 902

- ✓ Los no asignados representan espacios.
- **cuenta de canal:** el valor contenido en este bloque, corresponde al número total de análisis realizados a la muestra; también, denominado número de canales. El Hitachi 902, asigna a los nombres de los análisis un número denominado número de canal. Los números de canal son limitados para la cantidad de análisis que realiza el equipo, por lo tanto, es necesario programarlo para reutilizar los números de canal con otros análisis. A esta programación se le denomina parámetros de las pruebas, y el equipo solo puede hacer uso de una programación a la vez, por tanto para realizar análisis diferentes a los programados es necesario reprogramar los parámetros de las pruebas. Estos parámetros pueden ser almacenados en disquetes para su posterior uso.

Cuenta de canal esta conformado por 3 bytes, donde el primero siempre será un espacio. Los bytes restantes, dan forma al número; el segundo byte representa las decenas y el tercero, las unidades, ya que este valor es del orden de las decenas.

*Figura 2.9. Formato cuenta de canal*



*Fuente: Manual usuario Hitachi 902*

- **datos analíticos:** su tamaño es variable, porque depende del número de canales o análisis que se le hicieron a la muestra. Para una muestra cualquiera, la siguiente expresión determina su tamaño:

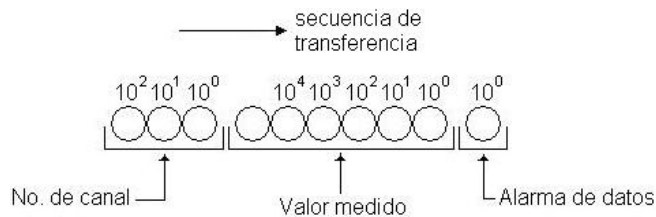
$$\text{Tamaño} = 10 \times n$$

Donde: **10** es el tamaño correspondiente a un dato analítico.

**n** es el valor de la cuenta de canal (análisis realizados).

El dato analítico se divide en tres partes; número de canal, valor medido y alarma de dato.

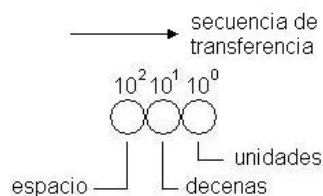
Figura 2.10. Formato datos analíticos



Fuente: Manual usuario Hitachi 902

- ✓ **número de canal:** representa el nombre del análisis realizado. Esta conformado por 3 bytes, y al igual que cuenta canal, el primero siempre es un espacio; los bytes restantes dan forma al número; siendo el segundo byte el número de las decenas y el tercero, el de las unidades.

Figura 2.11. Formato número de canal



Fuente: Manual usuario Hitachi 902

- ✓ **valor medido:** es el valor calculado por el equipo para el análisis realizado. Tiene un tamaño de 6 caracteres, entre los cuales puede haber además de números, un punto decimal y/o un signo. En la siguiente tabla se observan las distintas combinaciones que se pueden presentar.

Tabla 13. Representación numérica del valor medido

+/-	punto decimal	máxima cuenta de dígitos	ejemplo
+	ausente	6	123456
+	presente	5	123.45
-	ausente	5	-12345
-	ausente	5	-123
-	presente	4	-12.34
-	presente	4	-12.3

- ✓ **alarma de datos:** es una alarma que esta vinculada con el valor calculado por el equipo; algunas de ellas se deben a que hay muy poca muestra o muy poco reactivo, error en la absorbancia calculada, etc. Su tamaño es un carácter, el cual representa a la alarma obtenida; si no existe alarma, el carácter es un espacio.

d. **Código de fin de datos:** es un bloque de tamaño variable por que depende del tipo de código que se seleccione. El código puede variar de uno a cuatro caracteres, cualquiera de las siguientes cinco combinaciones puede ser seleccionada.

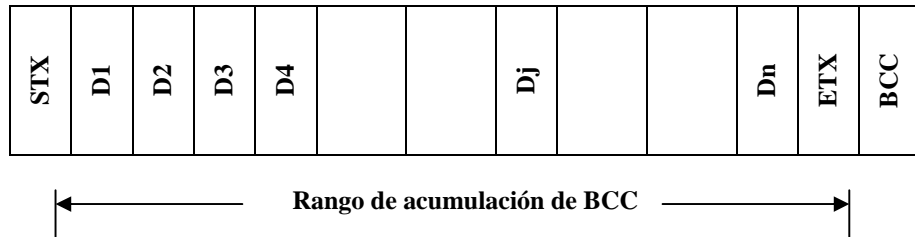
- i. ETX + BCC (Código ASCII \$03 + BCC).
- ii. CR + LF + ETX (Código ASCII \$0D + \$0A + \$03).
- iii. ETX (Código ASCII \$03).
- iv. ETX + CR + LF (Código ASCII \$03 + \$0D + \$0A).
- v. ETX + CKSH + CKSL + CR (Código ASCII \$03 + h + I + \$0D).

Donde:

- ✓ **BCC** es el carácter de verificación del frame enviado. El programa de comunicación RS-232C está provisto de una función para añadir BCC al texto enviado y soporta BCC en el texto recibido para detectar si hubo un error en la información recibida.

La acumulación de BCC se inicia del carácter que sigue a STX y es llevada a cabo hasta que aparece ETX.

Figura 2.12. Rango de acumulación BCC



Fuente: Manual de usuario Hitachi 902

El método del cálculo es siguiente:

Dn = n-ésimo carácter en notación hexadecimal (1 byte).

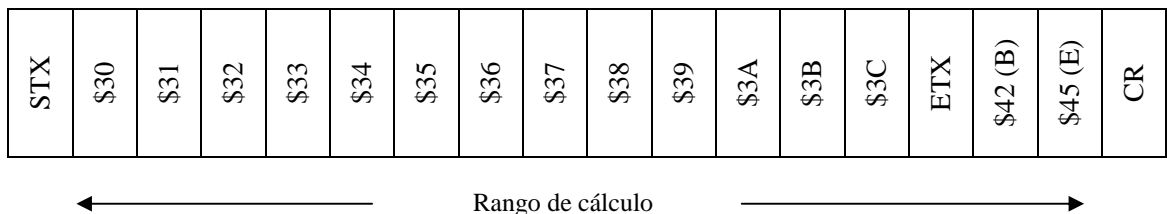
BCC = carácter de verificación de bloque (carácter).

$BCC = D1 + D2 + D3 + Dj + \dots + Dn + (ETX)$ .

El signo + es el equivalente a una OR exclusiva.

- ✓ **CKSH** (*checksum* alto) y **CKSL** (*checksum* bajo): el *checksum* se calcula sumando todos los caracteres entre el carácter de frame y el carácter final en el campo de datos (un carácter antes del código de fin de datos), y los dos dígitos inferiores de la suma calculada son convertidos a código ASCII.

Figura 2.13. Rango de calculo CKSH y CKSL



Fuente: Manual de usuario Hitachi 902

✓ **ETX** es el carácter de fin de datos, el que indica el final del *frame*.

➤ **Especificaciones de Comunicación.**

La siguiente tabla es una lista de las especificaciones de comunicación RS- 232C.

*Tabla 14.* Especificaciones de comunicación Hitachi 902

No	Item	Especificaciones	Observaciones	Valor por defecto
1	Interfase	RS-232C o lazo de corriente de 20mA		
2	Método de comunicación	Half duplex		
3	Bits de datos	7 u 8 bits	Pantalla de parámetro de comunicación	7 bits
4	Bits de detención	1 bit/2 bits		2 bits
5	Verificador de paridad	Par/impar/no paridad		Paridad par
6	<i>Baud</i> (bit/s)	4800/9600		9600
7	Volumen máximo de transferencia de datos	256/512 bytes		256
8	Código de fin de datos	ETX + BCC CR + LF + ETX ETX ETX + CR + LF ETX + CKSH + CKSL + CR		ETX + BCC
9	Código	JIS 7 bits, JIS 8 bits o ASCII		
10	Sistema de sincronización	Sistema asíncrono (transmisión Start-stop)		
11	Procedimiento de control de transmisión	Definido por el <i>host</i>		
12	Número de puertos	1 máximo		
13	Modo de texto	Modo no transparente (ASCII)		
14	Longitud de cable	15m max. (RS – 232C)		

➤ **Características.**

Los bits de datos, de detención, de paridad, la velocidad en baudios, el volumen máximo de datos transferidos, y el código de fin de datos, son seleccionados por el usuario.

### ➤ **Protocolo de Transmisión**

El Hitachi 902 puede efectuar dos tipos de comunicación; una en tiempo real denominada Modo en Tiempo Real y la otra manual, llamada Modo Solo Resultados.

✓ **Modo en tiempo real:** la comunicación en tiempo real indica una comunicación llevada a cabo mientras el instrumento está empleado en análisis. A medida que el equipo realiza todos los análisis correspondientes a una muestra, este envía automáticamente los resultados obtenidos al computador. En este modo se establece una comunicación permanente entre el equipo y el computador. En la comunicación se presentan datos de control y datos de resultados; los datos de control se usan para iniciar y mantener la comunicación mientras el equipo esta en el proceso de análisis de la muestra. Los datos de resultados son transferidos, si y solo si, el equipo ha finalizado todos los análisis y el computador hizo dicha solicitud.

✓ **Modo solo resultados:** éste modo indica una comunicación que es llevada a cabo cuando se especifica en la pantalla, es decir, el usuario es quien decide que muestras enviar y cuando. Las muestras son almacenadas en la memoria del equipo, y solo pueden ser enviadas cuando este se encuentra detenido. La comunicación en este modo es unidireccional, por lo tanto no existen datos de control. El equipo solo transfiere al computador los datos de los resultados de la medición, lo que significa que el sentido de la comunicación es del Analizador al Computador.

### **2.2.2. Hardware**

Corresponde al cable empleado para comunicar al Hitachi 902 con el computador. Es un cable con un terminal DB15 macho para conectar al equipo medico, y un terminal DB9 hembra para conectar al computador.

➤ **Especificaciones del cable de conexión.**

- ✓ El conector para la salida al PC se encuentra en el panel trasero del equipo. Usa un DB15 tipo hembra y las especificaciones del conector son las siguientes:

*Tabla 15.* Señales de cable de conexión Hitachi 902

<b>Pin N°</b>	<b>Nombre de la señal</b>	<b>Dirección de la señal</b>
1	<i>Signal Ground</i> (SG)	Señal de tierra
2	Transmit Data (TxD)	Al PC desde Hitachi
3	<i>Receive Data</i> (RxD)	Desde el PC al Hitachi
4	<i>Request to Send</i> (RTS)	Al PC desde KX-21N
5	Clear to Send (CTS)	Desde PC al KX-21N
6	TxD+	
7	TxD-	
8	RTS+	
9	RTS-	
10	CTS+	
11	CTS-	
12	RxD+	
13	RxD-	
14	Sin usar	
15	Sin usar	

Para el estándar RS-232, solo se hace uso de los 5 primeros pines del conector DB15.

- ✓ Los niveles de señal que maneja el Hitachi 902 se especifican en la siguiente tabla.

*Tabla 16.* Nivel de señal

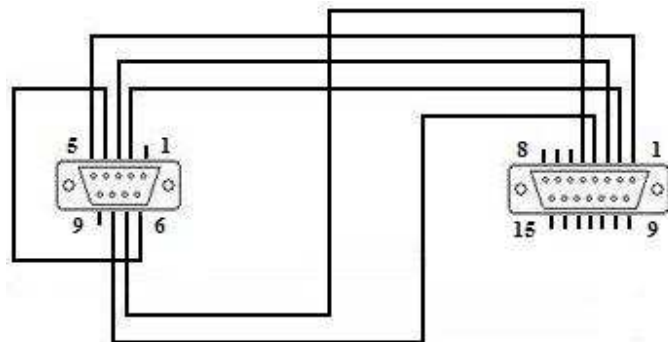
<b>Señal</b>	<b>Salida</b>	<b>Entrada</b>
Positiva	+12 V	+3 V a 15 V
Negativa	-12 V	-3 V a -15 V

- ✓ Los datos se transmiten en comunicación asíncrona, modo *half duplex*.

- ✓ El PC para comunicación serial usa un conector DB9 hembra, con las especificaciones del estándar RS-232.
- ✓ El cable puede tener una longitud máxima de 15m.

El cable fue elaborado teniendo en cuenta las especificaciones mencionadas. En la figura 2.14 se muestran las conexiones que se implementaron al fabricar el cable.

*Figura 2.14. Conexión del cable de comunicación del Hitachi 902*



*Fuente: Autores del proyecto*

### **2.3. COMUNICACIÓN SERIAL USANDO LABVIEW**

Labview proporciona herramientas muy útiles para el manejo del puerto serie. Todas las funciones necesarias para realizar una comunicación serie entre el PC y un periférico se encuentran ya programadas en forma de instrumentos virtuales. De esta forma, la utilización del puerto serie es casi transparente al programador de Labview.

Antes de poder utilizar el puerto serie para transmitir y/o recibir, es imprescindible configurarlo. De esta manera se le indica al PC cómo ha de actuar en las comunicaciones,

es decir que puerto serie ha de utilizar, con que velocidad de transmisión ha de emitir y recibir bytes, que tipo de paridad ha de utilizar, la cantidad de bits de datos por palabra, y todas las demás características necesarias para la comunicación serial, antes mencionadas.

Es importante tener en cuenta que la configuración que se le dé al puerto serie del PC ha de ser exactamente la misma que utilice el equipo que este conectado. Si esto no se cumple, los dispositivos no podrían comunicarse ya que las especificaciones de transmisión serían diferentes.

Así pues, antes de realizar cualquier operación con el puerto serie, será necesario configurarlo de forma adecuada, teniendo en cuenta las características de comunicación serie del equipo médico con el cual se este comunicando. Una vez se ha configurado el puerto ya no es necesario volverlo a configurar mientras no se deseen cambiar las especificaciones de la comunicación.

**Protocolos De Comunicación (*HANDSHAKING MODES*).** En una comunicación serie es conveniente realizar un control sobre la transmisión y la recepción de datos a fin de que ésta se lleve a cabo de forma correcta, es decir, que no se pierda información. Uno de los principales problemas que se presentan es la vigilancia de los *buffer* que destina el puerto serie para la recepción y transmisión de datos. Estos *buffer* son zonas de memoria reservada que funcionan de la siguiente manera:

- ◆ Por una parte, se guardan los datos que van llegando por el puerto serie desde el periférico. Estos datos se mantienen almacenados hasta que son leídos por el programa que gestiona el puerto serie. Es posible que la continua llegada de información sin que esta sea leída acabe por llenar la capacidad del *buffer* de recepción. En este caso los nuevos datos que se reciban tras la saturación del *buffer* son ignorados, es decir, toda esta nueva información se pierde. Para que se pueda volver a recibir datos nuevos, primero se han de leer algunos de los datos almacenados en el *buffer*, con lo que en éste se dejará espacio libre que podrá ocuparse con la nueva información que se reciba.

- ◆ Por otra parte, en el buffer de emisión se almacenan los datos que se desean enviar al periférico, en espera de que la transmisión sea posible, es decir en espera de que el periférico se encuentre preparado para recibir datos.
- ◆ La gestión de los *buffer* de entrada y salida es transparente al usuario cuando se trabaja con Labview, es decir, el usuario sólo ha de leer del *buffer* de entrada los nuevos datos recibidos y escribir en el *buffer* de salida los datos que desee enviar, despreocupándose de cómo se llenan o vacían estos *buffer*.

Los protocolos de comunicación (“*Handshaking modes*”) se ocupan de evitar que el *buffer* de recepción de datos del puerto serie se sature y por consiguiente, se pierda información. Con el uso de estos protocolos, el PC y el periférico se envían información sobre sus respectivos *buffer* de recepción. La mecánica de funcionamiento de los protocolos es la siguiente:

En el caso de que el *buffer* del receptor se llegue a saturar con datos recibidos, se envía una señal al emisor indicándole que ha interrumpido la transferencia de datos ya que, de otro modo, se perdería información. El emisor recibe dicha señal y deja de transmitir, quedándose en espera de que el receptor vuelva a estar disponible para continuar con la comunicación. Una vez el receptor haya leído parte de la información contenida en su *buffer*, éste volverá a disponer de espacio libre, con lo que se enviará una señal al emisor indicándole que ya puede continuar con la transferencia de datos.

Labview es capaz de utilizar dos tipos diferentes de protocolos de comunicación: “*Software handshaking*” y “*Hardware handshaking*” en el caso de que se desee utilizar uno de ellos en la comunicación, el protocolo escogido deberá ser habilitado en el momento de realizarse la configuración del puerto serie. Si ninguno de los dos es habilitado expresamente, por defecto Labview no utilizará ningún protocolo en las transferencias. Esta última opción es aconsejable, por su simplicidad en aplicaciones en las que la cantidad de información a transmitir es pequeña. En estos casos la capacidad del *buffer*

puede ser más que suficiente para que éste nunca llegue a saturarse, siendo innecesaria, la utilización de protocolos. Si el volumen de información a transmitir es considerable y/o si el periférico conectado al PC no es muy rápido, el uso de uno de los protocolos de comunicación es lo recomendado.

Algo importante al utilizar uno de los protocolos es: Se debe comprobar que el periférico conectado al PC dispone también de la posibilidad de utilizar dicho protocolo. Si eso es así, se han de configurar los dos puertos serie, el del PC y el del periférico, para que utilicen el mismo protocolo, de manera que puedan comunicarse satisfactoriamente.

A continuación se describen brevemente los dos tipos de protocolos disponibles en Labview.

**Software Handshaking – XON/XOFF.** El protocolo XON/XOFF es un protocolo software para evitar la saturación de los *buffer* de comunicación serie. Su funcionamiento es el siguiente: cuando el *buffer* de recepción está a punto de ser saturado, el receptor envía el carácter XOFF (<control-S>, decimal 19) para indicar al emisor que ha de detener la transferencia de datos para que no llegue a perderse información. Una vez el receptor ha leído parte de la información contenida en su *buffer* de recepción, dispondrá de nuevo de espacio libre para recibir más datos, enviando entonces el carácter XON (<control-Q>, decimal 17) para indicar al emisor que puede reanudar la transmisión.

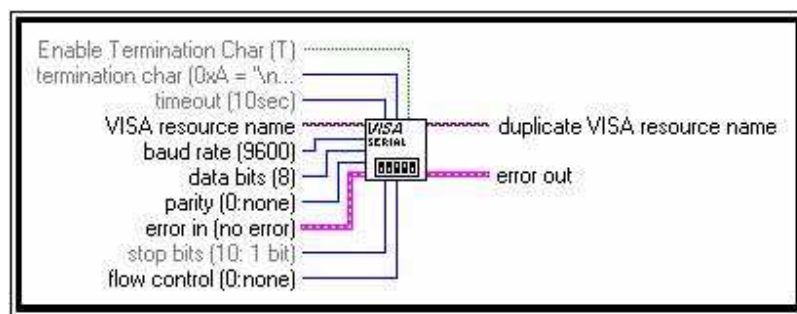
Si se activa el protocolo XON/XOFF, los dispositivos que se están comunicando siempre interpretan los caracteres <control-S> y <control-Q> como los comandos XOFF y XON respectivamente, no como datos. Es por esto que no se ha de utilizar este protocolo al transmitir información binaria, ya que es posible que dichos caracteres se encuentren por casualidad entre los bytes enviados, con lo que se interpretarán erróneamente como los comandos XON y XOFF, alterando el curso de la comunicación, cosa que no es conveniente. En este caso se deberá desactivar el protocolo XON/XOFF, con lo que los caracteres <control-S> y <control-Q> se interpretarán como datos y no actuarán sobre la comunicación, ya que no son considerados comandos de control.

**Hardware Handshaking.** Es el segundo protocolo que puede utilizarse en las comunicaciones serie con Labview. Al igual que el protocolo software, su finalidad es la de evitar que llegue a saturarse alguno de los *buffer* de datos utilizados en la comunicación. Ahora bien, en este caso no se controla la transferencia de información mediante el envío de caracteres, sino que se utiliza una serie de señales físicas que interconectan los dos dispositivos a comunicar. Estas señales son: DSR, RTS, CTS, DTR. Dado que son señales que necesitan un soporte físico para ser transmitidas, será necesario construir un cable de comunicaciones adecuado para el uso de este protocolo. Un ejemplo muy usual de esta conexión es la configuración módem nulo.

### 2.3.1. VISA Configure Serial Port.vi

El icono utilizado para la configuración del puerto es el llamado *VISA Configure Serial Port.vi*. Ejecutando este icono se elegirán las características de comunicación que se desean para el puerto serie, es decir, la velocidad de transmisión, la paridad, los bits de parada, bits de datos, control de flujo, y el puerto de comunicación del dispositivo, etc.

*Figura 2.15. Icono Visa Configure Serial Port.vi*



Fuente: Labview

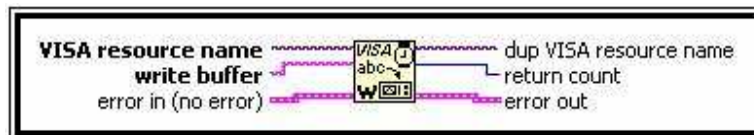
### 2.3.2. Escritura en el puerto serie

Una vez el puerto ha sido configurado, por él se deseará enviar y recibir datos. Para transferir la información se escoge el icono adecuado del puerto serie, se cablea de forma correcta y, al ser ejecutado, los datos que se hayan programado serán escritos en el *buffer* de salida del puerto serie.

#### ❖ *VISA Write.vi*

Éste es el VI que Labview proporciona para enviar los datos por el puerto serie. Es de muy fácil implementación, requiere simplemente de la especificación del puerto al que se va a escribir y de un *buffer* de entrada de datos tipo *string*, a su salida podemos obtener una copia del puerto al que se comunica para seguir la comunicación y también retorna un contador de bytes de los datos escritos en el puerto.

Figura 2.16. Icono Visa Write.vi



Fuente: Labview

### 2.3.3. Lectura del puerto serie

Una vez configurado el puerto serie y establecida la conexión, es posible que el periférico haya transferido datos al PC. Este proceso de recepción de datos es transparente, es decir, es el propio puerto quien se encarga de gestionar la comunicación con el periférico si éste desea enviar información. Una vez finalizada la transferencia, los datos recibidos quedan almacenados en el *buffer* de recepción, en espera de que sean leídos.

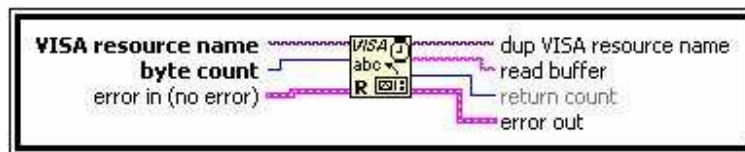
En el momento que se quiera acceder a la información recibida para poder tratarla, es necesario programar un acceso de lectura al puerto. Esta lectura se ha de realizar con el *VISA Read.vi*.

Se debe tener en cuenta que una vez que se haya leído cierta información del *buffer* de recepción, ésta dejará de estar almacenada en él, dejándose espacio en el *buffer* para nuevos datos que puedan llegar en el futuro.

❖ **VISA Read.vi**

Este icono es utilizado para leer los datos recibidos de acuerdo al número especificado de bytes del dispositivo o interfase asignado en *VISA Configure Serial Port.vi* y retornar los datos en un *buffer* de lectura. Este VI requiere para su implementación que se especifique el puerto al que se va acceder la información y el número de bytes totales que se están recibiendo y que se van a leer. Él también entrega una copia del puerto con el que se esta comunicando y entrega un buffer con la información leída en formato string.

Figura 2.17. Icono Visa Read.vi



Fuente: Labview

**2.3.4. Número de datos en el *buffer* de entrada**

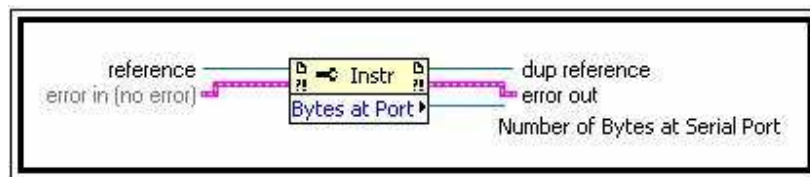
En aplicaciones en las que sea necesario recibir datos por el puerto serie, es muy útil disponer de una herramienta que permita conocer, siempre que se desee, el número de bytes que se han recibido y que todavía no han sido leídos por el programa, es decir, la cantidad de información que se encuentra almacenada en el *buffer* de entrada del puerto serie en espera de ser leída.

Para realizar esta función, Labview dispone del icono correspondiente al *VISA Bytes at Serial Port.vi* que se describe a continuación.

❖ **VISA Bytes at Serial Port.vi**

Este VI entrega, para un número de puerto determinado, la cantidad de bytes que tiene almacenados en su buffer de entrada en espera de que sean leídos.

Figura 2.18. Icono Visa Bytes at Serial Port.vi



Fuente: Labview

El *Visa bytes at serial port.vi* se usa como una propiedad de una referencia, y para este caso en particular, se configura automáticamente como una instrucción del puerto serie, la cual lee la cantidad de bytes que llegan al *buffer* de entrada. Este icono ya se encuentra pre-configurado en el menú de funciones en instrumentos de *I/O serial*.

### **3. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA ADQUIRIR INFORMACIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS**

Para iniciar esta etapa de desarrollo del Software, se analizaron las necesidades y las variables con las cuales debía contar el programa que permitieran hacer de este una herramienta útil, eficiente y de fácil manejo para los principales usuarios, que en este caso son los bacteriólogos del Hospital Universitario de Santander.

Se estudiaron los procesos que podían mejorarse, y de qué manera se pretendían lograr estos objetivos. Actualmente, el Laboratorio Clínico cuenta con mecanismos manuales para ingresar la información de los resultados de los análisis que se realizan a los pacientes o usuarios de los servicios que presta el Hospital. El principal objetivo del Software era eliminar este proceso, y hacer que estos resultados fueran enviados al computador directamente desde el equipo médico, para generar desde allí los reportes y poder imprimirlos, agilizando los procesos y disminuyendo los errores de la manipulación de la información.

Por otra parte, se incluyeron en el programa opciones de modificación de los resultados enviados desde el equipo, debido a que estos pueden estar afectados por errores de medición relacionados con problemas en la muestra analizada. Para los usuarios del Software, es necesario contar con estas opciones en el programa.

El Hospital posee una estructura de facturación y cobros a partir de la cual asigna un número y un nombre a cada uno de los análisis realizados en el laboratorio clínico, los cuales se denominan códigos SOAT. Estos códigos SOAT hacen parte del formato de impresión de los resultados que se entregan a los pacientes, por lo tanto, fue necesario hacer

uso de esta información para que el reporte impreso por el software fuera igual al del Hospital, con el fin de darle validez.

Por último, otro factor que se contempló en el desarrollo del Software fue generar un archivo de texto del reporte, para que el sistema de información del hospital anexe esta información a la historia clínica del paciente que se encuentra en su base de datos.

A continuación se detallan cada una de las etapas en las cuales fue dividido el Software, la estructura de la programación y el diseño de la interfaz gráfica de usuario, y en general el proceso de desarrollo del Software.

### **3.1. PRUEBAS INICIALES DE COMUNICACIÓN SERIAL**

#### **3.1.1. Pruebas *Hyperterminal***

*Hyperterminal* es una herramienta de comunicaciones de *Windows* que permite establecer fácilmente la comunicación entre el computador y otro equipo. Este permitió configurar los parámetros de comunicación serial necesarios para establecer la comunicación con los equipos médicos; y de esta manera verificar el buen funcionamiento del puerto de comunicación de los equipos médicos y la captura de los paquetes de información resultado de los análisis de las muestras; adicionalmente, para comprobar el correcto funcionamiento del cable de comunicación serial. En la figura 3.1, se muestra la ventana de parámetros de configuración del puerto serie COM1, como son la velocidad, bits de datos, paridad, bits de parada y control de flujo.

Figura 3.1. Configuración de la comunicación serial en *Hyperterminal*



Fuente: Autores del proyecto

La conexión realizada con el equipo fue sólo para captura de texto, y en una sola dirección de comunicación; del equipo médico al computador.

Los datos capturados del Sysmex KX-21N fueron tomados teniendo en cuenta las siguientes especificaciones en el equipo:

- Velocidad: 9600 baudios
- Bits de datos: 8 bits
- Bits de parada: 1 bit
- Paridad: Ninguna
- Protocolo de comunicación: Clase A
- Intervalo de transmisión: 2 segundos
- Control de flujo: ignorado
- Formato de los datos: KX-21N. La trama de información obtenida fue la siguiente:

```
D1U20050628000000000000000008000000000412043100114003600083500265203172020  
900446001581039600018000060001700485001560*000001110*0000
```

- Formato de los datos: K-1000. La trama de información obtenida fue la siguiente:  
D1U0506280000000000008000000S0041204310011400360008350026520317202090044  
60015810396000180000600017004850\*000001110\*0000

Los datos capturados del Hitachi 902 se tomaron teniendo en cuenta las siguientes especificaciones en el equipo:

- Velocidad: 9600 baudios
- Bits de datos: 8 bits
- Bits de parada: 1 bit
- Paridad: Ninguna
- Volumen de transferencia de datos: 256 bytes

Las pruebas se hicieron con los diferentes códigos de fin de datos, para verificar que todos están habilitados en el equipo y finalmente poder seleccionar con cual se iba a trabajar el Software.

Para código de fin de datos ETX+BCC, la trama recibida fue: □1n 23 12111  
20 1 87.7 2 5.1 3 0.78 6 36 7 126 8 124.7 9 93.4 10 116 11 48 12 0.75  
13 0.28 14 1.96 15 6.32 16 886 17 4.12 18 9.7 19 47.4I 20 102 21 79.0 22 9.1  
□□:n 23 12111 4 23 42.3 25 32.83 44 4.36 45 25.7 □i

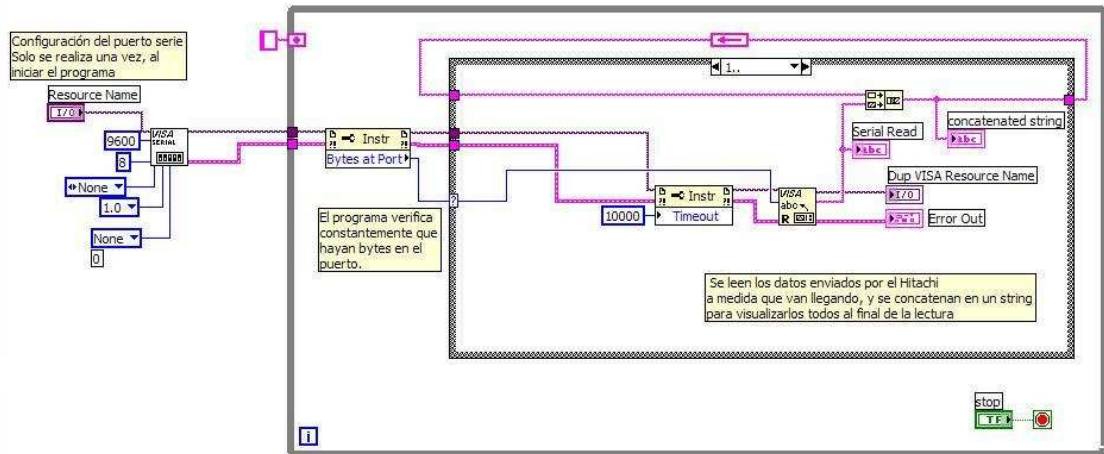
Las pruebas realizadas con *Hyperterminal* fueron positivas, lo que permitió iniciar las pruebas con programación en Labview, para comprobar la captura de los datos mediante el lenguaje de programación escogido.

### 3.1.2. Pruebas iniciales en LabVIEW

Para realizar las pruebas en LabVIEW fue necesario implementar un pequeño programa de prueba, donde se configuraron los parámetros de comunicación de acuerdo a cada uno de los equipos, y principalmente se tuvo en cuenta que la comunicación es unidireccional, por



Figura 3.3. Código Labview para pruebas iniciales de comunicación Hitachi 902



Fuente: Autores del proyecto

Las pruebas iniciales fueron fundamentales para comprobar que la estructura de la información enviada correspondía a la especificada en el protocolo de cada uno de los equipos médicos; y que finalmente esta información podría ser procesada para el desarrollo del software que se planteó en este proyecto.

### 3.2. ESTRUCTURA DEL SOFTWARE

El software consta de una ventana principal, en la cual el usuario selecciona el equipo médico a trabajar. Al seleccionar cualquiera de los dos equipos, se abre una nueva ventana que contiene las opciones de lectura de datos, reportes y parámetros de configuración, esto para ambos equipos; para el Hitachi se agregó una nueva opción llamada programación de canales.

La opción de lectura de datos, activa la etapa de lectura del programa, para que los datos enviados por el usuario, sean leídos por el PC. La opción de reportes crea una ventana con nuevas opciones, las cuales le permiten al usuario crear, modificar, e imprimir los reportes

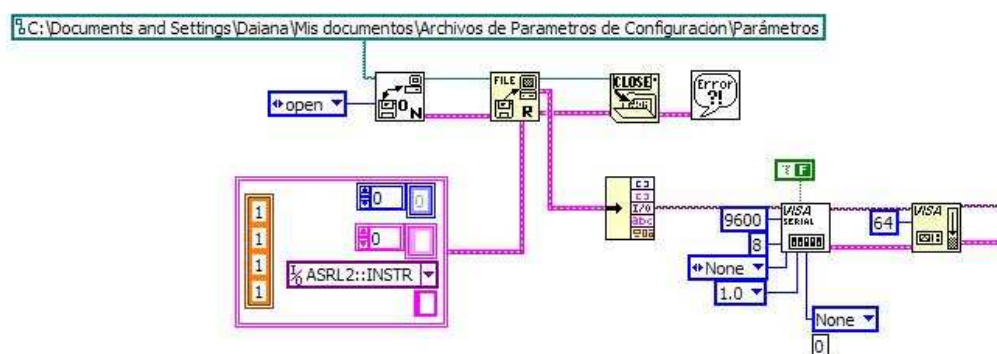
correspondientes a los resultados de los análisis. La opción de parámetros de configuración permite al usuario configurar el puerto de lectura, el nombre de la impresora a usar, los márgenes de impresión del reporte y almacenar los nombres y códigos de los bacteriólogos que hacen uso de los equipos.

Por último, la programación de canales permite al usuario, asignar los nombres de los análisis con los respectivos números de canal de la misma manera en que se encuentra programado el Hitachi.

### 3.3. ETAPA DE RECEPCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

En primer lugar, se configuraron los parámetros del puerto serial, de manera tal que el usuario sólo tenga disponible la opción de elegir el puerto de comunicación; dejando los demás parámetros constantes; esto es, con una velocidad de recepción de 9600 bits/segundo, tamaño de datos de 8 bits, un bit de parada, paridad nula e ignorando el control de flujo. En la figura 3.4 se muestra parte del código donde se configura el puerto serial en Labview.

Figura 3.4. Configuración del puerto serial en Labview



Fuente: código S.A.I.E.M.

Para la comunicación con los equipos no fue necesario realizar control de flujo, porque la cantidad de información que se envía al PC es pequeña, siendo necesario únicamente administrar el *buffer* de recepción eficientemente.

La administración del *buffer* de recepción que se implemento consiste en leer los datos a medida que estos son recibidos para almacenarlos en la función de Labview denominada *Queue* o colas, evitando que haya pérdida de información. Los datos son almacenados en las colas en el orden en que fueron recibidos, y se extraen directamente de ellas para efectuar el procesamiento de los datos.

Es importante destacar que la comunicación escogida entre el equipo médico y el computador es del tipo unidireccional. La elección se basó en aspectos como, el tipo de interacción que debía tener el usuario con el equipo y el software a la hora de hacer su trabajo, ya que un cambio forzoso en la rutina del mismo no era aceptado. La comunicación en tiempo real, exigía un gran cambio en las rutinas de trabajo, por tal razón se buscaron otras opciones. Además, un tipo de comunicación en tiempo real requiere de un computador exclusivo para el equipo, debido a que estos trabajan continuamente, y el hospital actualmente no cuenta con estos recursos informáticos.

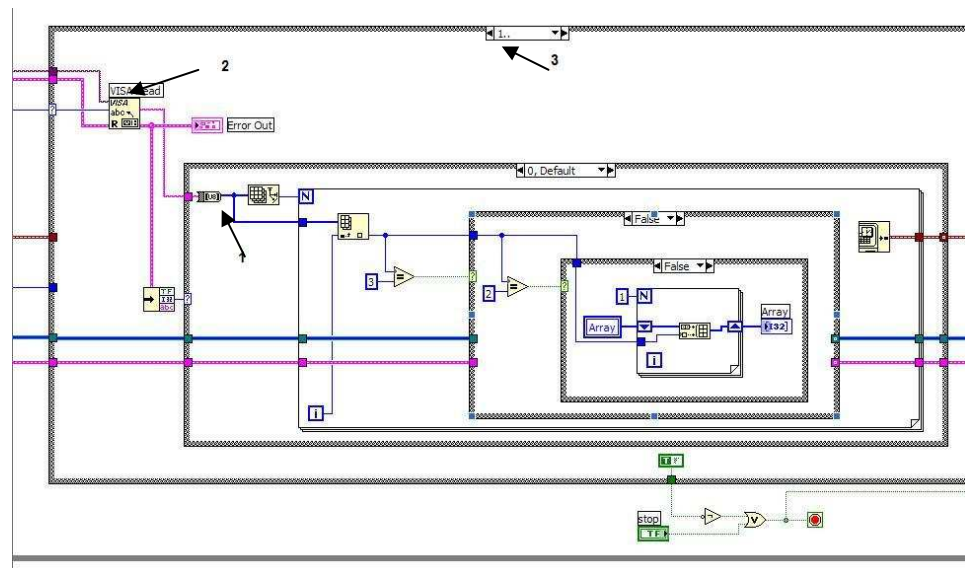
Teniendo en cuenta, que los paquetes de información que envían los equipos tienen diferentes formatos, se optó por explicar las etapas para cada equipo por separado.

### **3.3.1. Sysmex KX-21N**

Para la lectura de los datos se hace uso del icono *Visa Read* como se muestra en la opción 2 de la figura 3.5, al cual se conectan una señal de referencia de los parámetros de configuración y el número de bytes a ser leídos. Si la configuración del equipo no concuerda con la del software, se visualiza un mensaje de error donde se le sugiere al usuario que modifique la configuración de comunicación del equipo, de acuerdo con la presentada en el manual de usuario (ver anexo B).

La estructura de lectura está diseñada para que se ejecute solamente cuando hayan bytes en *buffer* de recepción, como indica la flecha 3 en la figura 3.5; en otro caso el sigue verificando la llegada de información al puerto. La verificación es ejecutada hasta determinado tiempo, ya que se cuenta con un temporizador, el cual detiene el programa con el objetivo de hacer mejor uso de los recursos del sistema. En este estado se visualiza un mensaje donde el usuario selecciona si quiere continuar el proceso de lectura o abandonar esta etapa.

Figura 3.5. Código Labview para la lectura de datos del Sysmex KX-21N



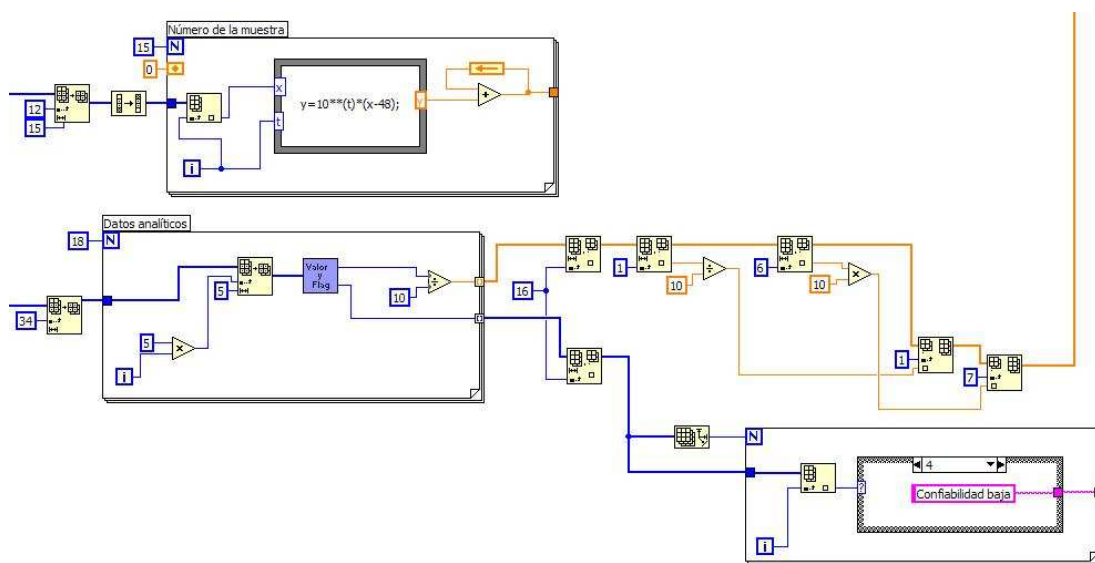
Fuente: código S.A.I.E.M.

A medida que los datos son leídos, se transforman a datos numéricos como indica la flecha en 1, debido a que el icono de lectura utiliza para el formato de los datos caracteres *string*. Los datos son empaquetados en un vector y enviados a una rutina para su posterior procesamiento.

Los datos se procesan, primero convirtiendo de código ASCII a su correspondiente representación, es decir, el código que representa un número se convierte a su respectivo

símbolo (ver anexo B), para poder hacer operaciones matemáticas con ellos. Estas operaciones corresponden a divisiones para agregar el punto decimal del resultado analítico, en la posición especificada. El formato de los datos enviados por el equipo es el KX-21N, mencionado en el capítulo anterior. En la siguiente figura se observa las diferentes operaciones que se realizan a los datos.

Figura 3.6. Procesamiento de los datos analíticos del Sysmex KX-21N

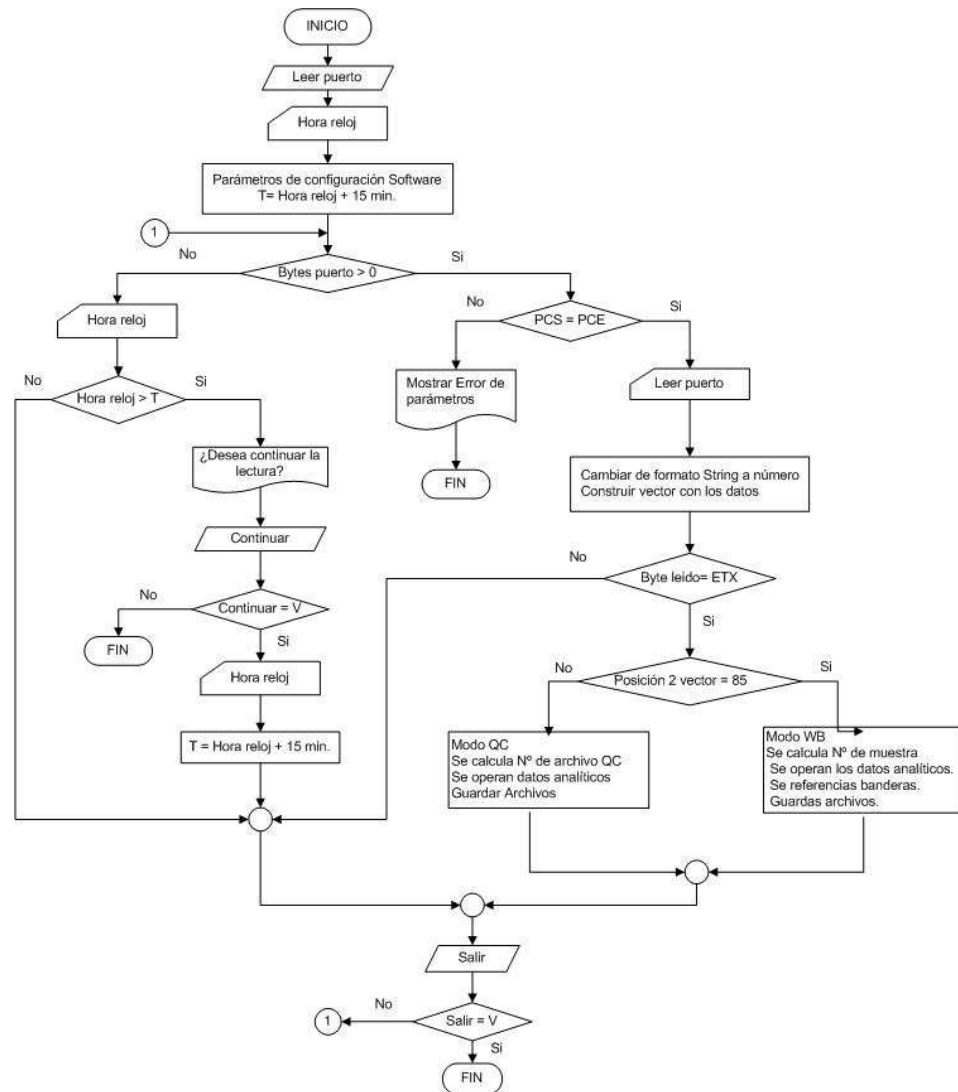


Fuente: código S.A.I.E.M.

Finalmente, los datos son organizados y almacenados en un archivo .dat, asignándole como nombre el número de la muestra.

En el siguiente diagrama de flujo, se puede observar de manera más detallada la etapa de recepción y procesamiento de datos.

Figura 3.7. Diagrama de flujo Etapa de Recepción y Procesamiento de datos  
Sysmex KX-21N

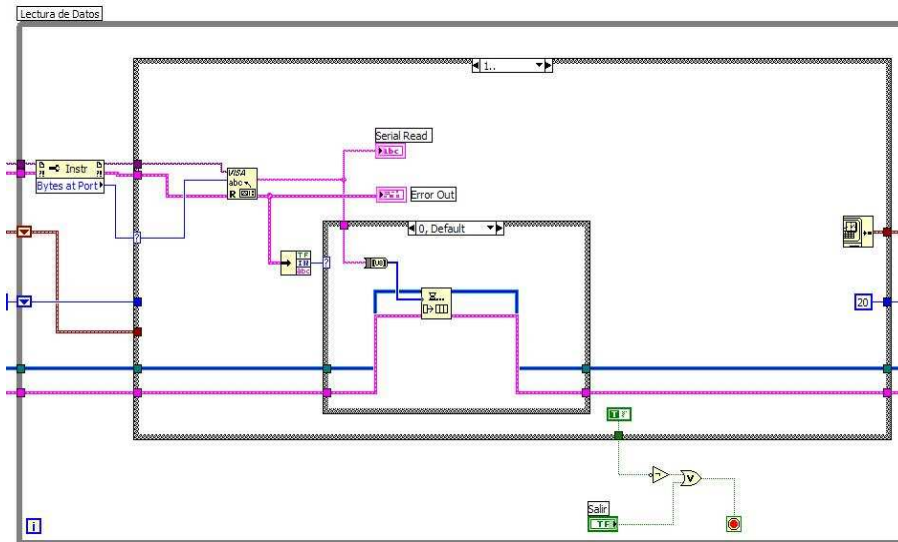


Fuente: Autores del proyecto

### 3.3.2. Hitachi 902

Al igual que en el programa del Sysmex, se hace uso del icono *Visa Read*, y se cumplen las mismas especificaciones en cuanto a lectura, temporización y visualización de error.

Figura 3.8. Lectura de los datos analíticos del Hitachi 902



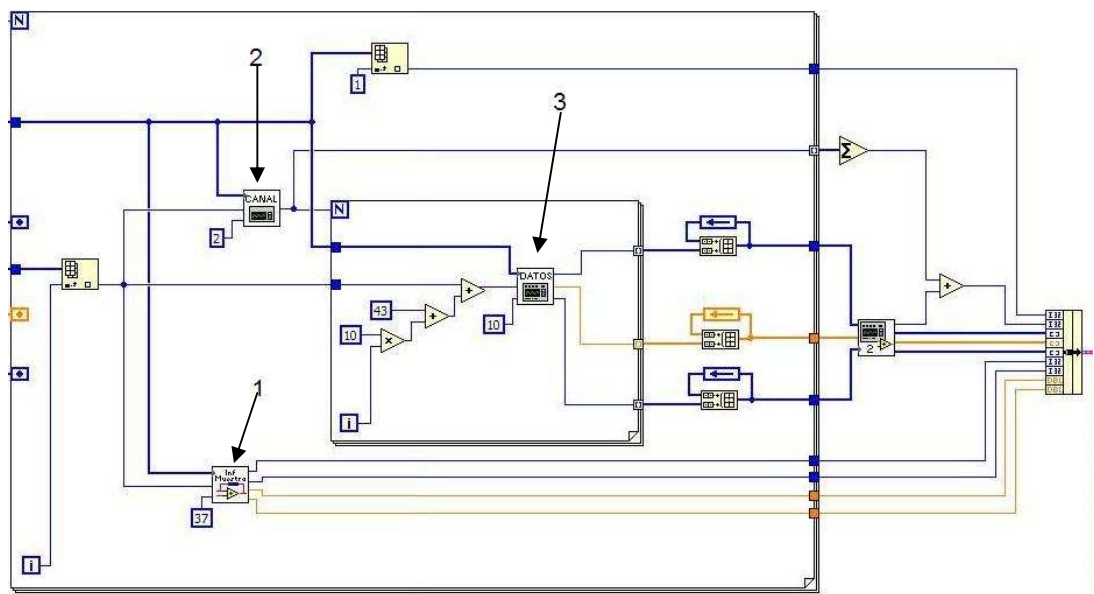
Fuente: código S.A.I.E.M.

El procesamiento de los datos comienza con el empaquetamiento de los datos hasta formar un frame, y verificar si el valor de BCC recibido es igual al calculado usando la fórmula del BCC. Si el BCC calculado es diferente al recibido, se muestra un mensaje de error donde se le informa al usuario que la muestra recibida debe ser reenviada porque hubo un error en la información. De lo contrario, se hace una identificación del carácter de *frame* para determinar cuantos son los *frames* que conforman la muestra. Si el carácter de *frame* indica que la muestra esta conformada por más de uno, este se mantiene a la espera de los otros para unirse y formar un solo vector con todos los valores de la muestra. En caso de que el carácter de *frame* indique que la muestra se encuentra conformada por un solo *frame*, este automáticamente se convierte en el vector de muestra.

El vector de muestra creado se convierte de código ASCII a símbolo, para extraer los datos correspondientes a la información de la muestra, canales utilizados, alarma de los datos y los datos analíticos, cada uno de ellos por separado. La figura 3.9 muestra las rutinas encargadas de separar estos datos. La opción 1 que indica la flecha es el *subvi* que se encarga de extraer la información de la muestra. El número total de canales (análisis)

realizado a la muestra es extraído por el *subvi* que indica la flecha en la opción 2, y a la vez, este valor es usado por el *subvi* que indica la opción 3 para extraer el valor medido en cada análisis, el canal correspondiente al valor medido y las respectivas alarmas de datos si existen.

Figura 3.9. Procesamiento de los datos analíticos en Labview



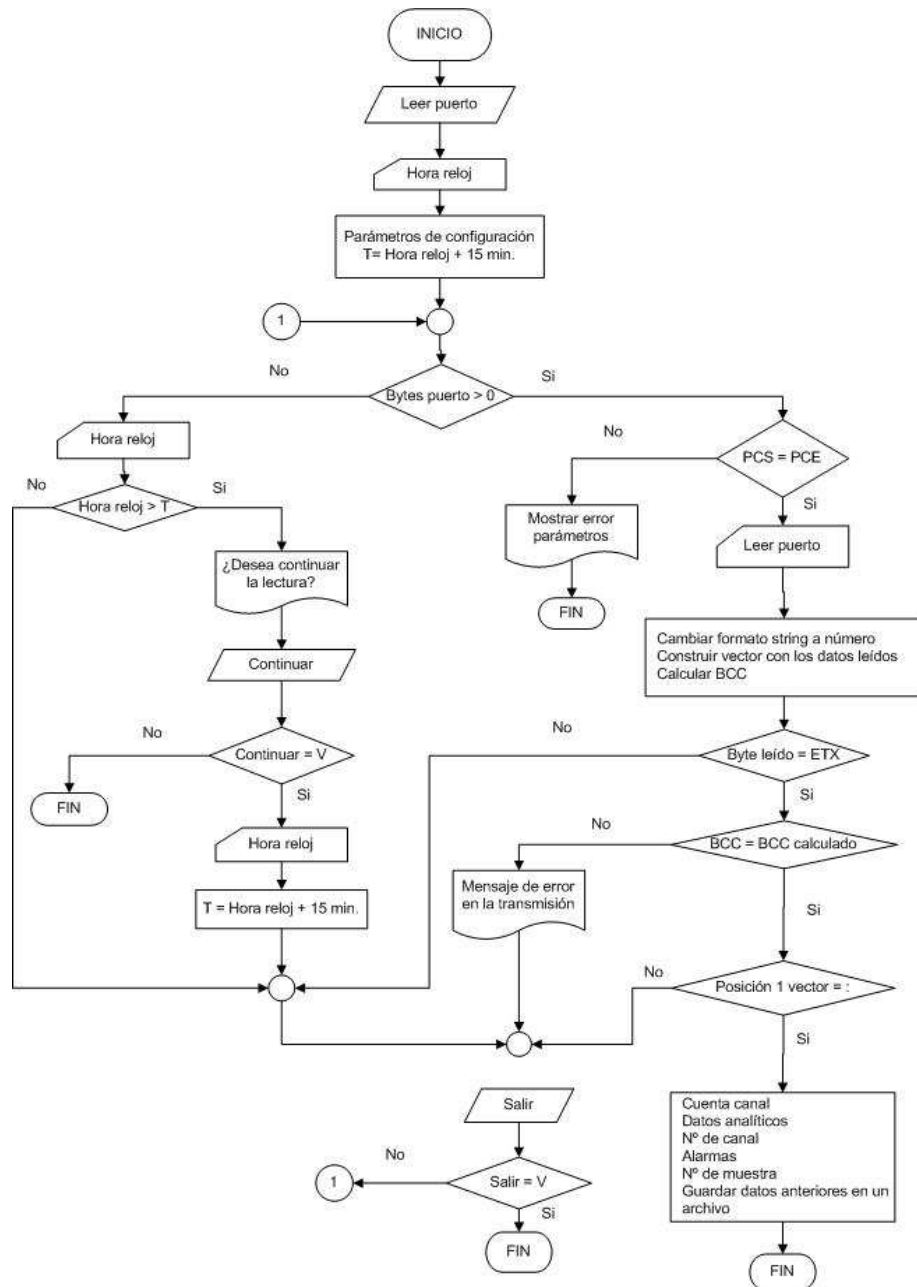
Fuente: código S.A.I.E.M.

Por ultimo, estos elemento se almacenan en un archivo .dat asignándole como nombre el número de la muestra.

Para el procesamiento de los datos, se debe tener en cuenta la estructura del *frame* enviado y el volumen máximo de transferencia. Como estructura del frame, se escogió la que tiene como código de fin de datos ETX+BCC, a un volumen máximo de transferencia de 256 bytes; esto aplicado a la comunicación en modo solo resultados.

El diagrama de flujo que se muestra en la siguiente figura, explica la secuencia de recepción y procesamiento de los datos para el Hitachi 902.

Figura 3.10. Diagrama de flujo Etapa de Recepción y Procesamiento de los datos Hitachi 902



Fuente: Autores del proyecto

### 3.4. ETAPA DE GENERACIÓN DE REPORTE

En la etapa de generación de reportes, tanto para el Sysmex como para el Hitachi, se presentan tres opciones de manipulación de los reportes, la opción de crear el reporte, la de modificar un reporte creado y la opción de impresión. En la figura 3.11 se muestra los paneles frontales de cada equipo.

*Figura 3.11. Ventana Reportes Hitachi 902 y Sysmex KX-21N*



*Fuente: Autores del proyecto*

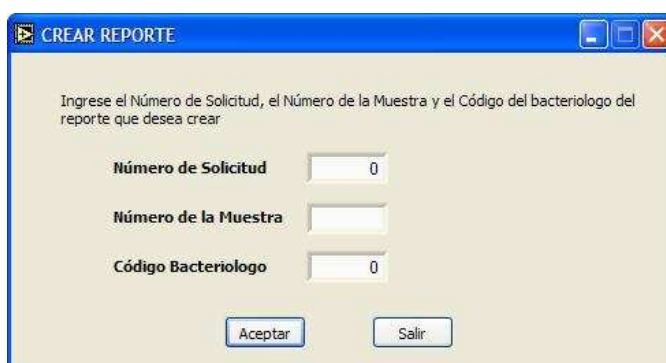
Para la generación de un reporte, se hace uso de un archivo de texto proporcionado por la base de datos del Hospital, que consta de los datos personales del paciente al cual se le van a realizar los análisis.

El archivo contiene como información del paciente los siguientes datos: Número de solicitud, fecha y hora de la solicitud, servicio médico, número de la historia clínica, nombre, dirección, edad, sexo, número de teléfono y médico solicitante.

### 3.4.1. Crear Reportes

Al elegir la opción de crear reporte, se abre una ventana donde se le solicita al usuario que ingrese el número de solicitud del paciente, el número que le asigna el bacteriólogo a la muestra de ese paciente, y el código del bacteriólogo que efectuó el análisis. Si cualquiera de estos ítems no es ingresado, o en su defecto, ingresado de manera errónea, se mostrará un mensaje de acuerdo al error cometido. Si el ingreso es satisfactorio, se abre una nueva ventana en la cual se visualiza la información del paciente y los resultados de los análisis.

*Figura 3.12. Ventana para ingresar a Crear reportes*



*Fuente: Autores del proyecto*

En esta ventana, el usuario puede hacer modificaciones a los resultados enviados por el equipo, en los cuales el considera que hubo un error. Estos cambios se pueden realizar para cada uno de los resultados de manera independiente.

Cuando el usuario decide guardar, es en ese momento, en que el reporte es creado, almacenándose como archivo de texto. Además, el usuario tiene la opción de elegir la impresión del reporte desde ésta ventana si así lo desea.

➤ **Sysmex KX-21N**

En la figura 3.13 se visualiza el panel frontal de la opción crear reportes. En esta ventana se presentan los datos personales del paciente, los datos de los resultados de los análisis, un control para escoger el tipo de examen que se va a registrar, los controles para modificar cada uno de los datos de los resultados y una opción adicional para modificar el diferencial del cuadro hemático.

Figura 3.13. Ventana Crear Reportes del Sysmex KX-21N

HEMATOLOGIA	
Solicitud N°	8195
Fecha de Solicitud	2006-03-30
Servicio	URGENCIAS PEDIATRICAS
Médico Solicitante	
Historia clínica	68001020495
Paciente	HDA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA
Edad	0 años
Sexo	F
Dirección	CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II
Teléfono	6401015
Bacteriologo	167 Valencia Prince Gloria Elsy
Selección de Examen	CUADRO HEMATICO O
Modificar diferencial	<input checked="" type="radio"/>
WBC x 10E3/uL	-4,10
LYM# x 10E3/uL	1,80
MXD# x 10E3/uL	0,60
NEUT# x 10E3/uL	1,70
Diferencial:	
Segmentados%	39,60
Linfocitos %	44,60
Mixtas%	+15,80
RBC x 10E6/uL	4,31
HGB g/dL	11,40
HCT %	36,00
MCV fL	83,50
MCH Pg	-26,50
MCHC g/dL	-31,70
RDW-CV %	15,60
RDW-SD fL	-48,50
PLT x 10E3/uL	209,00
MPV fL	11,10

Fuente: Autores del proyecto

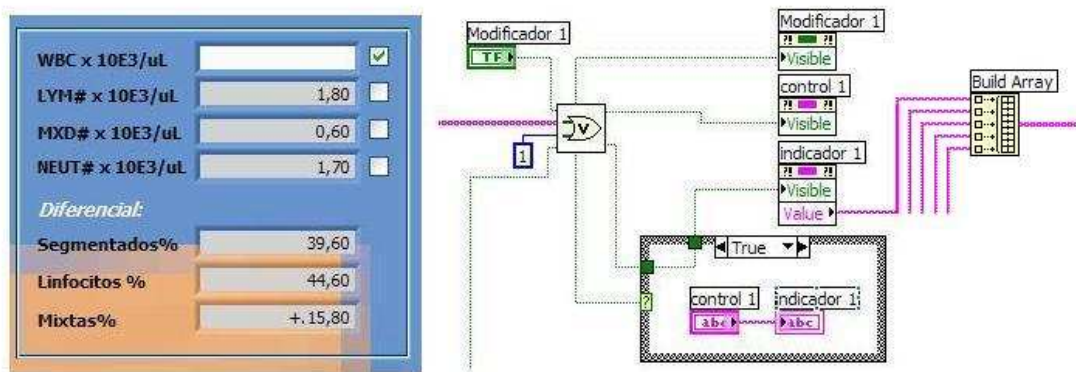
Al seleccionar la opción de crear reportes, se leen tres archivos correspondientes a los datos del paciente, a los resultados de los análisis y los parámetros de configuración, respectivamente. El archivo de datos del paciente es un archivo de extensión .txt, el archivo

de los resultados de los análisis es un archivo .dat, igual que el archivo de parámetros de configuración, estos archivos son leídos por la función *Read file* de Labview.

Al ejecutarse la lectura de los archivos, la información se visualiza en indicadores como se muestra en la figura 3.13; aquí el usuario tiene la facilidad de verificar los resultados y realizar cambios si lo requiere. Las opciones de modificación de los resultados son independientes para cada dato.

Los cambios se pueden realizar seleccionando el modificador e ingresando en el control que se visualiza el nuevo valor. La programación implementada en Labview para tal fin se muestra en la figura 3.14; cuando se selecciona el modificador, desaparece el indicador y aparece un control para ingresar el nuevo valor. Mediante *Property Nodes*, se asigna al indicador el valor del control y se guardan todos los datos modificados o no modificados en un *array* mediante el *Build Array*.

Figura 3.14. Modificador de datos analíticos Sysmex KX-21N

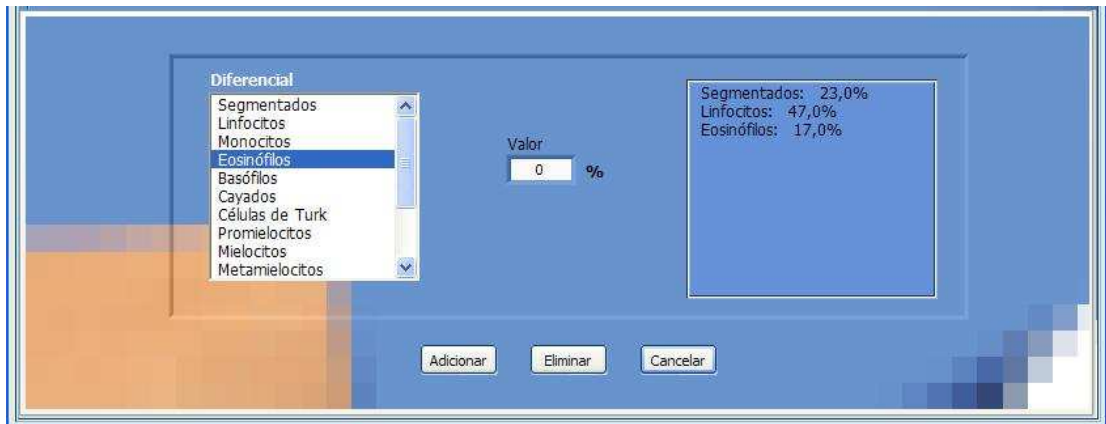


Fuente: código S.A.I.E.M.

Modificar diferencial, es una opción que permite cambiar los datos porcentuales del diferencial, este cambia los datos de los campos asignados como segmentados, linfocitos, mixtas que se visualizan en la figura 3.14; al seleccionar este control aparece un *tab*

*control*, en el cual se presenta una lista con los nombres de las células que pertenecen al diferencial y un control para ingresar el valor.

*Figura 3.15. Tab control para modificar diferencial*

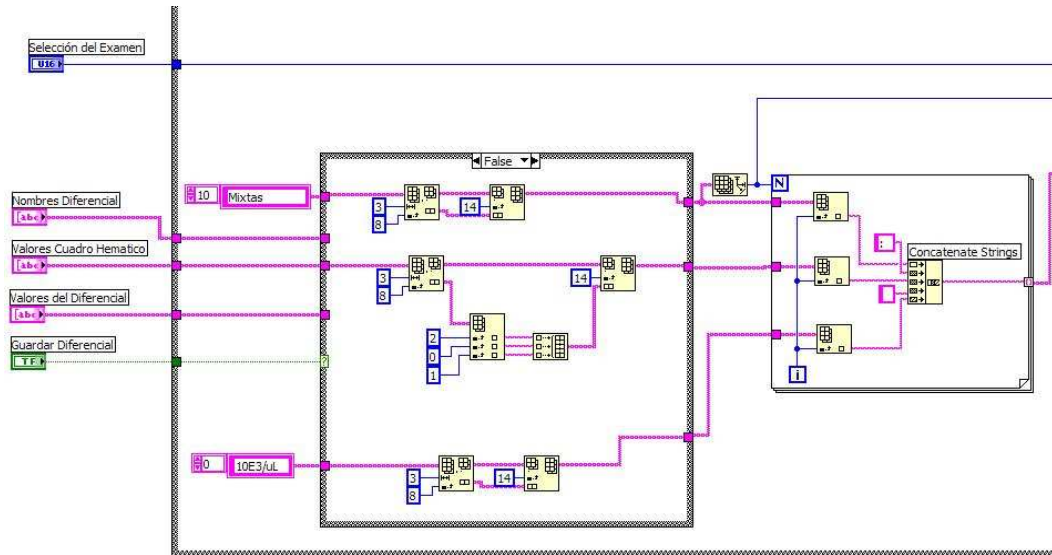


*Fuente: Autores del proyecto*

En la figura 3.15, la lista de nombres es el control llamado Diferencial, y el control de Valor es donde se ingresa el dato, los datos son empaquetados en un arreglo mediante un *Buil array*; la suma de los porcentajes de los datos ingresados debe completar un 100%, por lo tanto se hace un control de los valores ingresados, visualizando un mensaje cuando el usuario se excede en este valor, indicando que debe verificar los datos ingresados y corregir la información. Al finalizar el cambio del diferencial, los arreglos son enviados para unirlos con los arreglos de datos de los demás resultados que están visualizados en pantalla.

Al terminar de hacer las modificaciones necesarias, se debe guardar la información, esto se hace de acuerdo al dato del control de selección del examen, la información de los resultados analíticos, los correspondientes nombres de cada dato y las unidades en que estos se generan, son almacenadas en tres arreglos de datos respectivamente, como se muestra en la figura 3.16. Al final que la información esta organizada, se ordena para guardarla en un archivo de texto con los datos personales del paciente, dejándola lista para ser impresa si se desea.

Figura 3.16. Código Labview para guardar el archivo de texto del reporte.

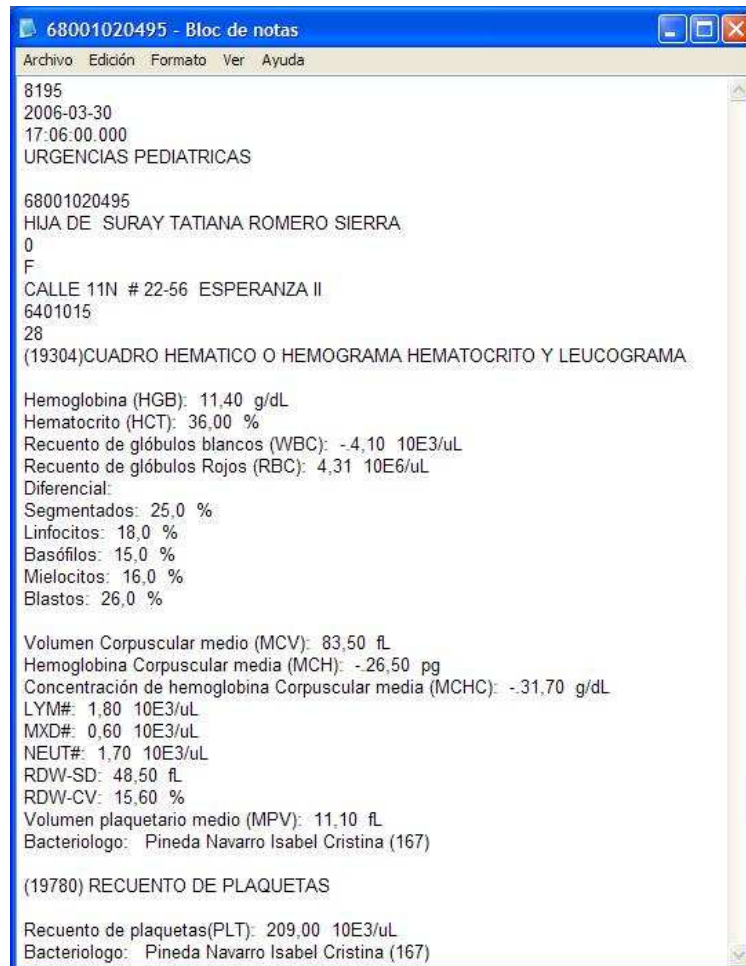


Fuente: código S.A.I.E.M.

Los datos se concatenan mediante la función *Concatenate Strings*, asignándoles el nombre según la selección de tipo de examen. Este nombre lleva el número de código de examen de acuerdo a los códigos SOAT utilizados por el hospital, finalmente se guardan en un archivo de texto mediante la función *Write File*.

El archivo de texto que se crea cuando se guarda el reporte es visualizado en la figura 3.26, se observa que la información de los datos personales del paciente se guarda línea por línea, al final de estos datos se ingresa el número de líneas que vienen de los datos de los resultados, y finalmente se guarda la información de los análisis de la misma manera como van a ser impresos en el reporte.

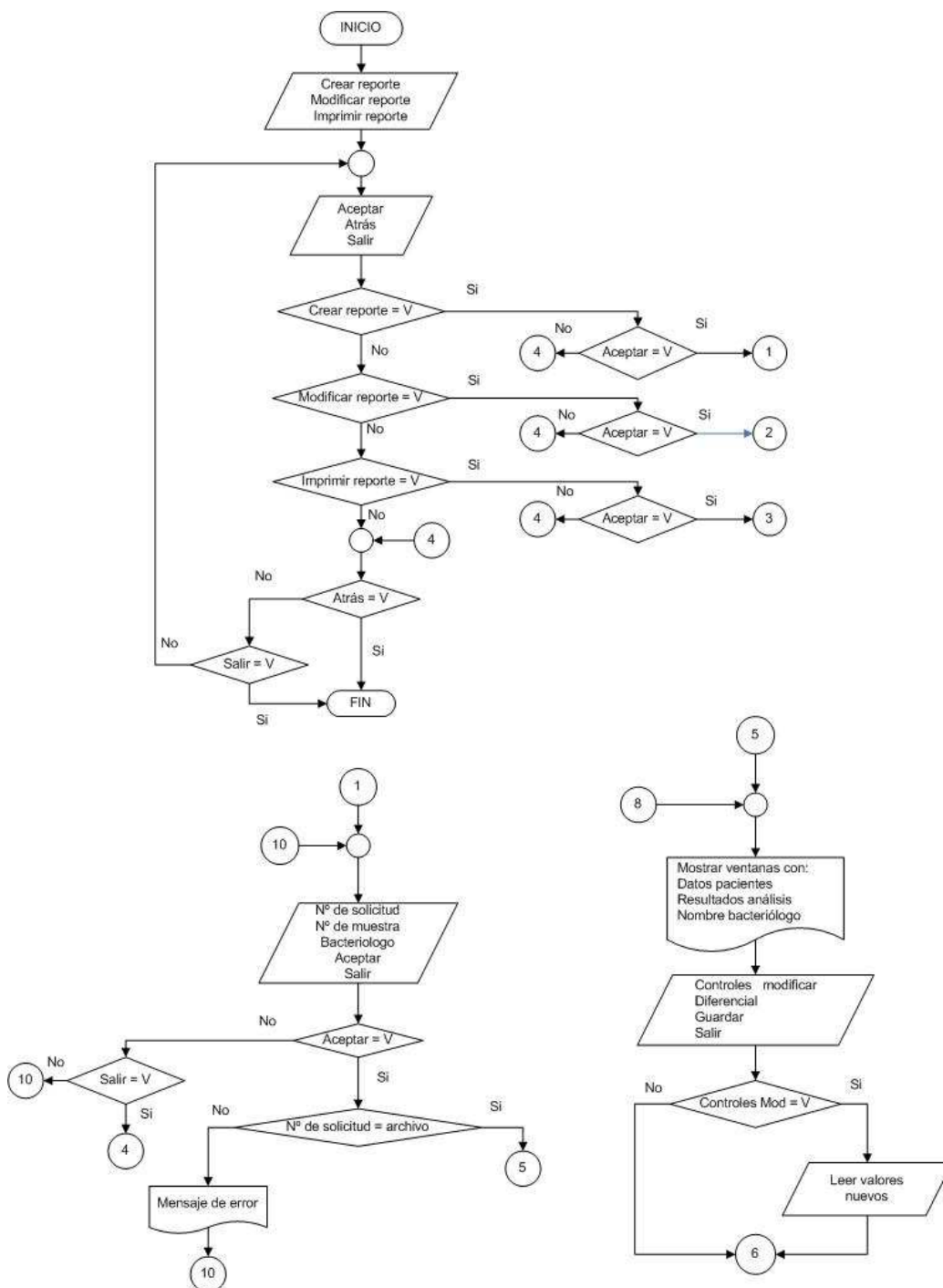
Figura 3.17. Archivo de texto del reporte creado



Fuente: Autores del proyecto.

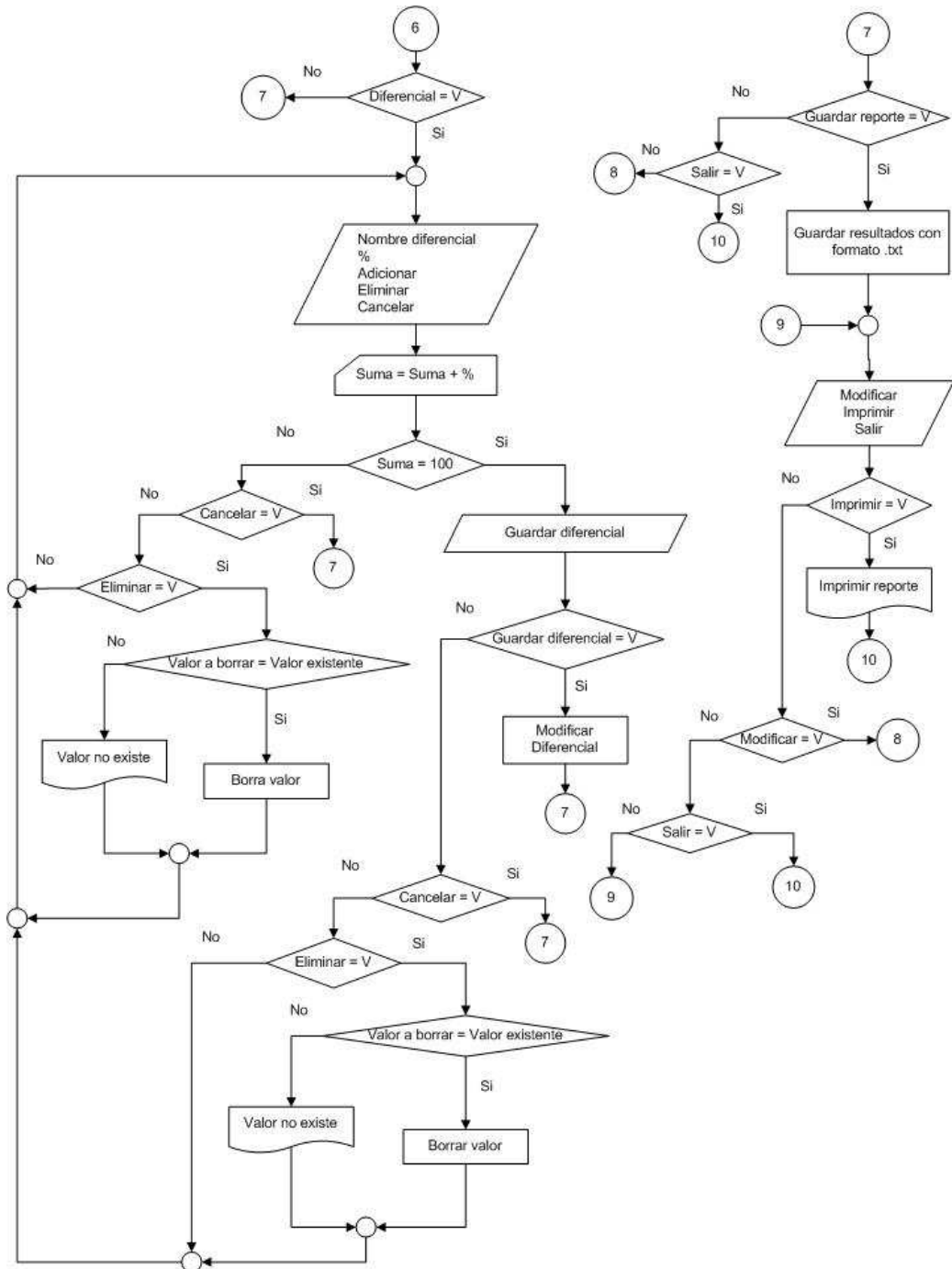
El diagrama de flujo de la opción de crear reportes, se detalla en la siguiente figura.

Figura 3.18. Diagrama de flujo Reportes y opción crear reportes para Sysmex KX-21N



Fuente: Autores del proyecto

Figura 3.19. Continuación del diagrama de flujo Reportes y opción crear reportes para Sysmex KX-21N



Fuente: Autores del proyecto

➤ **Hitachi 902**

En la figura 3.20 se visualiza el panel frontal de la opción crear reportes. En esta ventana se presentan los datos personales del paciente, los datos de los resultados de los análisis y los controles para modificar cada uno de los datos de los resultados. Además de una opción adicional que no es visualizada que permite modificar o agregar información al nombre del análisis.

Figura 3.20. Ventana Crear Reportes del Hitachi 902

**CREAR REPORTE**  
AYUDA

**QUÍMICA SANGUINEA**

Solicitud N°: 8195  
Fecha de Solicitud: 2006-03-30  
Servicio: URGENCIAS PEDIATRICAS  
Médico Solicitante:

Historia clínica: 68001020495  
Paciente: HIA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA  
Dirección: CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II  
Bacteriólogo: 167 Valencía Prince Gloria Elsy

Edad: 0 años Sexo: F  
Teléfono: 6401015

GLUCOSA	90,7	<input type="checkbox"/>
BUH	5,1	<input type="checkbox"/>
CREATININA	0,84	<input type="checkbox"/>
ÁCIDO ÚRICO	2,99	<input type="checkbox"/>
COLESTEROL	222	<input type="checkbox"/>
TRIGLICERIDOS	278	<input type="checkbox"/>
GOT	35,6	<input type="checkbox"/>
GPT	32	<input type="checkbox"/>

FOSFATOSA ALCALINA	135	<input type="checkbox"/>
PRT LCR	376	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA TOTAL	0,45	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA DIRECTA	0,2	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA INDIRECTA	0,25	<input type="checkbox"/>
ALBÚMINA	4,88	<input type="checkbox"/>
PROTEÍNAS TOTALES	7,63	<input type="checkbox"/>
LDH	707	<input type="checkbox"/>

Guardar      Salir      Siguiente

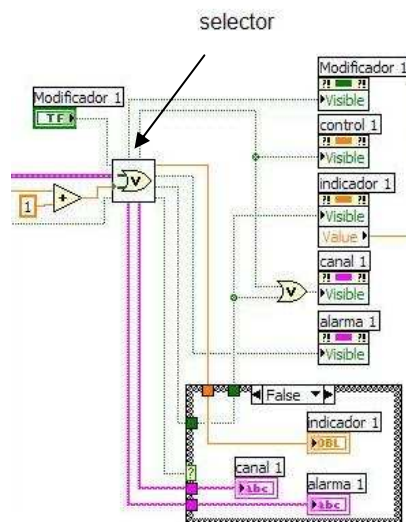
Fuente: Autores del proyecto

Cuando se selecciona la opción de crear reportes, se leen tres archivos correspondientes a los datos del paciente, a los resultados de los análisis y los parámetros de configuración, respectivamente. Los datos del paciente, los resultados de los análisis y los parámetros de

configuración son leídos usando la función *Read file* de Labview teniendo en cuenta su respectivo formato. Luego de ser leídos estos datos, se visualizan como se muestran en la figura 3.20. Aquí el usuario puede modificar uno a uno los datos que desee. La estructura del programa esta diseñada para que solo se visualicen 16 datos, los demás son visualizados con la opción siguiente, como si fueran las paginas de un libro; esto debido a que una muestra puede tener más de 25 análisis y no es estético llenar la pantalla con tanta información.

La rutina encargada de permitir al usuario la modificación de cada uno de los datos y la de estructurar la visualización de los mismos como paginas se muestra en la figura 3.21, claro ésta, que esa es la rutina para un solo control indicador; donde el *subvi* selector es el encargado de elegir el dato a visualizar y de permitir la modificación del mismo. Cuando se selecciona el modificador, desaparece el indicador y aparece un control para ingresar el nuevo valor. Mediante *Property Nodes*, se asigna al indicador el valor del control y se guardan todos los datos modificados o no modificados en un array mediante el *Buil Array*.

Figura 3.21. Selector y modificador de datos analíticos



Fuente: Código S.A.I.E.M.

Para modificar el nombre de los análisis si es necesario, ya que los bacteriólogos en ocasiones, necesitan agregar información al nombre de un determinado análisis para que este sea más específico; al presionar la tecla F8, aparece un *tab control* como el de la figura 3.22, en el cual se presenta una lista con los nombres de los análisis disponibles en ese momento, solo se debe seleccionar el análisis indicado y agregar la información pertinente. Estas modificaciones son almacenadas en un vector para que puedan ser visualizadas en los indicadores del nombre del análisis.

*Figura 3.22. Tab control para modificar los nombres de los análisis*



*Fuente: Autores del proyecto*

Al término de todas las modificaciones, se debe guardar la información, la cual consta de los datos del paciente, los nombres de los análisis realizados y los valores de dichos análisis con su respectiva unidad de medida. Estos datos son concatenados de tal forma que primero se coloca el nombre del análisis, debajo el valor y su respectiva unidad, seguido del nombre del bacteriólogo; esto con el fin de tener la información ordenada para la impresión.

Por último, esta información es guardada como un archivo de texto como el mostrado en la figura 3.23.

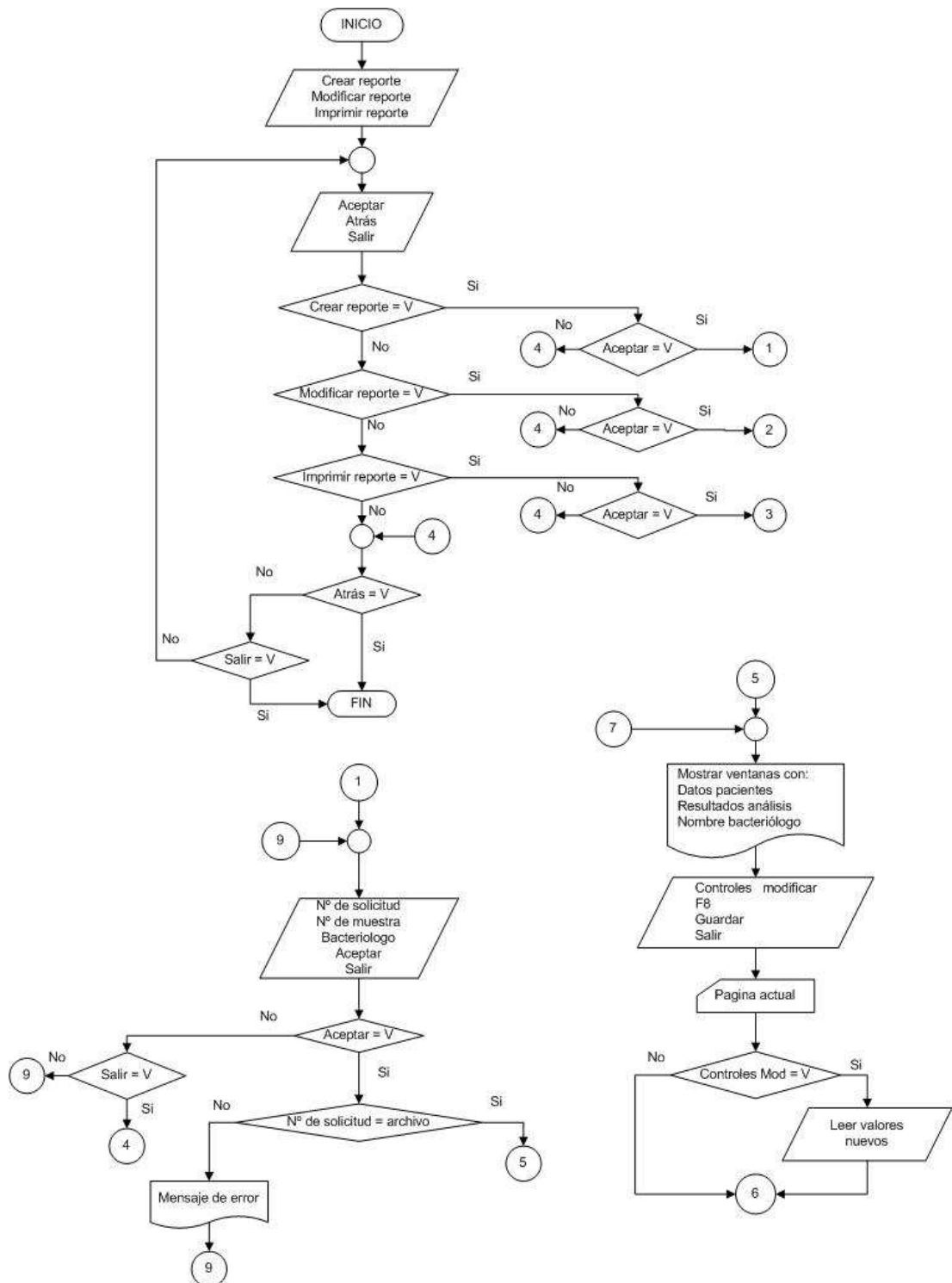
Figura 3.23. Archivo de texto del reporte creado



Fuente: Autores del proyecto

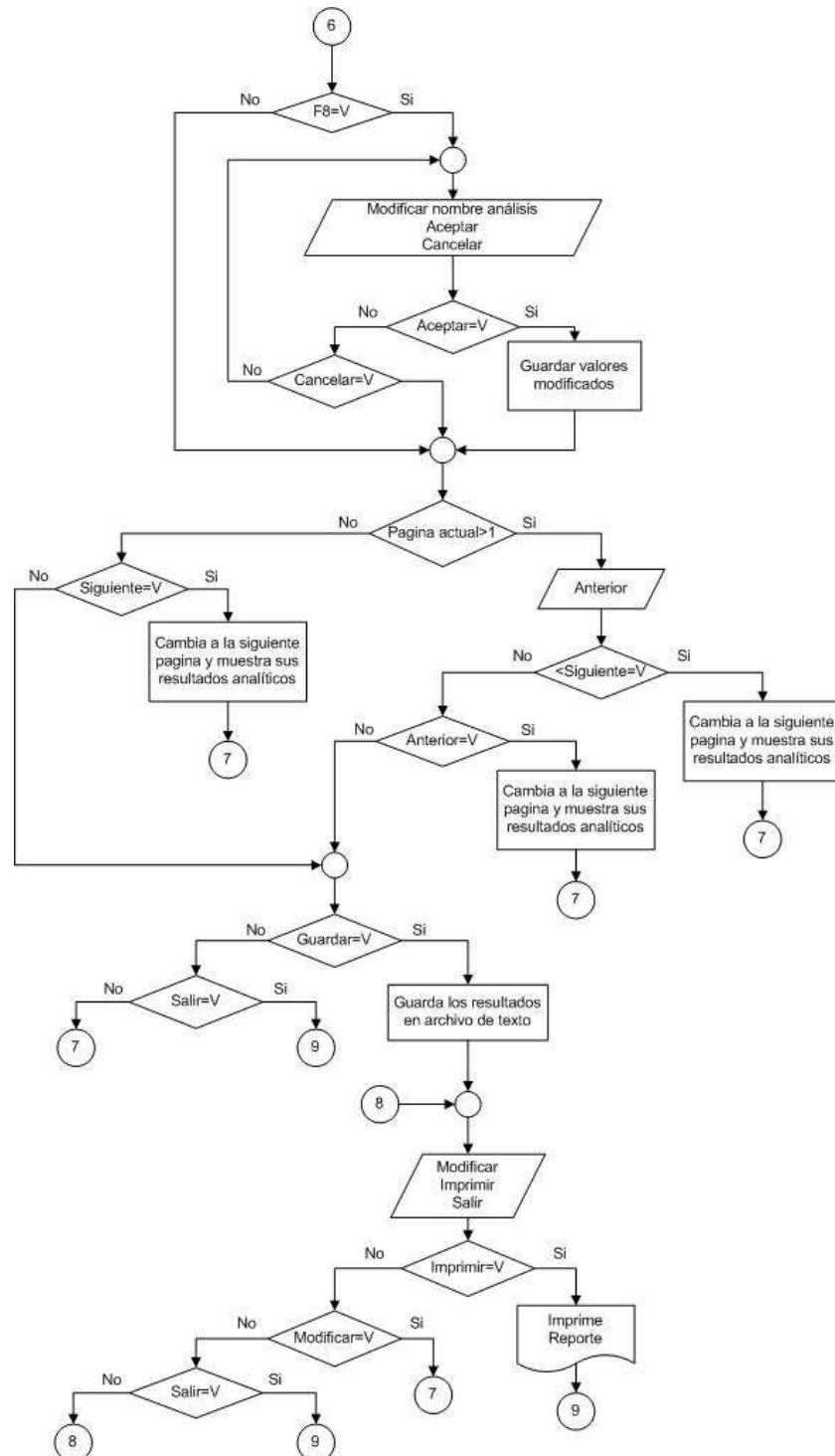
El diagrama de flujo de la opción crear reporte se detalla a continuación.

Figura 3.24 Diagrama de flujo Reportes y opción crear reportes para el Hitachi 902



Fuente: Autores del proyecto

Figura 3.25 Diagrama de flujo Reportes y opción crear reportes para el Hitachi 902

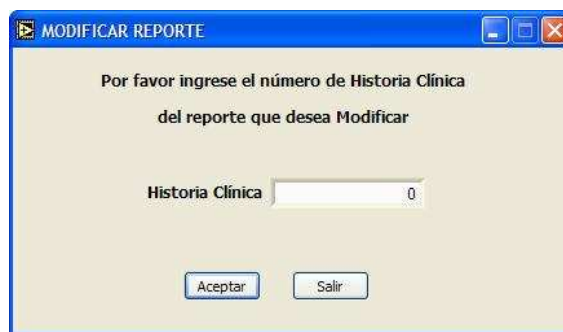


Fuente: Autores del proyecto

### 3.4.2. Modificar Reportes

Es una opción que le permite al usuario realizar cambios a un reporte creado. Para ingresar a esta opción, se hace solicitud de la historia clínica del paciente. Al igual que en la opción de crear reporte, las modificaciones son independientes para cada uno de los resultados. Y también se tiene la opción de imprimir el reporte.

Figura 3.26. Ventana para ingresar a Modificar Reporte

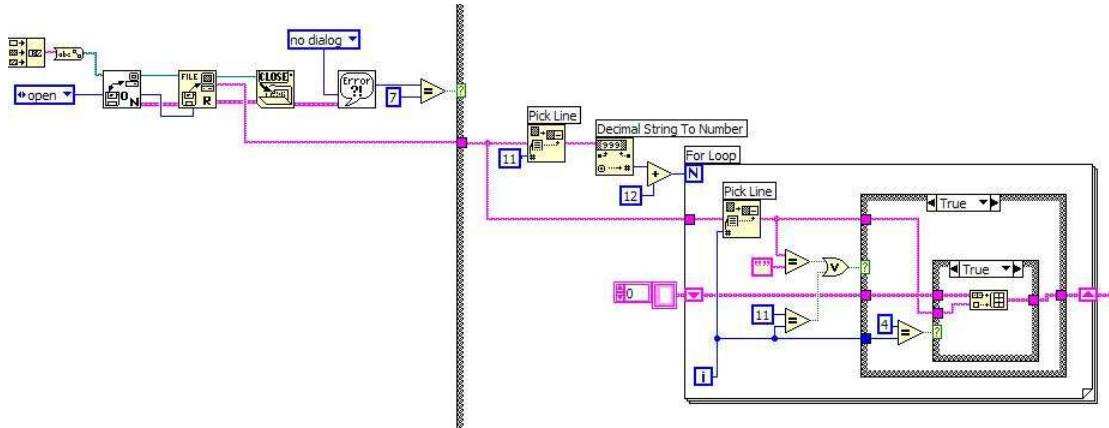


Fuente: Autores del proyecto

#### ➤ **Sysmex KX-21N**

Al ingresar el número de historia clínica, se lee el archivo .txt del reporte que fue creado, esto mediante la función *Read file*. Usando un *For Loop* y la función *Pick Line* se separa la información del archivo línea por línea y se guarda en un vector mediante la función *Build Array*, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.27. Lectura del archivo de texto del reporte



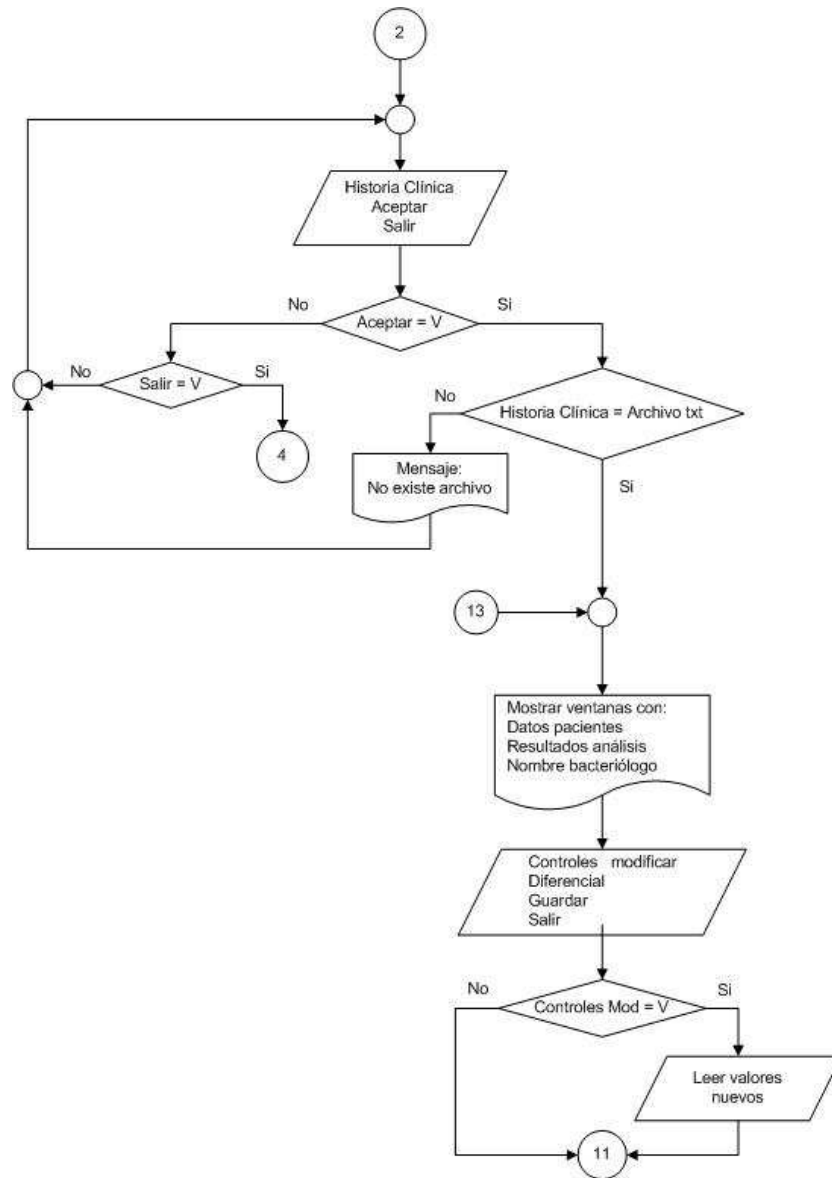
Fuente: código S.A.I.E.M.

Los datos de los resultados de los análisis se obtienen nuevamente, separando nombre y valor utilizando la función *Match Pattern*; mediante lógica Booleana, se obtiene un vector con los resultados numéricos de los análisis. El diferencial se trata independientemente, debido a que los datos se deben enviar en vectores separados para poder hacer modificaciones. Cuando se han obtenido todos los datos, la estructura del programa se hace igual que en crear reporte, los datos se visualizan en una ventana exactamente igual a la ventana de la figura 3.20 de la página 91, la única diferencia que se presenta, depende del tipo de examen que fue seleccionado cuando se creó el reporte.

Dependiendo del tipo de examen se visualiza la nueva información en pantalla. Si el examen escogido fue Cuadro Hemático, aparecen todos los valores excepto las plaquetas; si el examen seleccionado fue Recuento de Plaquetas, solo se visualiza en pantalla un dato, el de las plaquetas y el control de modificar diferencial se deshabilita para este caso. Si el tipo de examen seleccionado es cuadro hemático y recuento de plaquetas, aparece toda la información y todas las opciones de modificadores disponibles como en la opción de crear reporte, excepto que el control de escoger el examen se deshabilita.

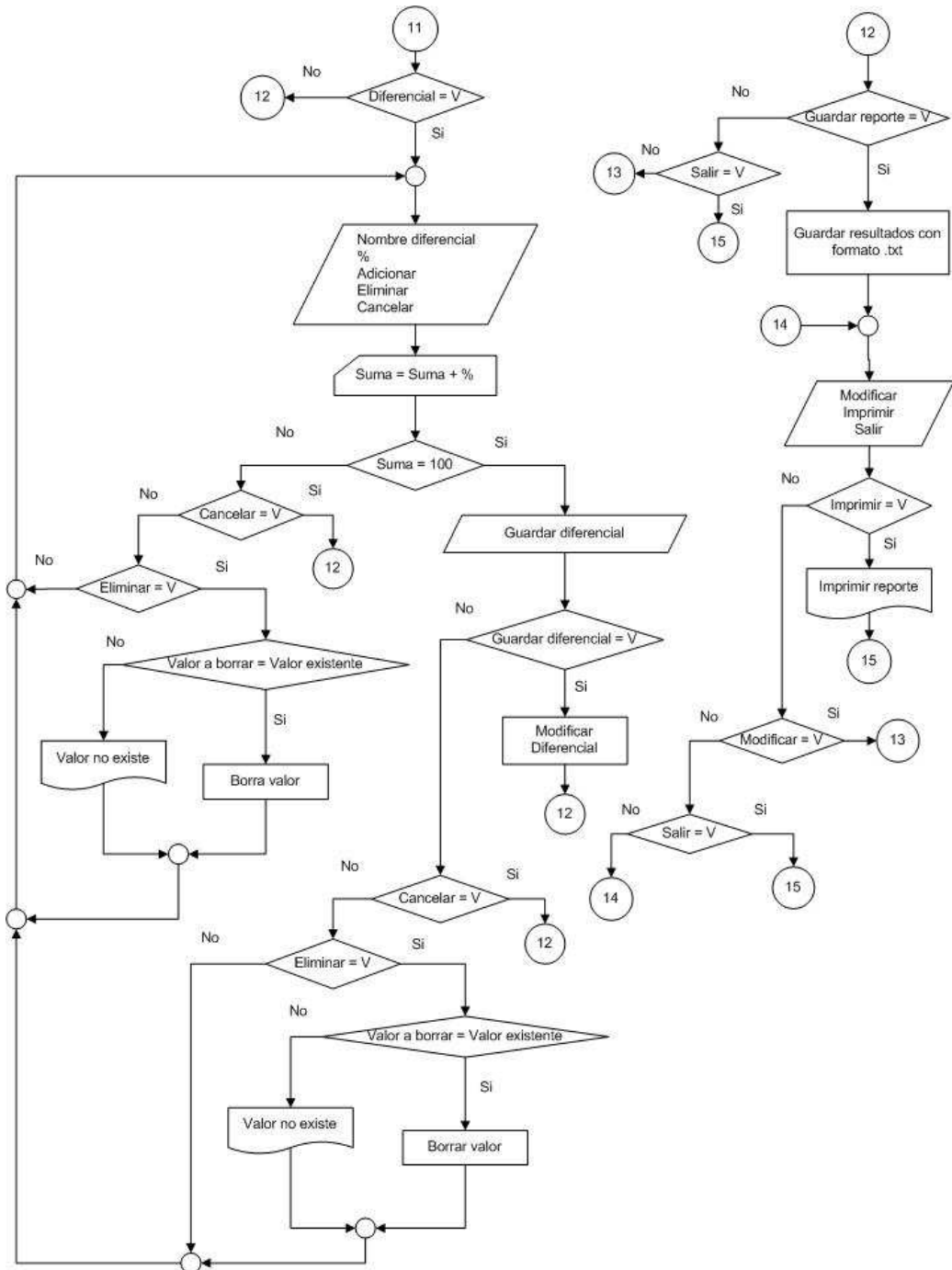
Para guardar el reporte se utiliza el mismo código que se uso en la opción de Crear reportes, para facilitar la programación se uso un *subvi* del programa guardar, facilitando su aplicación en Labview. El diagrama de flujo de la opción Modificar reportes, se detalla en la siguiente figura.

Figura 3.28. Diagrama de flujo de la opción Modificar reporte para el Sysmex KX-21N



Fuente: Autores del proyecto

Figura 3.29. Continuación diagrama de flujo de la opción Modificar reporte para el Sysmex KX-21N

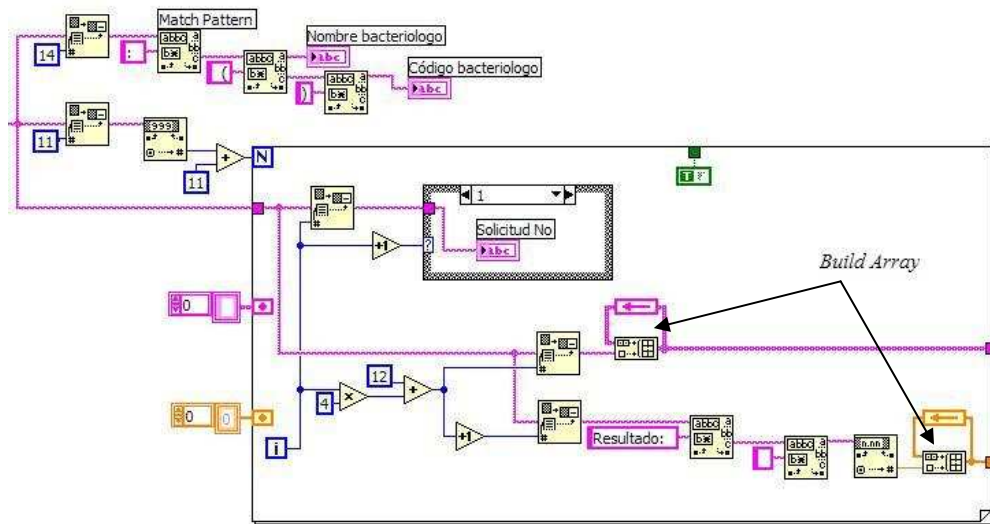


Fuente: Autores del proyecto

➤ **Hitachi 902**

Al ingresar el número de historia clínica, se lee el archivo .txt del reporte que fue creado, esto mediante la función *Read file*. Usando un *For Loop* y la función *Pick Line* se separa la información del archivo línea por línea y se guarda en un vector mediante la función *Build Array*, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.30. Extracción de la información a partir del archivo de texto



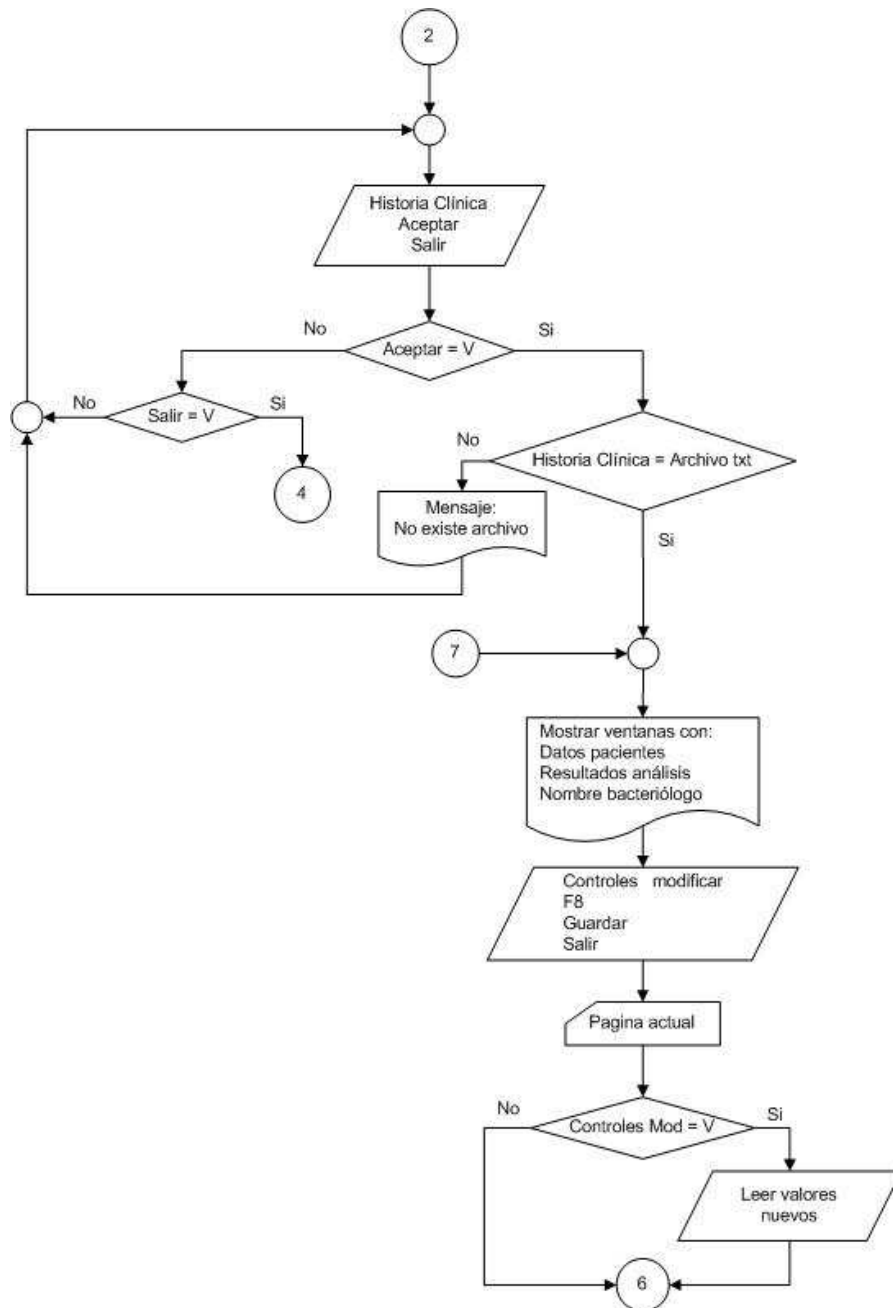
Fuente: Código S.A.I.E.M.

La rutina anterior extrae los datos del paciente, los nombres de los análisis realizados y sus correspondientes valores medidos. Por medio de un comparador y con los nombres de los análisis, se obtienen las respectivas unidades de los análisis realizados. Después de extraer toda la información, esta se envía a la misma rutina de la opción crear reportes para que sea visualizada, ejecutándose las mismas opciones disponibles en la interfaz.

Para guardar el reporte se utiliza el mismo código que se uso en la opción de Crear reportes, y para facilitar la programación se uso un *subvi* del programa guardar, facilitando su aplicación en Labview.

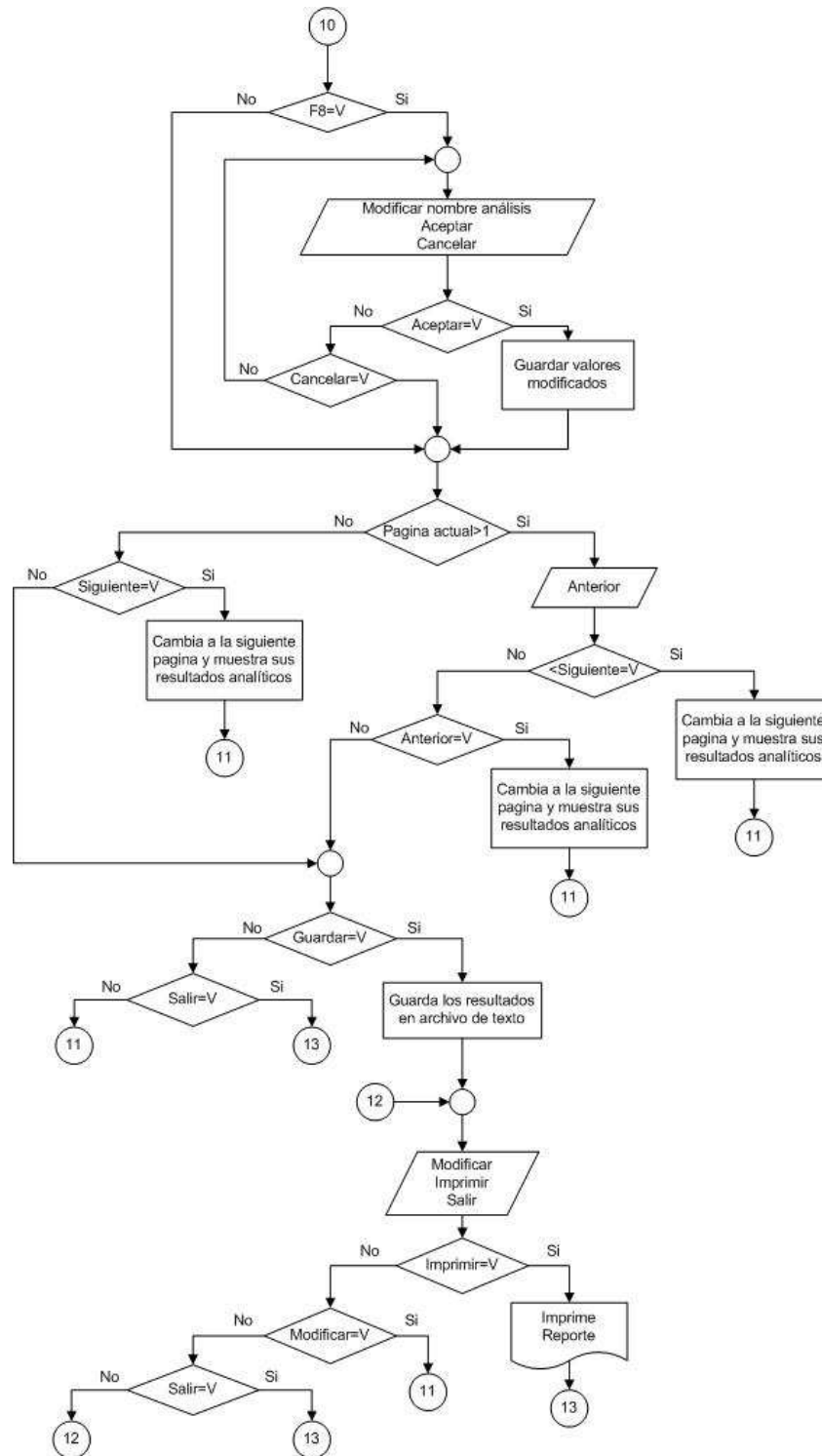
En el siguiente diagrama de flujo se explica la secuencia lógica de la opción Modificar reportes.

Figura 3.31. Diagrama de flujo Modificar reporte para el Hitachi 902



Fuente: Autores del proyecto

Figura 3.32. Continuación diagrama de flujo Modificar reporte para el Hitachi 902



Fuente: Autores del proyecto

### 3.4.3. Imprimir Reportes

Como su nombre lo indica, imprime los reportes a partir del número de historia clínica del paciente. Antes de ejecutar la orden impresión se visualiza la información de los datos personales correspondientes. Si el número de historia clínica no es encontrado, se le informa al usuario que verifique el número ingresado o que cree el reporte, por que puede ser que no exista.

Figura 3.33. Ventana Imprimir Reportes.

LABORATORIO CLÍNICO	
Historia clínica	68001020496
Paciente	HIJA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA
Dirección	CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II
Solicitud N°	8195
Fecha de Solicitud	2006-03-30
Servicio	URGENCIAS PEDIATRICAS
Médico Solicitante	
Edad	0 años
Sexo	F
Teléfono	6401015
Número de copias	1

Fuente: Autores del proyecto

El formato que se diseñó para la impresión de los reportes se basa en el formato empleado por el hospital actualmente, esto con el fin de que el reporte generado por el software fuera igualmente válido.

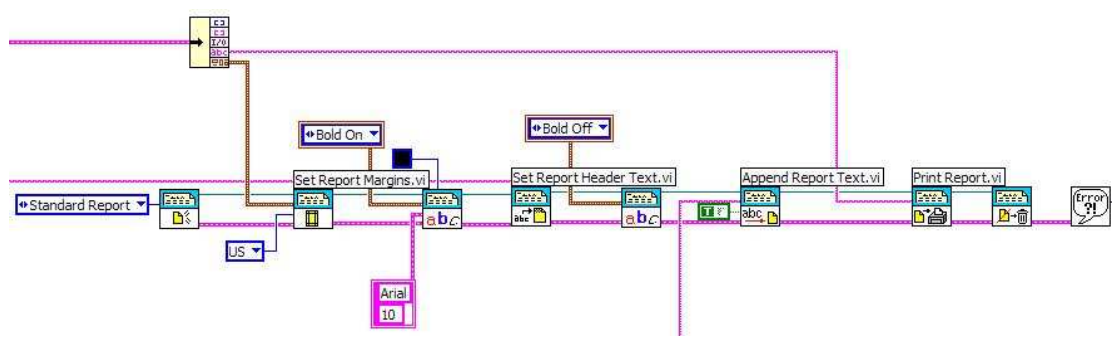
Al escoger la opción de impresión, se lee en una secuencia mediante la función *Read File* el archivo .txt donde fue guardado el reporte y además se lee el archivo .dat de los parámetros de configuración, para conocer el nombre de la impresora y los márgenes de impresión.

La impresión tiene un formato de acuerdo al del hospital; para diseñar este formato se extrae la información de los datos personales del paciente línea por línea usando la función *Pick Line*, mediante el tab constante de Labview, la información se organiza y se concatena creando un encabezado para la impresión, el cual va a ser impreso mediante la función *Set Report Header Text.vi*. A los datos se le adiciona la fecha y hora de impresión mediante la función *Get date/ Time String*.

En Labview no se tienen muchas funciones para la impresión, por lo que se decidió que el formato del archivo de texto tuviera organizada la información de los resultados de los análisis, de manera que se facilitara extraer esta información. Utilizando la función *Append Report Text.vi* se envía para ser impresa en el reporte.

En la figura 3.34 se observa las diferentes funciones de Labview utilizadas para realizar la impresión. Se utiliza la función *Set Report Margins.vi* para establecer los márgenes del reporte. Se usa la función *Print Report.vi* para imprimir el reporte, y algunas funciones que permiten establecer el tipo de letra, el color y el estilo. Para facilitar la programación se creó un *subvi* del programa de impresión.

Figura 3.34. Código Labview para imprimir los reportes



Fuente: código S.A.I.E.M.

El formato del reporte que se imprime mediante el *S.A.I.E.M.* es el siguiente, como se observa tiene un encabezado, y los resultados se presentan con su respectivo nombre y código SOAT como se mencionó anteriormente.

*Figura 3.35.* Formato de impresión de los reportes del Sysmex

EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO	Solicitud Nro. 8195
HOSPITAL UNIVERSITARIO	Fecha de Solicitud: 2006-03-30 17:06:00.000
DE SANTANDER	Fecha de Impresión: 2006-05-15 11:45
LABORATORIO CLÍNICO	Servicio: URGENCIAS PEDIATRICAS
	Médico Solicitante:
	Edad: 0 Sexo: F
	Teléfono: 6401015

Historia Clínica: 68001020495  
Paciente: HIJA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA  
Dirección: CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II

(19304)CUADRO HEMATICO O HEMOGRAMA HEMATOCRITO Y LEUCOGRAMA

Hemoglobina (HGB): 11,40 g/dL  
Hematocrito (HCT): 36,00 %  
Recuento de glóbulos blancos (WBC): -4,10 10E3/uL  
Recuento de glóbulos Rojos (RBC): 4,31 10E6/uL  
Diferencial:  
Segmentados: 25,0 %  
Linfocitos: 18,0 %  
Basófilos: 15,0 %  
Mielocitos: 16,0 %  
Blastos: 26,0 %

Volumen Corpuscular medio (MCV): 83,50 fL  
Hemoglobina Corpuscular media (MCH): -26,50 pg  
Concentración de hemoglobina Corpuscular media (MCHC): -31,70 g/dL  
LYM#: 1,80 10E3/uL  
MXD#: 0,60 10E3/uL  
NEUT#: 1,70 10E3/uL  
RDW-SD: 48,50 fL  
RDW-CV: 15,60 %  
Volumen plaquetario medio (MPV): 11,10 fL  
Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)

(19780) RECUESTO DE PLAQUETAS

Recuento de plaquetas(PLT): 209,00 10E3/uL  
Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)

*Fuente: Autores del proyecto*

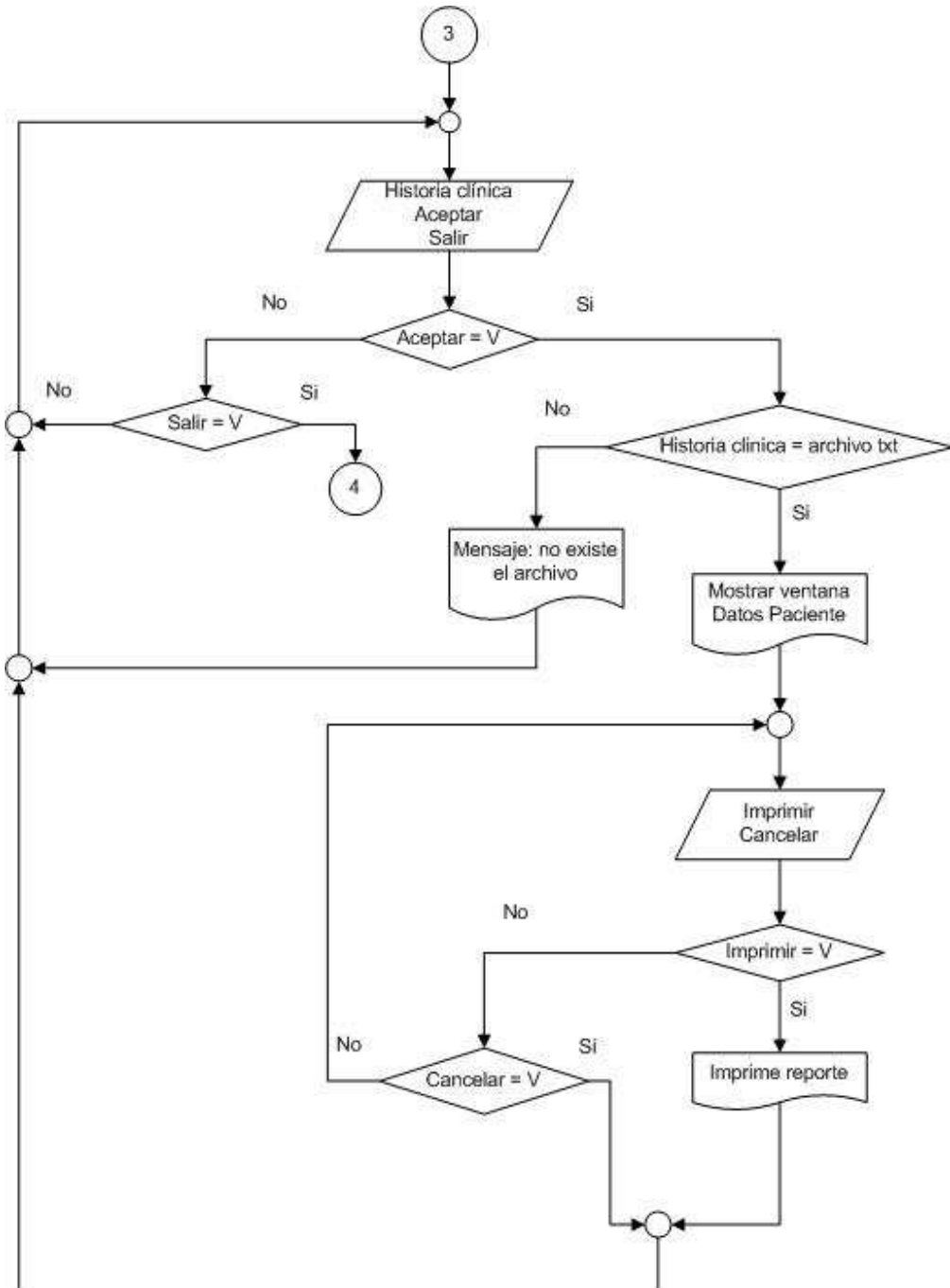
Figura 3.36. Formato de impresión de los reportes del Hitachi

<b>EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO</b>	<b>Solicitud Nro. 8195</b>
<b>HOSPITAL UNIVERSITARIO</b>	<b>Fecha de Solicitud: 2006-03-30 17:06:00.000</b>
<b>DE SANTANDER</b>	<b>Fecha de Impresión: 2006-05-19 18:01</b>
<b>LABORATORIO CLÍNICO</b>	<b>Servicio: URGENCIAS PEDIATRICAS</b>
	<b>Médico Solicitante:</b>
	<b>Edad: 0 Sexo: F</b>
	<b>Teléfono: 6401015</b>
<b>Historia Clínica: 68001020495</b>	
<b>Paciente: HIJA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA</b>	
<b>Dirección: CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II</b>	
<b>(19490) GLUCOSA</b>	
<b>Resultado: 78,9 mg/dl</b>	
<b>Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)</b>	
<b>(19749) BUN</b>	
<b>Resultado: 67,9 mg/dl</b>	
<b>Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)</b>	
<b>(19290) CREATININA</b>	
<b>Resultado: 15,9 mg/dl</b>	
<b>Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)</b>	
<b>(19017) ÁCIDO ÚRICO</b>	
<b>Resultado: 5,92 mg/dl</b>	
<b>Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)</b>	
<b>(19242) COLESTEROL</b>	
<b>Resultado: 150 mg/dl</b>	
<b>Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)</b>	
<b>(19237) COLESTEROL DIRECTO HDL</b>	
<b>Resultado: 23 mg/dl</b>	
<b>Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)</b>	
<b>(19940) TRIGLICERIDOS</b>	
<b>Resultado: 331 mg/dl</b>	
<b>Bacteriologo: Pineda Navarro Isabel Cristina (167)</b>	

*Fuente: Autores del proyecto*

El diagrama de flujo que se muestra a continuación explica la secuencia lógica de la opción Imprimir reporte para ambos equipos, ya que se creó un *subvi* del programa.

Figura 3.37. Diagrama de flujo opción Imprimir reporte Sysmex KX-21N e Hitachi 902

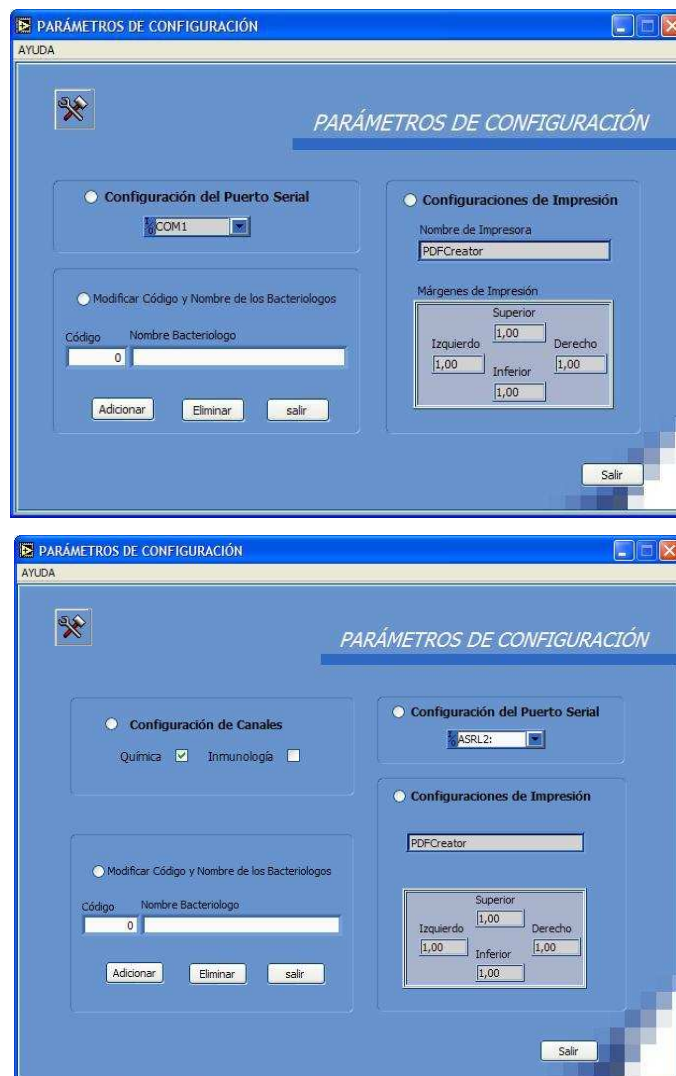


Fuente: Autores del proyecto

### 3.5. PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

Aquí se presentan las opciones de escoger el puerto serial de comunicación, el nombre de la impresora y los márgenes de impresión del reporte. Adicionalmente, una opción para ingresar la información de los códigos y los nombres de los bacteriólogos que hacen uso de los equipos.

Figura 3.38. Ventanas de Parámetros de Configuración Sysmex KX-21N e Hitachi 902

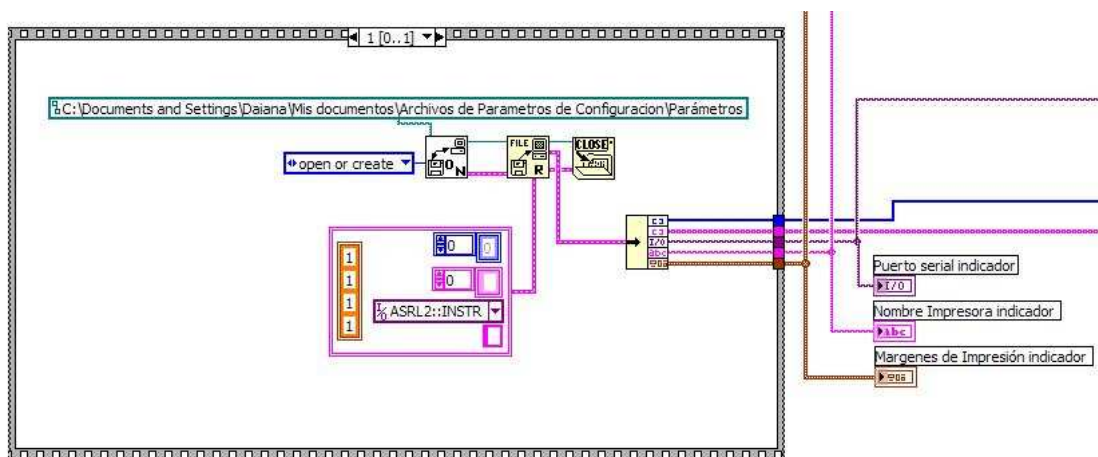


Fuente: Autores del proyecto

La opción de escoger el puerto se implementó teniendo en cuenta que los computadores se configuran para diferentes puertos seriales y porque estos pueden traer más de uno. Se dejó abierta la configuración de impresión para habilitar diferentes impresoras y sus márgenes.

Al seleccionar la opción Parámetros de Configuración, se lee el archivo .dat usando la función *Read File*, este archivo se generó usando un *cluster* con los diferentes parámetros que se configuran para el sistema, como se muestra en la siguiente figura., y además los parámetros instantáneamente se visualizan en sus respectivos indicadores.

Figura 3.39. Lectura del archivo de Parámetros de Configuración

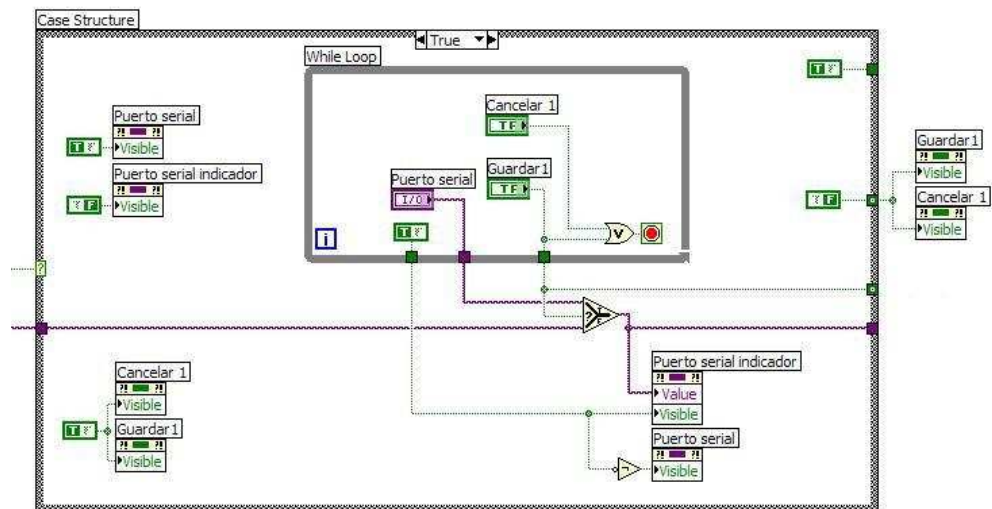


Fuente: código S.A.I.E.M.

Para realizar los cambios de los parámetros, se utiliza un *Event Structure*, lo que hace esta función es mantener en espera de un nuevo evento, es decir, lo que llamamos evento es la selección de uno de los controles que permiten escoger el parámetro que va a ser modificado. Adicionalmente, se utilizan *Property Nodes* para aparecer o desaparecer indicadores y controles, para habilitar o deshabilitar modificadores, con el fin de evitar que el programa se bloquee intentado seleccionar más de un modificador a la vez.

Al seleccionar el modificador **Configuración del Puerto Serial** desaparece el indicador del puerto y aparece un control, en cual se va a ingresar el nuevo nombre del puerto. Mediante *Property Node*, se asigna el nuevo nombre al control y se envía el dato en espera de ser guardado. En la siguiente figura se muestra el código del programa.

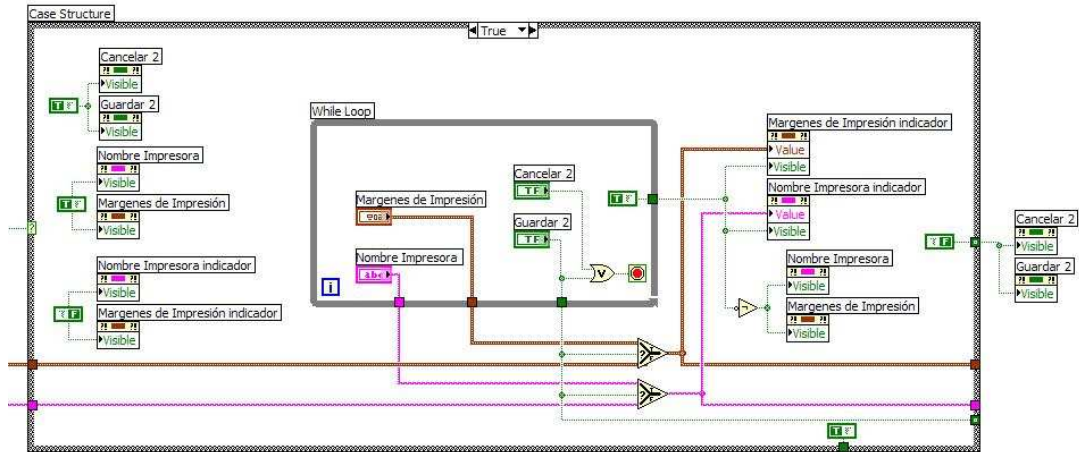
Figura 3.40. Código Labview para Configuración del Puerto Serial



Fuente: código S.A.I.E.M.

Al seleccionar el control, **Configuraciones de Impresión**, aparecen y desaparecen controles e indicadores respectivamente; se habilitan y deshabilitan los modificadores. Con los controles, Nombre de Impresora y Márgenes de impresión se pueden hacer los cambios de estos parámetros; al ingresar los nuevos valores se presiona el botón guardar, enviando una señal con esta información en espera de ser guardada en el archivo .dat que se leyó al inicio. En la figura 3.41 se observa parte del código donde se ejecutan estas operaciones.

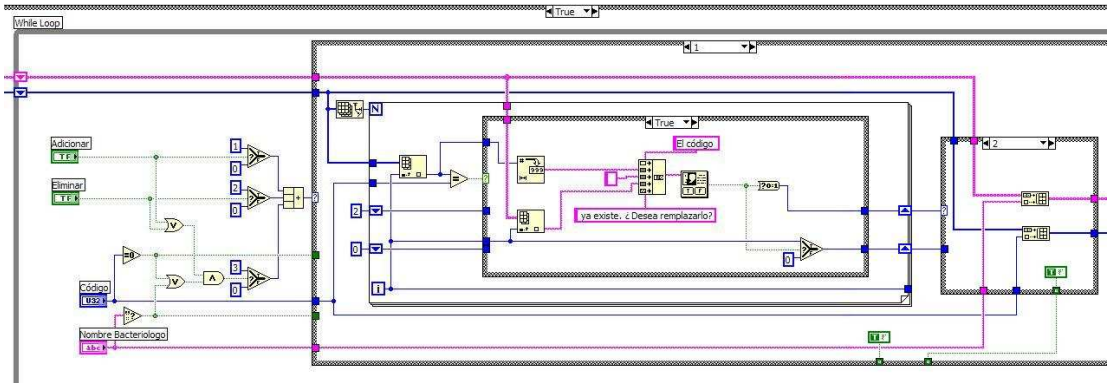
Figura 3.41. Código Labview para Configuraciones de Impresión



Fuente: código S.A.I.E.M.

Al escoger la opción **Modificar código y Nombre de los bacteriólogos**, se habilitan unos controles y botones que permiten que se ingresen los datos del código y el Nombre del bacteriólogo que se van a adicionar; al presionar el botón de adicionar se envían los datos, se verifican que no hayan sido ingresados anteriormente, si los datos ya existen se visualiza un mensaje en pantalla solicitando reemplazar el archivo; si se confirma la acción de reemplazar se suplanta el nuevo dato en la posición del vector donde se encontraba el anterior, esto se hace mediante la función *Replace Array Subset* de Labview.

Figura 3.42. Código Labview para Adicionar código y Nombre de los bacteriólogos

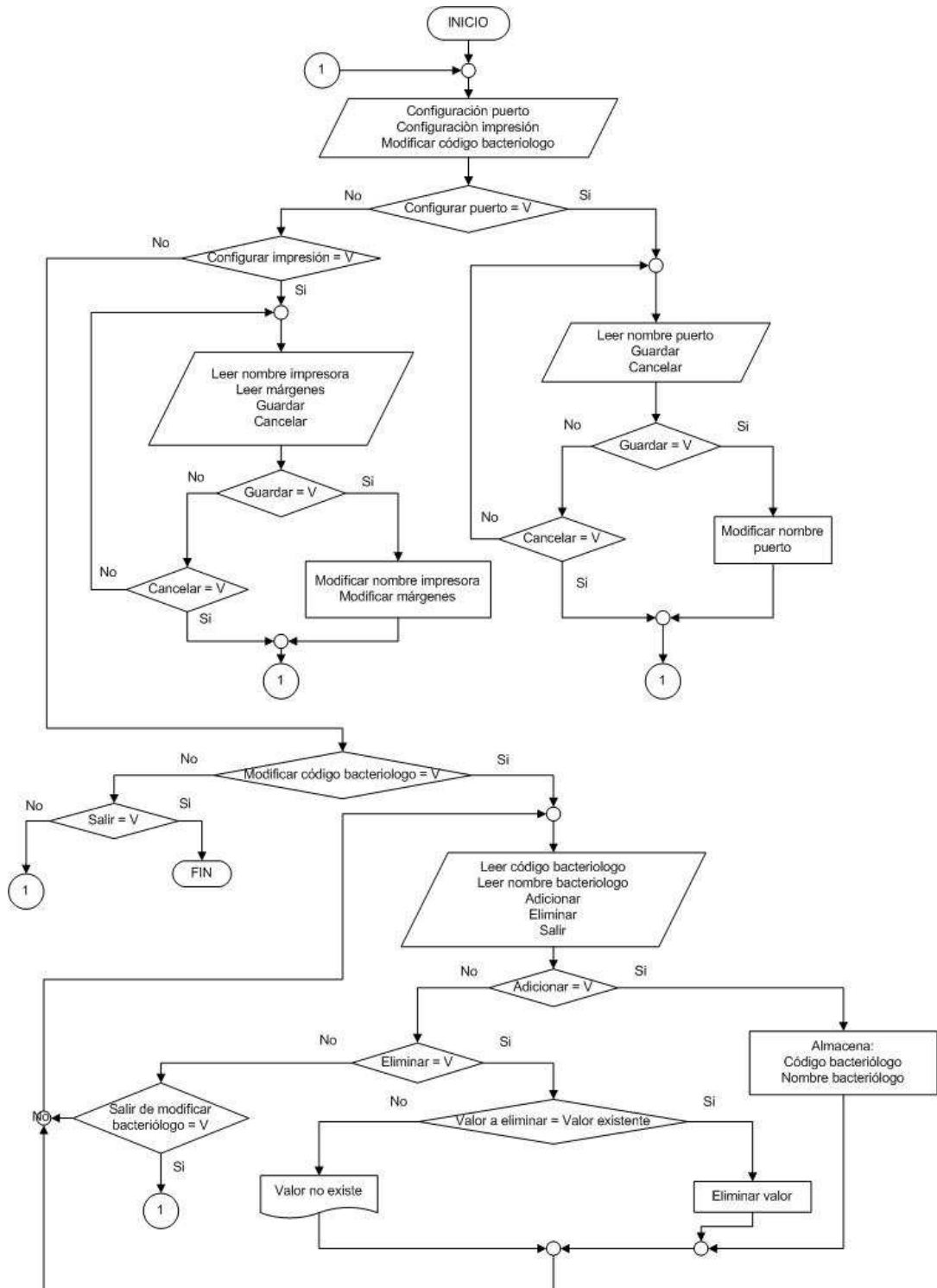


Fuente: código S.A.I.E.M.

Otra operación que se permite es la de eliminar un dato ya almacenado, usando la función *Delete From Array*, se elimina una posición del vector indicando el valor del índice donde se encuentra almacenada la información que se desea eliminar; si se encuentra el dato se procede a eliminar el valor, si el dato no se encuentra se visualiza un mensaje indicando que el dato no existe o ya ha sido eliminado. Al realizar al menos un cambio de los parámetros de configuración, los datos son guardados en el archivo .dat nuevamente.

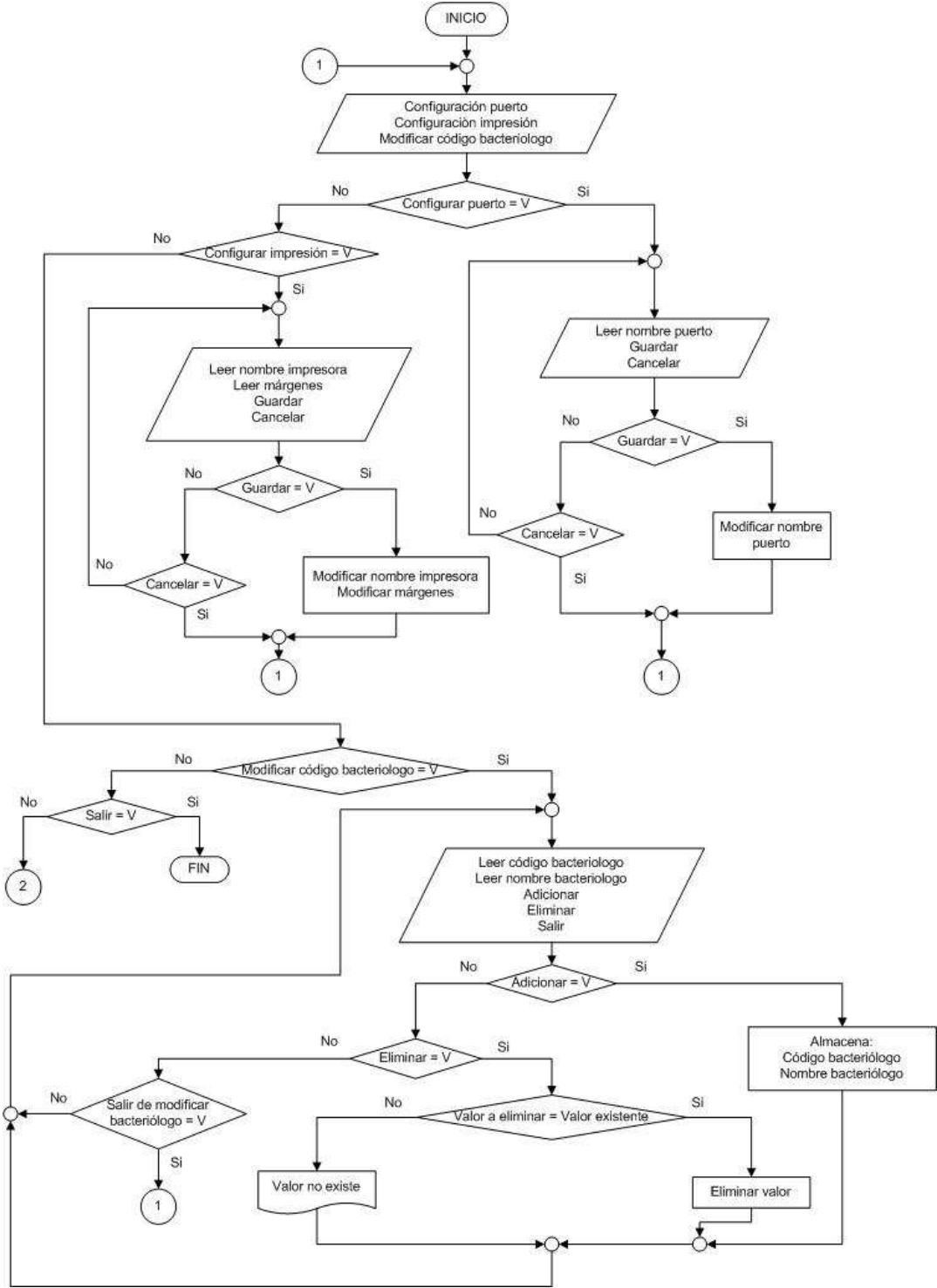
En los siguientes diagramas de flujo se detalla la secuencia de la etapa Parámetros de configuración de los equipos Sysmex KX-21N e Hitachi 902.

Figura 3.43. Diagrama de flujo etapa Parámetros de configuración Sysmex KX-21N



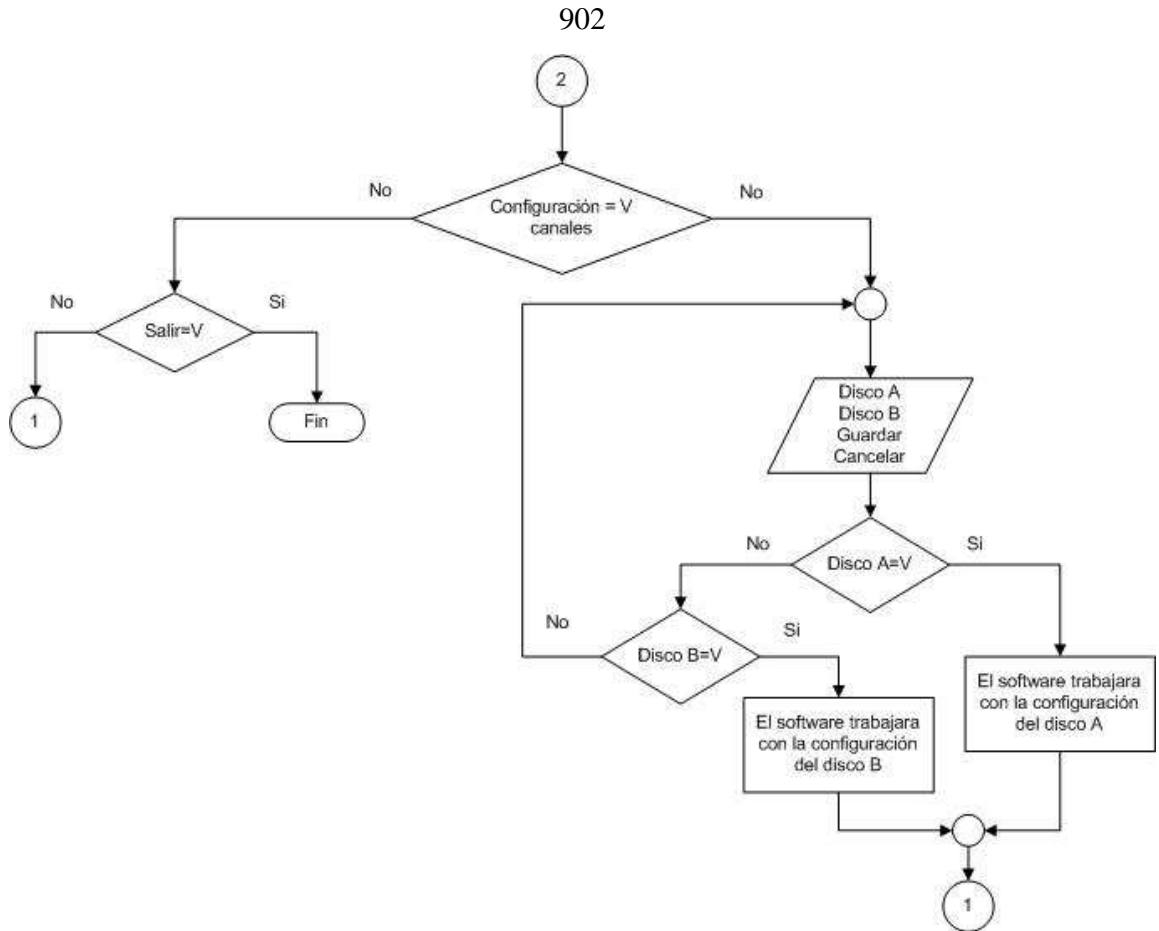
Fuente: Autores del proyecto

Figura 3.44. Diagrama de flujo etapa Parámetros de configuración Hitachi 902



Fuente: Autores del proyecto

Figura 3.45. Continuación diagrama de flujo etapa Parámetros de configuración Hitachi



Fuente: Autores del proyecto

### 3.6. PROGRAMACIÓN DE CANALES

Esta es una opción indispensable para el buen funcionamiento del software, debido como ya se mencionó, que los canales del Hitachi para realizar los análisis pueden ser programado de diferentes maneras; permitiendo aumentar el número de exámenes que puede ofrecer el Laboratorio Clínico.

El Hitachi asigna un número de canal al nombre del análisis, y cuando envía los datos al PC, solo necesita enviar el número de canal en el paquete de información, por lo tanto, para asignar el correspondiente nombre de análisis al número de canal, se debe conocer como esta programado el equipo, y para esto sirve la opción Programación de Canales.

Figura 3.46. Ventana Programación de Canales



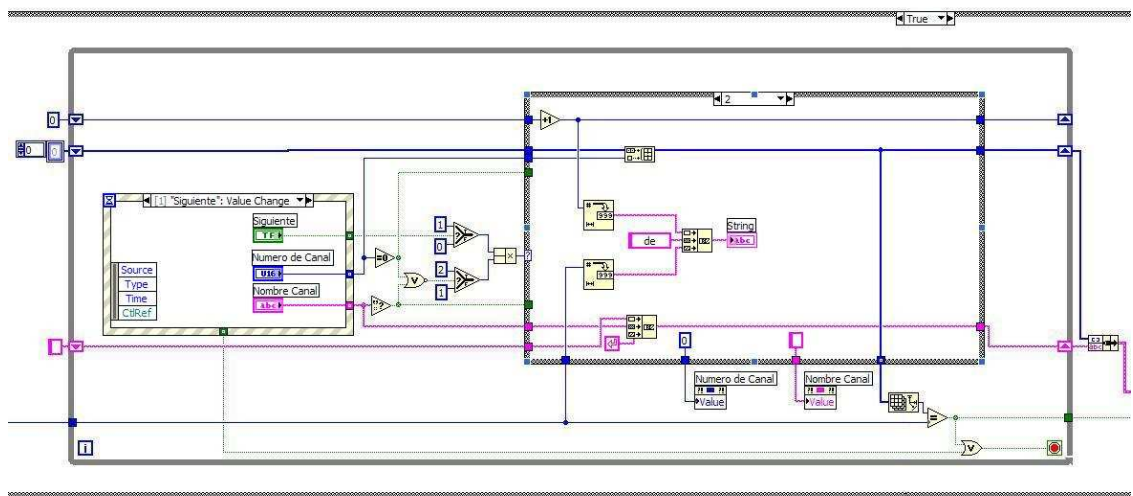
Fuente: Autores del proyecto

El programa inicia con un *Event Structure*, el cual da espera de dos casos iniciales, el primero ingresar el número de canal y presionar el botón aceptar para programar los canales y el segundo caso, “Salir”, si simplemente va a cerrar la ventana sin hacer ningún cambio; dependiendo de la opción selecciona se envía una señal a un *Case Structure* ejecutando dos casos (*True o False*).

Al ingresar el número de canales y presionar **Aceptar**, mediante *Property Node*, se habilitan, deshabilitan, aparecen y desaparecen algunos controles y botones necesarios para operar. En el caso *True*, se ejecuta un *While Loop*, y se ingresa a un nuevo *Event Structure*, que da espera por dos opciones, la opción **Cancelar** devuelve el programa al primer *Event*

Structure para esperar un nuevo número de canales. La opción dos espera que se ingrese el número de canal y el correspondiente nombre, presionando el botón **Siguiente** se envían los datos a un *Case Structure* y se crea un vector de los números de canal mediante un *Build Array*, como se muestra en la figura 3.47.

Figura 3.47. Código Labview para ingresar los códigos y nombres de los bacteriólogos

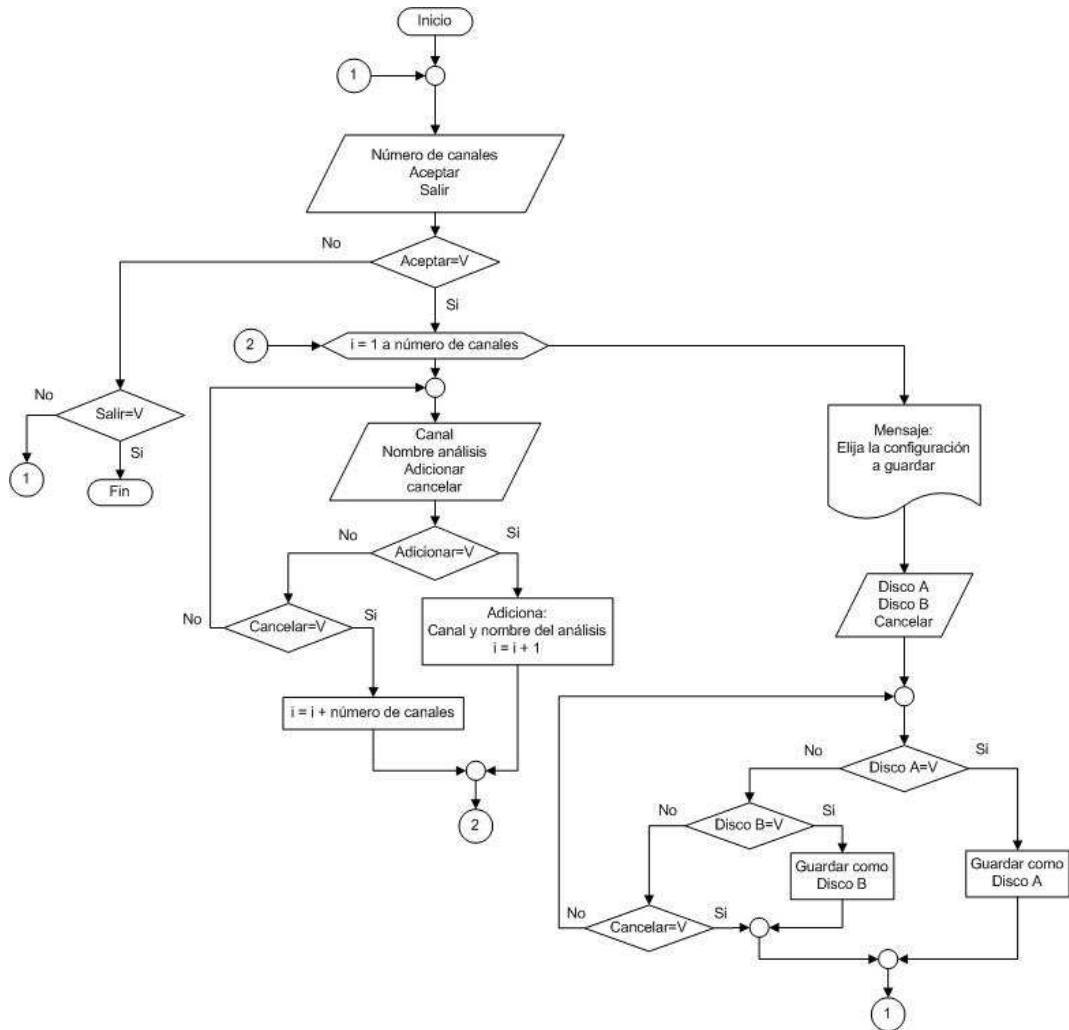


Fuente: código S.A.I.E.M.

Al terminar de ingresar la información, los datos se almacenan en un *Cluster* para ser guardados en un archivo .dat.

Antes de que el archivo sea guardado, se despliega un mensaje solicitando que escoja la configuración a guardar, si Química o Inmunología, y una opción de cancelar. Si cancela no se guardan los cambios; si se escoge uno de los Discos, se guarda la configuración en un archivo .dat regresando a la condición inicial de la ventana. El diagrama de flujo que se muestra a continuación detalla la opción Programación de canales explicada anteriormente.

Figura 3.48. Diagrama de flujo Programación de canales



Fuente: Autores del proyecto

### 3.7. OPCIÓN ADICIONAL DE AYUDA

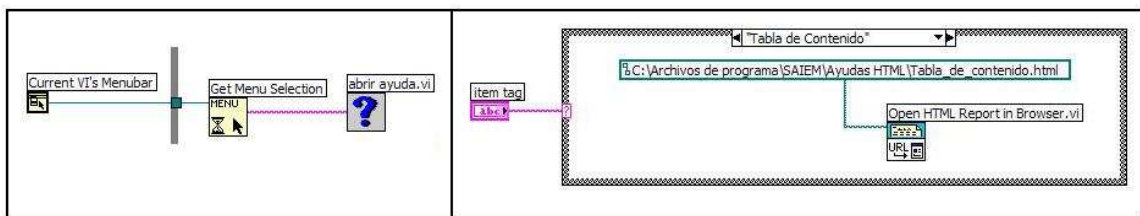
Se desarrolló una opción de ayuda del funcionamiento del Software, para que el usuario tuviera una guía de cómo manejar las diferentes opciones del programa.

La opción de ayuda se diseño en formato html, a través de la herramienta *FrontPage* de *Microsoft Office*; se cuenta con un total de ocho páginas, con una página principal donde se

estableció una tabla de contenido con cada una de las opciones de ayuda para cada etapa del programa, las cuales son vínculos html que permiten abrir la página donde se encuentra la información correspondiente a la opción de ayuda seleccionada.

La elección del formato se escogió, gracias a que se contaba con el *subvi Open HTML Report in Browser.vi* de Labview, el cual permite abrir una página html solo con direccionarla. Se diseñó una rutina y se estableció como *subvi*, para hacer uso de ella en cada una de las etapas del programa, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.49. Código Labview para las ayudas SAIEM



Fuente: Autores del proyecto

Para hacer uso de las ayudas, el usuario debe seleccionar con el *mouse* en la barra de menú la opción de ayuda que desea; entre las cuales se cuenta con: tabla de contenido, recibir datos, reportes (crear reporte, modificar reporte e imprimir reporte), parámetros de configuración y programación de canales en caso de elegir como equipo el Hitachi 902.

En la figura 3.50 se muestra la apariencia de la página principal de la opción de ayudas, donde la tabla de contenido cuenta con las siguientes opciones:

[Selección de Equipo a Utilizar](#)

[Analizador automático Hitachi 902](#)

[Recibir Datos](#)

[Como activar/desactivar la Lectura de Datos](#)

- **Reportes**

- [Como crear un reporte](#)

- [Como modificar un reporte](#)

- [Como imprimir un reporte](#)

- **Parámetros de Configuración**

- [Como configurar el Puerto Serial](#)

- [Como configurar la Impresora y los Márgenes de Impresión](#)

- [Registro de Bacteriólogos](#)

- [Selección de la Configuración de Canales](#)

- **Programación de canales**

- [Como crear configuraciones de canales](#)

- **Analizador de hematología Sysmex KX-21N**

- **Recibir Datos**

- [Como activar/desactivar la Lectura de Datos](#)

- **Reportes**

- [Como crear un reporte](#)

- [Como modificar un reporte](#)

- [Como imprimir un reporte](#)

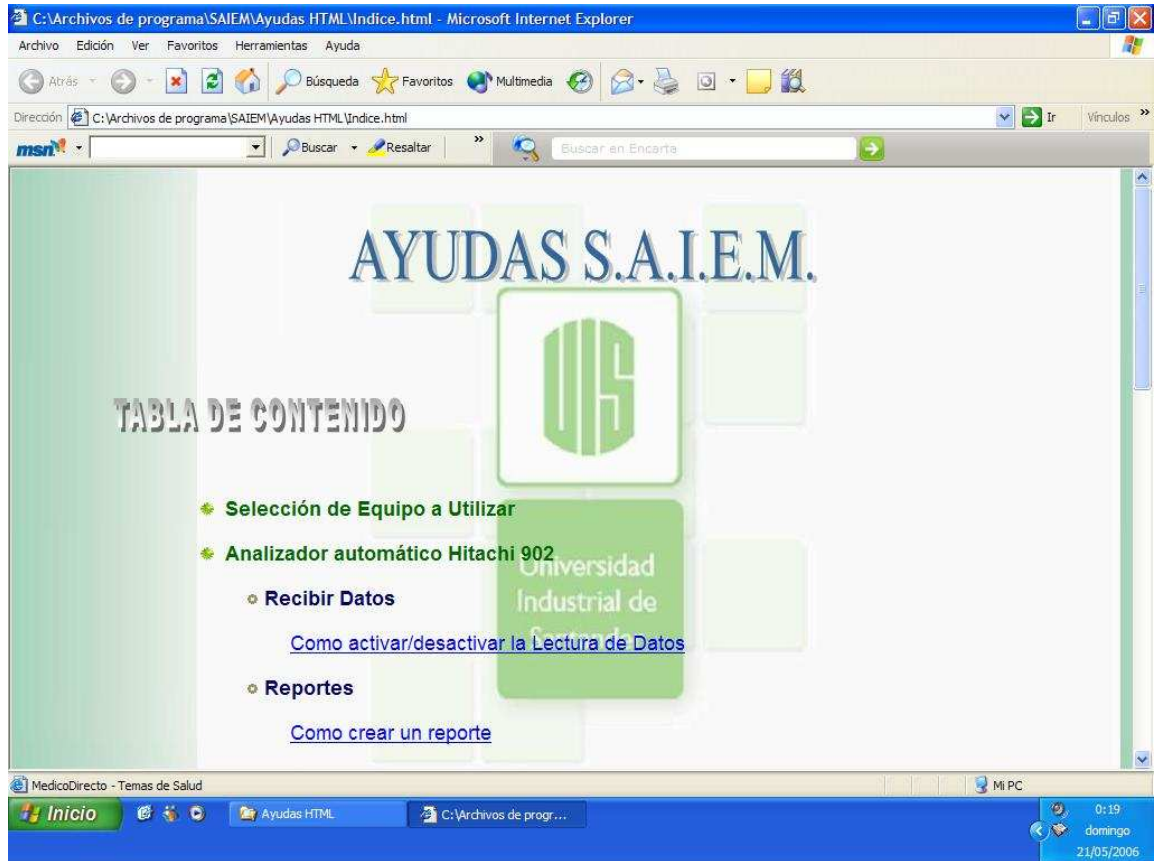
- **Parámetros de Configuración**

- [Como configurar el Puerto Serial](#)

- [Como configurar la Impresora y los Márgenes de Impresión](#)

- [Registro de Bacteriólogos](#)

Figura 3.50. Tabla de contenido Ayudas SAIEM



Fuente: Autores del proyecto

### 3.8. PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas que se realizaron se implementaron a medida que se desarrollaron las diferentes etapas que componen el Software. Las primeras pruebas que se llevaron a cabo en cada uno de los equipos corresponden a la etapa de lectura y procesamiento de los datos. La información capturada por el PC, se comparó con la impresa en los ticket que generan los equipos, obteniendo resultados satisfactorias, ya que la información visualizada en el PC era la misma que la leída en los *ticket*. Además, estas pruebas fueron realizadas para

diferentes muestras, y con diferentes tamaños de paquetes de datos (Hitachi 902). La información se guardó en los archivos .dat como se explicó anteriormente.

Las pruebas que se hicieron en la etapa de reportes, consistieron en tomar los archivos .dat ya almacenados, los archivos de texto suministrados por la base de datos del hospital que contienen la información personal del paciente, y corroborar que la información leída se ubicara correctamente en los campos de la interfaz grafica diseñada. Con los resultados en pantalla se probaron los diferentes botones, controles, indicadores, modificadores con los cuales se diseño la interfaz. Estas pruebas consistieron en usar cada una de estas opciones, primero siguiendo los pasos adecuados y segundo obviando algunos de ellos para comprobar que los mensajes de control de los posibles errores se visualizaran de acuerdo a al error cometido. La opción de impresión en la ventana de crear reportes se probó, verificando que el reporte impreso tenía la información visualizada en pantalla en ese momento.

Como las opciones de modificar e imprimir reportes hacen uso del reporte almacenado como archivo de texto creado por la opción de crear reportes, sus pruebas consistieron en visualizar los datos, e igualmente comprobar que cada uno de ellos se ubicara en su respectivo campo, y que los diferentes botones, controles, indicadores y modificadores cumplieran su función.

Las etapas anteriores funcionan correctamente si los parámetros de configuración de los equipos médicos y del software se configuran adecuadamente; en caso contrario, se desplegaran mensajes de error solicitando la corrección del mismo basándose en las especificaciones expresadas en el manual de usuario. Esto se verifico haciendo pruebas en las cuales se variaban las configuraciones, para ver si los errores mostrados eran iguales a los errores esperados.

Finalmente, los resultados obtenidos cumplieron con los objetivos propuestos en el proyecto.

## 4. CONCLUSIONES

Por medio del software se automatizó el almacenamiento de los datos y la generación de reportes, producto de los resultados de los análisis que realizan a dos equipos médicos del Hospital universitario de Santander. Actualmente en el Hospital, los reportes son generados digitando en la base de datos de su sistema, la información que imprime cada equipo médico.

El Software para Adquirir Información de Equipos Médicos (**S.A.I.E.M.**), fue diseñado para trabajar con dos de los equipos médicos del Laboratorio Clínico, el Analizador de Hematología Sysmex KX-21N y el Analizador Químico Hitachi 902.

Para lograr la comunicación con los equipos médicos, es indispensable contar con los “manuales de usuario” que permiten conocer las especificaciones técnicas de comunicación. El hospital contaba sólo con el manual del Sysmex KX-21N; para el Hitachi 902 fue necesario conseguirlo, lo cual se logró, para facilitar primero la elaboración del cable de comunicación, ya que no se contaba con ninguno de estos; y segundo porque sino se conocía la estructura de las tramas de información hubiera sido necesario implementar un “*Sniffer*” para descifrar la información enviada por el equipo.

En el Hitachi 902 se presentó dificultad en la etapa de lectura de datos. Cuando el equipo trabaja en el modo “Sólo resultados” para la comunicación, los datos simplemente se envían sin esperar una respuesta de parte del PC; por ello era necesario administrar el *buffer* de recepción o realizar control de flujo. Se estudiaron diferentes opciones para trabajar en Labview, entre las que se pueden mencionar: Control de flujo por Software XON-XOFF y por Hardware RTS/CTS, tamaño del *buffer* y las *Queue* o colas.

El control de flujo no se implementó ya que la cantidad de información que se envía desde los equipos es pequeña; trabajar con un tamaño de buffer muy grande conllevaría a subutilizar este en muchas ocasiones, debido a que podrían presentarse casos donde el tamaño de información enviado fuera muy pequeño en comparación al tamaño del *buffer*. La mejor opción fue implementar las *Queue*, las cuales permiten realizar dos procesos paralelamente, la ventaja fue que gracias a esto, los datos son leídos a medida que llegan al puerto de recepción almacenándolos en las colas, esto evita que se pierda información y además se trabajó el tamaño por defecto para el *buffer* (1024 bytes).

Otra dificultad que se presentó en el desarrollo del software, y la cual no se esperaba fue la falta de disponibilidad de los recursos materiales para el proyecto. El uso de los equipos médicos fue limitado, debido a que en el hospital estos se usan constantemente, y además era necesario disponer exclusivamente de uno de ellos, por lo cual los horarios de trabajo fueron muy reducidos, alargando el periodo de desarrollo del software. Adicionalmente, en el Hospital no hubo facilidad de un PC que tuviera las características mínimas para elaborar el software, y fue necesario adquirir uno.

Este software es capaz de recibir la información de los resultados de los análisis que realizan los equipos a las muestras de sangre u orina que se toman de los pacientes. El S.A.I.E.M. es una herramienta que permite, de manera más eficiente, sistematizar la información en el Laboratorio Clínico, generar reportes de los exámenes en menor tiempo, agilizar los procesos de entrega de resultados y principalmente disminuir los errores de la manipulación de la información.

Para la generación de los reportes fue necesario hacer uso de la información de los datos personales del paciente que tiene el Hospital en su base de datos, esto con el objetivo de eliminar errores de transcripción y disminuir tiempo en la elaboración de los reportes.

La estructura del software consta de diferentes ventanas que se muestran una a una a medida que el usuario selecciona la opción que desea trabajar; de esta manera se evita que

en una ventana se muestren muchas opciones que puedan confundir al usuario. Además, las funciones que se crearon son claras y concisas, y la información de los reportes se visualiza ordenadamente en pantalla, para que el usuario pueda interpretarla fácilmente.

Para hacer mejor aprovechamiento de los recursos del sistema, se implementaron dos etapas principales, la lectura de los datos provenientes de los equipos médicos y la generación de los reportes. Estas etapas son opciones independientes en el software, ya que no era recomendable en Labview que se mantuviera en continua lectura del puerto serial; además no es necesario porque la información de los equipos médicos no es enviada por largos periodos de tiempo. Adicionalmente, en la etapa de recibir datos, se hizo control de lectura por medio de temporizadores, los cuales, cada 15 minutos informan al usuario que no llega información al puerto, para que este decida si quiere continuar con la lectura o realizar otras tareas.

El hospital cuenta con un sistema de información que posee una base de datos donde se registran los datos personales y las historias clínicas de los pacientes; por tal razón fue indispensable que el software generara un archivo con la información de los datos personales del paciente y los resultados de los análisis, para que el sistema de información del hospital anexe este archivo a la historia clínica de cada paciente.

El S.A.I.E.M. es un software de nueva tecnología, implementado en la plataforma Labview, y requiere de equipos computacionales actuales para poder ser operado. Los requerimientos mínimos necesarios para que el software funcione adecuadamente son:

1. Procesador Pentium III / 1.2 GHz o mejor.
2. 128 MB de memoria principal.
3. Espacio en disco 800 MB en adelante.
4. Sistema operativo Windows 98 o mejor.
5. Impresora de cualquier marca.
6. Disponibilidad de un puerto serial con conector DB9.

7. Monitor SVGA.

Requerimientos recomendados:

1. Procesador Pentium IV / 1.8 GHz o mejor.
2. 256 MB de memoria principal.
3. Espacio en disco 1 GB en adelante.
4. Sistema operativo Windows XP.
5. Impresora de cualquier marca.
6. Disponibilidad de un puerto serial con conector DB9.
7. Monitor SVGA.

## 5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

### OBSERVACIONES

- Para el software se creo un archivo de parámetros por defecto (Ver ítem 3.5 del tercer capítulo), el cual no es generado por él y que es fundamental que exista y se ubique en la dirección:

C:\Archivos de programas\SAIEM\Archivos de parámetros de configuración\Parámetros.dat

Si el archivo es eliminado o movido de su ubicación, el software no funcionará.

- Al igual que todo programa escrito para Windows, cada uno de los tipos de archivos generados es almacenado en una dirección específica, de tal forma que si estos son movidos, el software no los encontrará; además, si las carpetas donde se almacenan dichos archivos es movida, el software no podrá almacenar ningún archivo.
- Los archivos de los resultados obtenidos de los equipos médicos se nombran y se guardan con el número de muestra asignado al paciente; estos números son reasignados en diferentes horarios (mañana, tarde y noche). Se debe tener especial cuidado al manejar esta numeración: si un archivo no es usado para crear el reporte, y a una nueva muestra se le asigna el mismo número, el archivo antiguo puede ser reemplazado perdiéndose su información o si se cancela la opción de reemplazar, el archivo nuevo es ignorado. En cualquiera de los dos casos habrá pérdida de información. Tenga en cuenta que esto es similar a sobrescribir o no guardar un archivo de texto, el único responsable de dicha situación es el usuario del sistema.

- Se debe tener en cuenta que si el equipo es programado con una determinada configuración de canales, en el software se debe asignar o programar la misma configuración antes de crear el reporte para que a los valores recibidos se les asigne el nombre del análisis respectivo. El no hacerlo conducirá a que la información en el reporte generado sea incorrecta.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda al Hospital Universitario de Santander, adquirir los manuales técnicos y los planos de los equipos médicos para facilitar futuros desarrollos de automatización de sus procesos.
- Para hacer uso del Software de manera legal, el hospital deberá adquirir la compilación del software a través de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander o adquirir la licencia de Labview 7.0.
- Es importante que el Hospital adquiera nuevos equipos de cómputo para el Laboratorio Clínico que cumplan por lo menos con las características mínimas necesarias para ejecutar el Software, ya que actualmente los equipos con los que disponen en esta área no llenan los requisitos.

## BIBLIOGRAFIA

- ❖ INSTRUCTION MANUAL MODEL 902 AUTOMATIC ANALYZER, (Japan), Hitachi Ltda. 1996
- ❖ OPERATOR'S MANUAL AUTOMATED HEMATOLOGY ANALIZER KX-21N, Sysmex Corporation, Impreso en Kobe Japón, 2001.
- ❖ LÁZARO ANTONIO MANUEL. LABVIEW. PROGRAMACIÓN GRÁFICA PARA EL CONTROL DE LA INSTRUMENTACIÓN. EDITORIAL PARANINFO 1997.
- ❖ RS 232 / EIA 232 Standard. ECE 351, Fall 2004 [PDF]
- ❖ SALUD HOY, BIENESTAR Y MEDICINA PARA TODOS. Cuadro hemático o hemograma. [En línea]. Página Web, URL <<http://www.saludhoy.com/htm/exam/articulo/cuahema1.html>>. [Consulta 28 de noviembre de 2005].
- ❖ KARINA GALARZA VÁSQUEZ. SALUD Y MEDICINAS. Reportajes. Análisis de sangre, Espejo de la salud. [En línea]. Página Web, URL <<http://www.saludymedicinas.com.mx/ARTICULO2.asp?ID=768&bann=biblioteca>>. [Consulta 28 de noviembre de 2005].

- ❖ LORENA DEL PILAR VEGA CASTRO. Manual de normas técnicas-Primera parte. [En línea]. Página Web, URL <<http://www.med-informatica.com/Laboratorio.htm#Coagulación>>. [Consulta 28 de noviembre de 2005].
  
- ❖ BIBLIOTECA NACIONAL DE MEDICINA DE EE.UU. Enciclopedia médica en español, actualizado el 6 de enero de 2005. [En línea]. Página Web, URL <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>>. [Consulta 28 de noviembre de 2005].

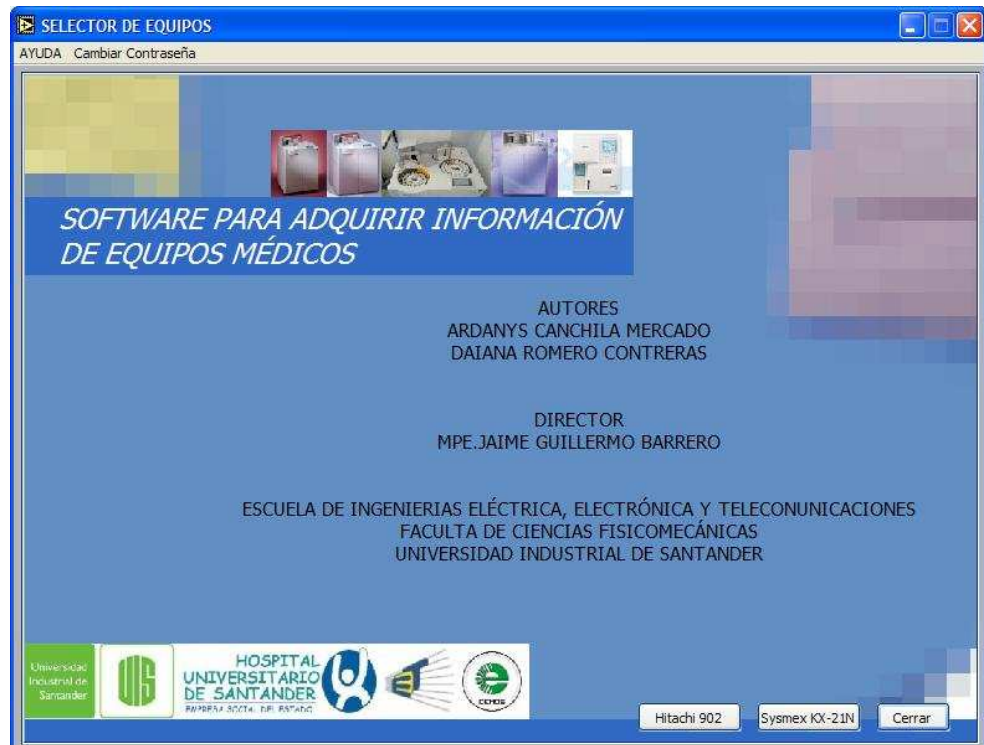
## ANEXO A

### A.1. INTERFAZ GRAFICA DEL SOFTWARE S.A.I.E.M.

El objetivo principal del software para cada uno de los equipos es leer los datos analíticos, generar reportes e imprimirlos; por lo tanto, se implementaron las mismas opciones para cada uno de ellos.

La ventana principal del software denominada Selector de Equipos, permite seleccionar el equipo con el que se desea trabajar por medio de dos botones identificados con el respectivo nombre del equipo, como se ilustra en la siguiente figura.

*Figura A.1.* Ventana Selector de Equipos del S.A.I.E.M.



De acuerdo al equipo seleccionado, aparecerán las siguientes ventanas:

*Figura A.2.* Ventanas Principales para Hitachi 902 y Sysmex KX-21N

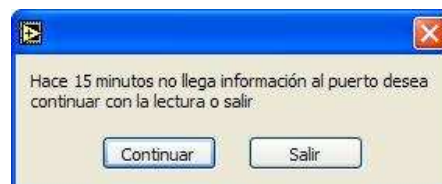


Con el *mouse* se escoge la opción deseada y para validarla se presiona Aceptar. Si se presiona el botón Atrás, se devuelve a la ventana Selector de Equipos, y para cerrar el software se presiona el botón Cerrar.

### **A.1.1. Recibir datos**

En la ventana de recibir datos, el PC se encuentra habilitado para leer los datos que son enviados desde el equipo. Los datos leídos son guardados en un archivo cuyo nombre es el número de la muestra del paciente. Si el computador no recibe información durante 15 minutos, se mostrará el mensaje de la siguiente figura.

*Figura A.3.* Mensaje de control lectura de datos



Si se desea continuar por 15 minutos la espera de los datos se debe presionar Continuar; al presionar Salir se cierra la ventana de Recibir datos y quedará en la ventana principal del equipo.

Si la configuración de parámetros del equipo no concuerda con la especificada en el manual del anexo B, se presenta un error de comunicación como el visualizado en el siguiente mensaje.

*Figura A.4.* Mensaje de error en los Parámetros de Configuración para la lectura



Al aceptar el error generado, se cierra la ventana de Recibir datos.

Cuando el equipo seleccionado es el Hitachi 902 y se presenta el mensaje que se muestra en la figura A.5, es porque hubo un error en la transmisión de los datos, y es necesario reenviar las posiciones de memoria indicadas.

*Figura A.5.* Mensaje de error en la transmisión de los datos del Hitachi 902



El botón Cerrar, cierra el mensaje de error y regresa a la ventana de Recibir datos, para continuar con el proceso de captura de información.

### A.1.2. Reportes

Al elegir la opción de reportes se abre una nueva ventana que cuenta con las opciones de Crear reporte, Modificar reporte e Imprimir reporte, como se muestra en la figura A.6. Estas opciones permiten realizar diferentes tareas con los resultados analíticos enviados por el equipo.

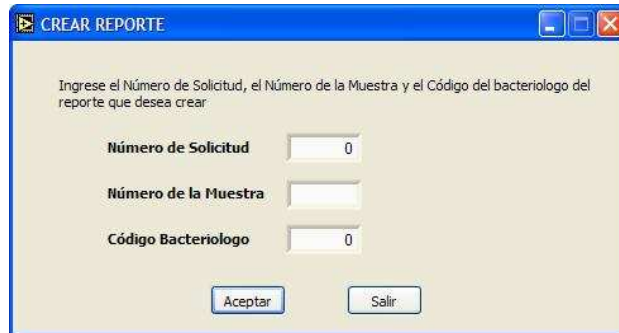
Figura A.6. Ventana Reportes Hitachi 902 y Sysmex KX-21N



#### A.1.2.1. Crear reporte

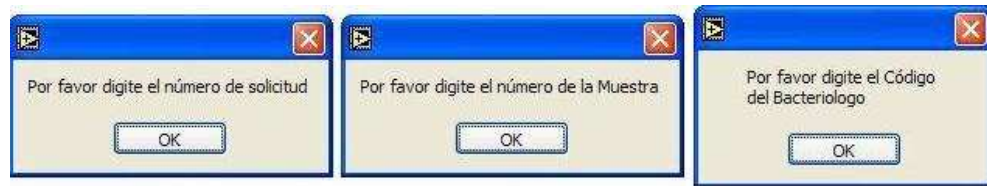
Al elegir la opción Crear reporte se visualiza la ventana de la figura A.7, donde el usuario debe ingresar el número de solicitud del paciente, el número de la muestra asignado al paciente y el código del bacteriólogo que realizo el examen. El número de solicitud permite extraer los datos personales del paciente de un archivo de texto generado por la base de datos del hospital, el número de la muestra es utilizado para abrir el archivo que se guardo en la opción de recibir datos y con el código se busca el nombre del bacteriólogo para adicionárselo al reporte a crear.

*Figura A.7.* Ventana para Ingresar a Crear Reporte



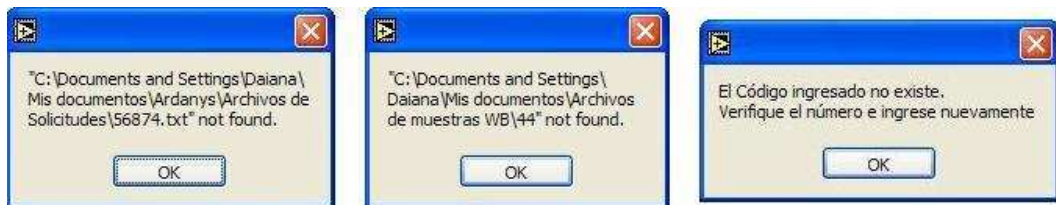
Si cualquiera de los datos solicitados no es ingresado se visualizan los siguientes mensajes, dependiendo del dato faltante, como se muestra en la figura A.8.

*Figura A.8.* Mensajes de control de ingreso de datos para Crear Reportes



Si cualquiera de los archivos correspondiente a los datos ingresados no existe, aparece uno de los siguientes errores, dependiendo del error presentado.

*Figura A.9.* Mensajes de verificación de archivos.



El botón Salir se usa para devolverse a la ventana Reportes del equipo.

La ventana donde se visualizan los datos personales del paciente y los resultados de los análisis depende del equipo médico seleccionado.

Para el Hitachi 902 se muestra la siguiente ventana.

Figura A.10. Ventana principal de Crear Reportes Hitachi 902

Test	Resultado	Seleccionado
GLUCOSA	90,7	<input type="checkbox"/>
BUN	5,1	<input type="checkbox"/>
CREATININA	0,84	<input type="checkbox"/>
ÁCIDO ÚRICO	2,99	<input type="checkbox"/>
COLESTEROL	222	<input type="checkbox"/>
TRIGLICERIDOS	278	<input type="checkbox"/>
GOT	0	<input checked="" type="checkbox"/>
GPT	32	<input checked="" type="checkbox"/>
FOSFATOSA ALCALINA	135	<input type="checkbox"/>
PRT LCR	376	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA TOTAL	0	<input checked="" type="checkbox"/>
BILIRUBINA DIRECTA	0,2	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA INDIRECTA	0,25	<input type="checkbox"/>
ALBÚMINA	4,88	<input type="checkbox"/>
PROTEINAS TOTALES	7,63	<input type="checkbox"/>
LDH	707	<input type="checkbox"/>

Los datos personales del paciente son inalterables. En cuanto a los resultados de los análisis realizados al paciente, máximo se pueden visualizar en la pantalla 16 valores. Si los análisis exceden los 16 valores, aparece el botón Siguiete como lo indica la opción 2 de la figura A.10; este al ser presionado visualizará 16 resultados más, así sucesivamente, hasta mostrar todos los análisis realizados; además, aparecerá el botón Anterior, que permite devolverse a los valores anteriores.

La opción 1 que indica la flecha en la figura A.10, es un cuadro de selección que permite al ser activado, modificar el valor del resultado que aparece en pantalla.

Si se presiona la tecla F8, se muestra una ventana con los nombres de los análisis de los resultados que estaban en pantalla. Cualquiera de los nombres mostrados se puede modificar seleccionándolo con el *mouse*. Presionando el botón Aceptar se guardan los cambios, y se regresa a la pantalla de resultados, donde son visualizados.

Figura A.11. Ventana Modificar los Nombres de loa Análisis

The screenshot shows a software window titled "CREAR REPORTE" with a menu bar containing "AYUDA". The main area is titled "QUÍMICA SANGUINEA" and features a grid of laboratory equipment images. On the right, there are input fields for "Solicitud N°" (8195), "Fecha de Solicitud" (2006-03-30), "Servicio" (URGENCIAS PEDIATRICAS), and "Médico Solicitante". Below this, patient information is displayed: "Historia clínica" (68001020495), "Paciente" (HIJA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA), "Edad" (0 años), "Sexo" (F), "Dirección" (CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II), "Teléfono" (6401015), and "Bacteriologo" (167 Valencia Prince Gloria Elsy). A central dialog box titled "Nombre Análisis" contains a list of tests: GLUCOSA, BUN, CREATININA, ÁCIDO ÚRICO, COLESTEROL, TRIGLICERIDOS, GOT, GPT, FOSFATOSA ALCALINA, PRT LCR, BILIRUBINA TOTAL, BILIRUBINA DIRECTA, BILIRUBINA INDIRECTA, ALBÚMINA, PROTEINAS TOTALES, and LDH. At the bottom right of the dialog are "Aceptar" and "Cancelar" buttons.

Al presionar el botón Cancelar, se regresa a la ventana de resultados ignorando los cambios realizados.

Para guardar el reporte, se debe presionar el botón Guardar que aparece en la figura A.10 (pagina 127). Automáticamente desaparece el botón Guardar, los modificadores que cada campo y aparecen dos nuevas opciones, Modificar e Imprimir. El botón Modificar permite habilitar nuevamente los modificadores por si es necesario agregar cambios; y el botón Imprimir, ejecuta la impresión del reporte visualizado.

El botón Salir permite volver a la ventana Crear Reporte que se muestra en la figura A.7 (pagina 126), para crear un nuevo reporte.

Para el caso del Sysmex KX-21N la ventana de visualización de los datos del paciente y los resultados de los análisis es la siguiente.

Al igual que en el Hitachi 902 los datos personales del paciente son inalterables. La opción 1 que indica la flecha, sirve para seleccionar el tipo de examen realizado al paciente. Existen tres tipos de examen, Cuadro hemático o hemograma hematocrito y leucograma, Recuento de plaquetas, Cuadro hemático y recuento de plaquetas, como se muestra en la figura A.13.

Figura A.12. Ventana principal de Crear Reportes Sysmex KX-21N

Figura A.13. Selección del tipo de examen

La opción 2 que indica la flecha en la figura A.12, es un cuadro de selección que permite, al ser activado modificar el valor del resultado que aparece en pantalla, como se muestra en la siguiente figura.

Figura A.14. Selección del modificar para cambiar datos analíticos

WBC x 10E3/uL	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LYM# x 10E3/uL	1,80	<input type="checkbox"/>
MXD# x 10E3/uL	0,60	<input type="checkbox"/>
NEUT# x 10E3/uL	1,70	<input type="checkbox"/>
<b>Diferencial:</b>		
Segmentados%	39,60	
Linfocitos %	44,60	
Mixtas%	+ 15,80	

La opción 3 que muestra la flecha en la figura A.12 (pagina 130), permite modificar los valores del diferencial correspondiente al cuadro hemático; al escoger esta opción aparece una nueva pantalla en donde se encuentra una lista con los nombres de las células del diferencial. Para ingresar los valores del diferencial, se debe seleccionar con el *mouse* el nombre, digitar el valor porcentual en el campo de valor y presionar el botón Adicionar, mostrando instantáneamente el nombre y el valor agregado como se observa en la siguiente figura.

Figura A.15. Ventana Modificar Diferencial

CREAR REPORTE

AYUDA

### HEMATOLOGIA

Solicitud N°: 8195  
Fecha de Solicitud: 2006-03-30  
Servicio: URGENCIAS PEDIATRICAS  
Médico Solicitante:

Historia clínica: 68001020495  
Paciente: HIDA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA  
Edad: 0 años Sexo: F  
Dirección: CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II  
Teléfono: 6401015  
Bacteriología: 167 Valencia Prince Gloria Ely

**Diferencial**

- Segmentados
- Linfocitos
- Eosinófilos**
- Monocitos
- Basófilos
- Cayados
- Células de Turk
- Promielocitos
- Mielocitos
- Metamielocitos

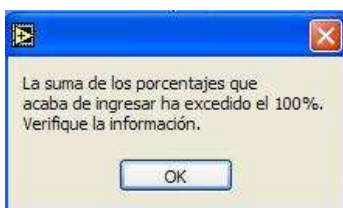
Valor: 10 %

Eosinófilos: 60,0%

Adicionar Eliminar Cancelar

El valor total del diferencial es de 100%, por tanto, se deben adicionar los datos hasta completar el 100%, en ese momento desaparece el botón Adicionar y aparece el botón Guardar. Si el valor excede el 100%, se muestra el siguiente mensaje.

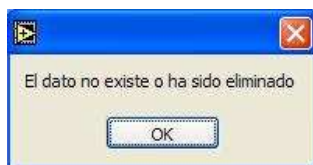
*Figura A.16.* Mensaje de control de porcentajes del diferencial



Para cambiar los valores ya ingresados, se tienen dos opciones:

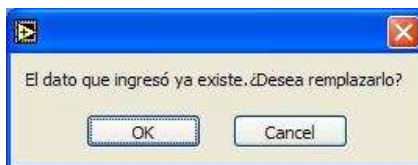
- **Eliminar Valor:** Seleccionando el nombre en la lista Diferencial y presionando el botón Eliminar se borra el dato del indicador. Si intenta eliminar un nombre que no aparece en el indicador, se muestra el siguiente mensaje que indica que el dato no existe o ya ha sido eliminado.

*Figura A.17.* Mensaje de control al eliminar datos del diferencial



- **Reemplazar valor:** Se selecciona el nombre de uno de los datos que ya han sido ingresados, se digita el nuevo valor. Al presionar Adicionar se visualiza un mensaje de confirmación como el de la siguiente figura.

*Figura A.18.* Mensaje de control al adicionar un dato al diferencial



Para salir de la opción Modificar Diferencial sin que los cambios realizados sean registrados, se presiona el botón Cancelar que aparece en la figura A.15 de la pagina 131.

De la misma manera que en el Hitachi 902, para guardar el reporte se debe presionar el botón Guardar que aparece en la figura A.12 (pagina 130). Automáticamente desaparecen el botón Guardar y los modificadores, y aparecen dos nuevas opciones, Modificar e Imprimir. El botón Modificar permite habilitar nuevamente los modificadores por si es necesario agregar cambios; y el botón Imprimir, ejecuta la impresión del reporte visualizado.

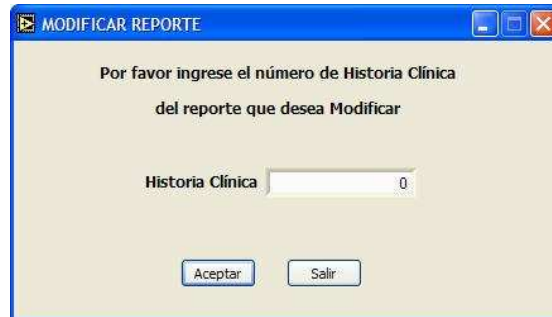
El botón Salir permite volver a la ventana Crear Reporte que se muestra en la figura A.7 (pagina 126), para crear un nuevo reporte.

Para ambos equipos cuando se guarda el reporte, este es almacenado como un archivo de texto, cuyo nombre es el número de Historia Clínica del paciente.

#### **A.1.2.2. Modificar reporte**

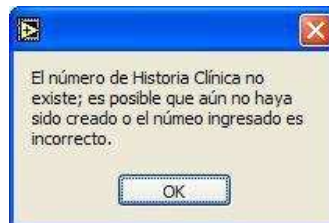
La opción Modificar reporte en cada uno de los equipos, permite hacer cambios a reportes que ya han sido creados. Cuando se elige esta opción, aparece una nueva ventana donde se solicita el ingreso del número de Historia Clínica del paciente como se muestra en la figura A.19.

*Figura A.19.* Ventana para ingresar a Modificar Reporte



Si el número de Historia Clínica ingresado no existe, aparece un mensaje indicando que no ha sido encontrado el reporte, como se muestra en la figura A.20.

*Figura A.20.* Mensaje de control de Historia Clínica en modificar reporte



Si el número de historia Clínica ingresado es correcto, cada equipo visualiza la respectiva ventana con la información del reporte a modificar.

Como se observa en la siguiente figura la ventana Modificar reporte para el Hitachi 902 es idéntica a la ventana de la opción crear reporte, cumpliendo además con las mismas funciones.

Figura A.21. Ventana principal Modificar Reportes Hitachi 902

**MODIFICAR REPORTE**

AYUDA

### QUÍMICA SANGUÍNEA

Solicitud N°: 8195  
Fecha de Solicitud: 2006-03-30  
Servicio: URGENCIAS PEDIÁTRICAS  
Médico Solicitante:

Historia clínica: 68001020495  
Paciente: HIJA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA  
Dirección: CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II  
Bacteriología: 167 Valencia Prince Gloria Elsy

Edad: 0 años Sexo: F  
Teléfono: 6401015

GLUCOSA	90,7	<input type="checkbox"/>
BUN	5,1	<input type="checkbox"/>
CREATININA	0,84	<input type="checkbox"/>
ÁCIDO ÚRICO	2,99	<input type="checkbox"/>
COLESTEROL	222	<input type="checkbox"/>
TRIGLICERIDOS	278	<input type="checkbox"/>
GOT	35,6	<input type="checkbox"/>
GPT	32	<input type="checkbox"/>

FOSFATOSA ALCALINA	135	<input type="checkbox"/>
PRT LCR	376	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA TOTAL	0,45	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA DIRECTA	0,2	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA INDIRECTA	0,25	<input type="checkbox"/>
ALBÚMINA	4,88	<input type="checkbox"/>
PROTEÍNAS TOTALES	7,63	<input type="checkbox"/>
LDH	707	<input type="checkbox"/>

Guardar Salir Siguiete

Para el Sysmex KX-21N la ventana Modificar reporte es similar a la ventana de Crear reporte que se muestra en la figura A.12, pero se diferencian en algunos aspectos.

Figura A.22. Ventana Principal Modificar Reporte Sysmex KX-21N

- La opción 1 que indica la flecha, no se puede seleccionar, es solo un indicador del tipo de examen seleccionado cuando se creó el reporte.
- Según el examen seleccionado aparecen en pantalla los resultados de los análisis realizados al paciente que podrán ser modificados nuevamente. Si el tipo de examen seleccionado fue cuadro hemático, se muestran en pantalla los datos que indican las flechas en 2 y en 5, y el dato de la opción 4 no aparece. Si el tipo de examen es recuento de plaquetas, solo aparece el valor que indica la opción 4. Además, la opción 3 correspondiente a Modificar Diferencial está deshabilitada. Si el tipo de examen es cuadro hemático y plaquetas aparecen todos los datos, indicados por las opciones 2, 4 y 5.

- Los datos del diferencial siempre se visualizan en tres campos, como aparecen en la figura, Segmentados, Linfocitos y Mixtas. El dato de mixtas se refiere a todas las células que hacen parte del diferencial, excepto segmentados y linfocitos. Si el diferencial no posee estos dos datos, los campos aparecen con valor cero y el diferencial se representa como 100% mixtas.
- Si es necesario cambiar los datos del diferencial escoja la opción 3 Modificar Diferencial. Al elegir esta opción aparece la ventana que se muestra en la figura A.15 con la diferencia que el indicador muestra los valores del diferencial que fueron almacenados cuando se creó el reporte.

Tanto para el Hitachi 902 como para el Sysmex KX-21N, al presionar el botón Guardar, aparece un mensaje de reemplazar el archivo como se muestra en la figura A.23.

*Figura A.23.* Mensaje de control para guardar el reporte



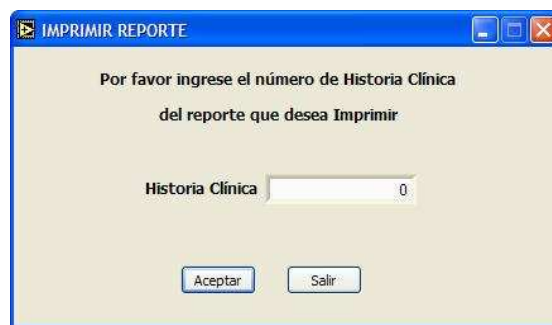
Después de seleccionar una de las opciones de la figura anterior, desaparece el botón Guardar y aparecen dos nuevas opciones, Modificar e Imprimir. El botón Modificar permite habilitar nuevamente los modificadores por si es necesario agregar cambios; y el botón Imprimir, ejecuta la impresión del reporte visualizado.

El botón Salir permite volver a la ventana de ingreso de Historia Clínica, por si se desea modificar un nuevo reporte o salir de la opción de Modificar reporte.

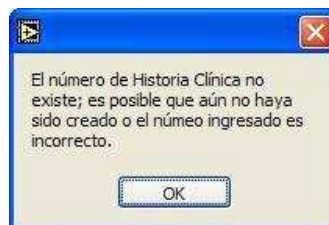
### A.1.2.3. Imprimir reporte

Al elegir esta opción en cualquiera de los dos equipos, aparece una ventana que solicita el número de Historia Clínica del reporte que se desea imprimir, como se muestra en la figura A.24. Si el número ingresado es incorrecto, aparece un mensaje en pantalla, como se muestra en la figura A.25.

*Figura A.24.* Ventana para ingresar a Imprimir Reporte



*Figura A.25.* Mensaje de control de Historia Clínica en imprimir reporte



Si el número es correcto, se abre una ventana donde se visualizan los datos personales del paciente correspondiente al número de Historia Clínica, como se muestra en la figura A.26.

Figura A.26. Ventana principal Imprimir Reporte

LABORATORIO CLÍNICO	
Solicitud N°	8195
Fecha de Solicitud	2006-03-30
Servicio	URGENCIAS PEDIÁTRICAS
Médico Solicitante	
Historia clínica	68001020495
Paciente	HIJA DE SURAY TATIANA ROMERO SIERRA
Edad	0 años
Sexo	F
Dirección	CALLE 11N # 22-56 ESPERANZA II
Teléfono	6401015
Número de copias	1

Para ejecutar la impresión, se presiona el botón Imprimir; y al presionar Cancelar, no se realiza la impresión y se muestra nuevamente la ventana de la figura A.24 en espera de nuevos datos.

### A.1.3. Parámetros de configuración

La ventana de Parámetros de configuración es similar para ambos equipos, y cuentan con las opciones de Configuración del puerto Serial, Modificar Nombre y código de Bacteriólogos y Configuraciones de Impresión; la única diferencia es que el Hitachi 902 tiene una opción adicional denominada Configuración de canales. Cada una de las ventanas se muestra en las siguientes figuras.

Figura A.27. Ventana Parámetros de Configuración Hitachi 902



Figura A.28. Ventana Parámetros de Configuración Sysmex KX-21N



- **Configuración de Canales (Sólo para el Hitachi 902):** esta opción permite seleccionar la configuración de canales que haya sido programada en el equipo, de acuerdo a si se guardo como Disco A o Disco B. Se debe tener en cuenta que si la programación de canales no corresponde con la del equipo, los nombres de los análisis no concorderán con los valores de los resultados.

- **Configuración del Puerto Serial:** esta opción permite seleccionar el puerto serial del que dispone el computador para la recepción de los datos enviados por el equipo. Al activar esta opción se habilita el control para escoger nombre del puerto o para digitarlo, como se muestra en la figura A.29. Al mismo tiempo desaparece el botón Salir y aparecen los botones Guardar y Cancelar.

Figura A.29. Elegir Configuración del Puerto Serial Hitachi 902



Si se elige Guardar, se acepta el cambio y vuelve a aparecer el botón Salir, deshabilitando la opción de Configuración del Puerto Serial. Si se selecciona Cancelar no se guarda ningún cambio, aparece el botón Salir y se deshabilita la opción Configuración del Puerto Serial.

- **Modificar Código y Nombre de los Bacteriólogos:** Con esta opción se agregan o eliminan los nombres de los bacteriólogos y sus respectivos códigos. Al escoger la opción se habilitan los botones Adicionar, Eliminar y Salir.

En cada uno de los campos se ingresan el número del código y el nombre del bacteriólogo respectivamente y se presiona el botón Adicionar. Si uno o ninguno de los datos han sido ingresados, aparecerá uno de los siguientes mensajes de acuerdo al error.

*Figura A.30.* Mensajes de control de ingreso de datos para Modificar Código y Nombre de bacteriólogos



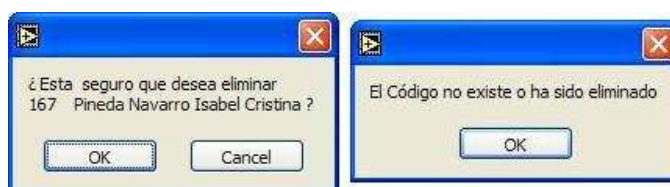
Si el dato que va a adicionar ya existe aparece el siguiente mensaje, solo debe escoger la opción que se desee.

*Figura A.31.* Mensaje de control reemplazar Código y Nombre de bacteriólogo



Para eliminar un registro se debe ingresar el número del código y el nombre del bacteriólogo y presionar Eliminar. Si el registro existe aparece un mensaje de confirmación, y si no existe el mensaje indicará que el código no existe o ha sido eliminado como se muestra en la figura A.32.

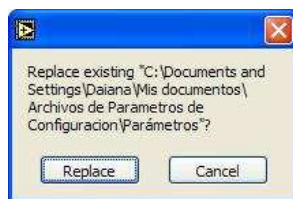
*Figura A.32.* Mensaje de control eliminar Código y Nombre de bacteriólogo



Para salir y deshabilitar la opción Modificar Código y Nombre de los bacteriólogos se debe presionar el botón Salir que se encuentra al pie de Eliminar.

Para salir de la opción Parámetros de configuración y confirmar los cambios realizados en cada una de las opciones de esta ventana se presiona el botón Salir; mostrando el mensaje de la figura A.33. Si presiona Reemplace se guardaran los cambios y si presiona cancel estos serán ignorados, en ambos casos se devolverá a la ventana principal de cada equipo.

*Figura A.33.* Mensaje de control para guardar cambios en Parámetros de Configuración



▪ **Configuraciones de Impresión:** Esta opción permite seleccionar la impresora y los márgenes de impresión. Al escoger la opción se habilitan los controles que permiten realizar los cambios de estos parámetros; se debe digitar el nombre de la impresora y los valores de los respectivos márgenes Superior, Inferior, Izquierdo y Derecho, teniendo en cuenta que el símbolo decimal es la coma. Al mismo tiempo desaparece el botón Salir y aparecen los botones Guardar y Cancelar. Presionando Guardar se aceptan los cambios y presionado Cancelar estos son ignorados.

#### **A.1.4. Programación de canales**

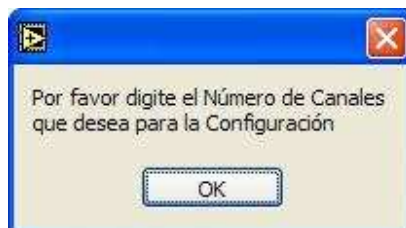
Esta opción esta disponible solo cuando se elige como equipo el Hitachi 902. Al elegir esta opción, se abre la ventana mostrada en la figura A.34; en la cual se asignan los nombres de los análisis a sus correspondientes números de canal, de forma similar a la programación de canales realizada en el Hitachi 902.

Figura A.34. Ventana Programación de Canales



Para empezar a programar, se ingresa el número total de canales (análisis) en la opción 1 que indica la flecha, y se presiona el botón Aceptar. Al presionar Aceptar sin ingresar un valor, se mostrará el siguiente mensaje.

Figura A.35. Mensaje de control del ingreso de número de canales



Si el valor ingresado es diferente de cero, la ventana de la figura A.34 es modificada y se observa como en la siguiente figura.

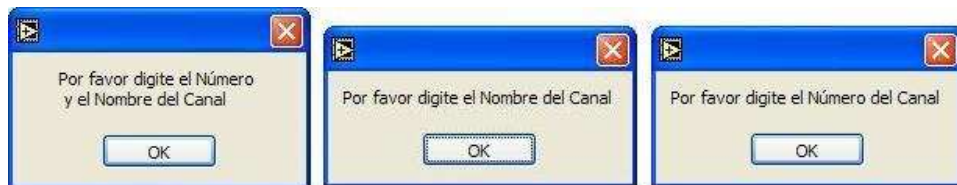
Figura A.36. Ventana Programación de canales ingreso de la información



La opción 1 que indica la flecha, muestra la cantidad de canales asignados. Hay que ingresar el número de canal y el nombre del canal en los respectivos ítems y presionar el botón Siguiente. Si se desean cancelar todos los valores ingresados se presiona el botón Cancelar.

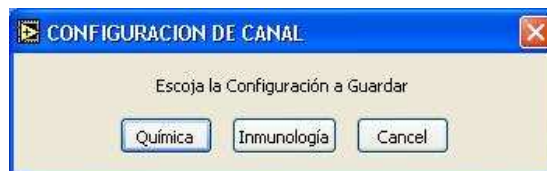
Si el número de canal o el nombre del canal o ambos no son ingresados, se mostrará uno de los siguientes mensajes.

Figura A.37. Mensajes de control ingreso del número y nombre de canal



Al ingresar todos los valores con sus respectivos nombres, se muestra un mensaje donde se escoge la configuración a guardar como en la siguiente figura.

Figura A.38. Ventana para escoger la Configuración de Canal



Si las opciones Química o Inmunología ya existen, se mostrara el siguiente mensaje.

Figura A.39. Mensaje de control al guardar la configuración de canal



Para salir de la opción Programación de canales se presiona el botón Salir.

## ANEXO B

### B. MANUAL DEL USUARIO

#### B.1. CONFIGURACIONES PARA LA COMUNICACIÓN

Para lograr un perfecto entendimiento entre el equipo médico y el computador, es necesario que ambos hablen el mismo lenguaje; por lo tanto, es indispensable establecer los parámetros de comunicación que se deben configurar. Los parámetros del software **SAIEM** ya han sido predeterminados y el usuario simplemente tiene que configurar los equipos médicos de la misma manera. Además, es imprescindible seleccionar el puerto serial habilitado por el computador y activar la comunicación con el computador en los equipos médicos.

##### B.1.1. Parámetros de Comunicación

- **Hitachi 902**

1. Seleccione en la pantalla **Home**
2. Seleccione la opción **Param** del menú Home.
3. Seleccione **System** en la pantalla Parameters
4. Seleccione **Com. Param.**
5. Seleccione los parámetros para la comunicación con el computador.

Velocidad en baudios: 9600

Paridad: sin paridad.

Bit de datos. 8 bits

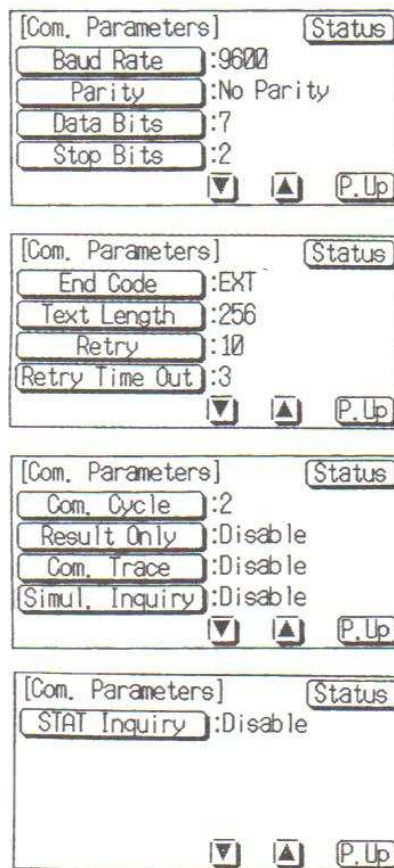
Bits de parada: 1bit

Código de fin de datos: EXT+BCC

Tamaño del texto: 256 bytes

Modo solo resultados: habilitado

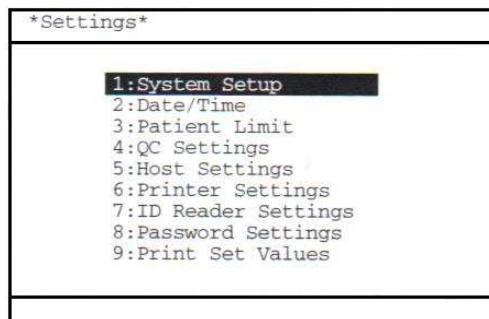
Figura B.1. Configuración de los Parámetros de Comunicación en el Hitachi 902



- **Sysmex KX-21N**

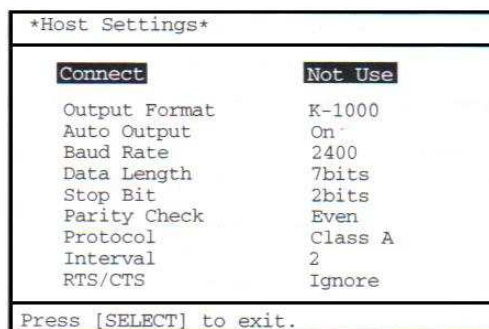
1. Presione la tecla **Select** en la pantalla de análisis.
2. Elija la opción 6 correspondiente a **Settings** y presione la tecla **Enter**.

Figura B.2. Ventana de selección de ajustes del sistema Sysmex KX-21N



3. Elija la opción 5 **Host settings** que aparece en pantalla y presione **Enter**.
4. Los parámetros actuales de configuración son visualizados.

Figura B.3. Ventana de selección de Parámetros de Configuración Sysmex KX-21N



Verifique los valores y si es necesario modifíquelos de la siguiente manera:

Conexión: en uso.

Formato de salida: KX-21N

Velocidad en baudios: 9600

Tamaño de los datos: 8 bits

Bits de parada: 1 bit

Paridad: sin paridad

Protocolo: clase A

Intervalo: 2

RTS/CTS: ignorado

Relleno del ID: 0

5. Al terminar de efectuar los cambios, presione la tecla **Select** y elija la opción **set** para confirmar los cambios.

- **Software S.A.I.E.M.**

1. Seleccione el equipo que desea configurar.
2. Con el mouse elija la opción parámetros de configuración.
3. Con el mouse elija la opción de configuración del puerto.
4. Puede elegir en la pestaña el nombre del puerto deseado o posicionar el cursor en el espacio en blanco y digitar el nombre del puerto.

Los nombres para elegir son: COM1, COM2,...COM9.

### **B.1.2. Selección de la comunicación con el computador**

- **Hitachi 902**

1. Seleccione en la pantalla **Home**.
2. Seleccione **Easy Mode** del menú **Home**.
3. Seleccione en la pantalla la opción **OK?** para ir a la pantalla de condiciones iniciales.
4. con las opción desplace la ventana y seleccione **Host Com**.

Nota: Si la opción **Host Com** se encuentra habilitada, no es posible hacer cambios en los parámetros de configuración.

- **Sysmex KX-21N**

1. Presione la tecla **Select** en la pantalla de análisis.
2. Elija la opción 6 correspondiente a **Settings** y presione la tecla **Enter**.

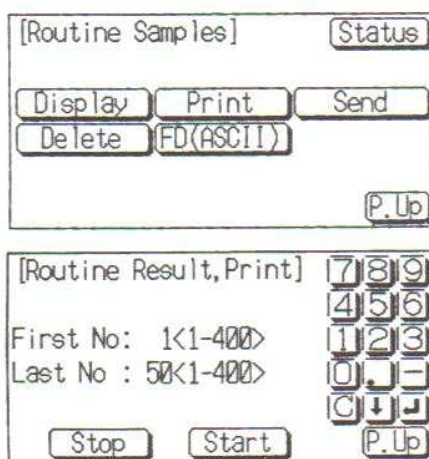
3. Elija la opción **5 Host settings** que aparece en pantalla y presione **Enter**.
4. Elija la opción **Auto output. ON** para salida automática, y **OFF** para salida manual

### B.1.3. Envío de datos de los equipos al PC

- **Hitachi 902**

1. Seleccione en la pantalla **Home**.
2. Seleccione la opción **Monitor**.
3. Seleccione **Routine Simple**.
4. En la pantalla que aparece seleccione **Send**.
5. En la pantalla **Send** digite el primer número y el último número de las posiciones en memoria que desea enviar.
6. Presione **Start** para iniciar la transmisión. La opción **Start** es resaltada mientras se están enviando los datos.

Figura B.4. Envío de datos Hitachi 902



- **Sysmex KX-21N**

El envío de los datos depende de si la salida de los datos (Auto output) es ON o OFF.

a. Para ON

Los datos son enviados al PC automáticamente.

b. Para OFF

1. Presione la tecla 2 en la pantalla de análisis.
2. En el menú Output que se despliega, seleccione la opción **1: Host**.

*Figura B.5.* Envío de datos Sysmex KX-21N



## **B.2. MANEJO DEL SOFTWARE S.A.I.E.M.**

El *Software para Adquirir Información de Equipos Médicos* es una herramienta que ayuda agilizar los procesos, y a disminuir los errores producto de la manipulación de la información obtenida por los equipos Sysmex KX-21N e Hitachi 902.

También, permite la generación de reportes y la impresión de resultados.

### **B.2.1. Selección del Equipo a Utilizar**

En la ventana Selector de Equipos, se tienen las opciones para seleccionar los equipos y la de cerrar el software. Los botones están nombrados con el correspondiente nombre del equipo, como se observa en la figura B.6.

Figura B.6. Ventana Selector de Equipos del S.A.I.E.M.



- Presione el botón Hitachi 902 para seleccionar el equipo.
- Presione el botón Sysmex KX-21N para seleccionar el equipo.
- Para cerrar el programa, presione el botón Cerrar.

## Sysmex KX-21N

### Recibir datos

1. Seleccione con el *mouse* la opción Recibir datos en la ventana Principal Symex KX-21N.

*Figura B.7.* Ventana Principal Sysmex KX-21N selección Recibir datos



2. Envíe los datos del equipo al PC.
3. Presione el botón Salir.

### Crear reporte

1. Seleccione con el mouse en la ventana principal del Sysmex KX-21N la opción Reportes y presione el botón Aceptar.

Figura B.8. Ventana Principal Sysmex KX-21N selección Reportes



2. Seleccione con el mouse la opción Crear reporte y presione Aceptar.

Figura B.9. Ventana Reportes Sysmex KX-21N selección crear reporte



3. Ingrese el número de solicitud asignado al paciente.
4. Ingrese el número de la muestra asignado al paciente.
5. Ingrese el código del bacteriólogo.
6. Presione el botón Aceptar.

Figura B.10. Ventana de ingreso a Crear reporte Sysmex KX-21N

CREAR REPORTE

Ingrese el Número de Solicitud, el Número de la Muestra y el Código del bacteriologo del reporte que desea crear

Número de Solicitud

Número de la Muestra

Código Bacteriologo

Aceptar Salir

En la nueva ventana se visualizan los datos personales del paciente y los resultados analíticos.

Figura B.11. Ventana Crear Reportes Sysmex KX-21N

CREAR REPORTE

AYUDA

### HEMATOLOGIA

Solicitud N°

Fecha de Solicitud

Servicio

Médico Solicitante

Historia clínica

Paciente

Edad  años Sexo

Dirección

Teléfono

Bacteriologo:  Valencia Prince Gloria Ely

WBC x 10E3/uL	<input type="text" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LYM# x 10E3/uL	<input type="text" value="1,80"/>	<input type="checkbox"/>
MXD# x 10E3/uL	<input type="text" value="0,60"/>	<input type="checkbox"/>
NEUT# x 10E3/uL	<input type="text" value="1,70"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Diferencial:</b>		
Segmentados%	<input type="text" value="39,60"/>	
Linfocitos %	<input type="text" value="44,60"/>	
Mixtas%	<input type="text" value="+15,80"/>	
RBC x 10E6/uL	<input type="text" value="4,31"/>	<input type="checkbox"/>
HGB g/dL	<input type="text" value="11,40"/>	<input type="checkbox"/>
HCT %	<input type="text" value="36,00"/>	<input type="checkbox"/>
MCV fL	<input type="text" value="83,50"/>	<input type="checkbox"/>
MCH Pg	<input type="text" value="-26,50"/>	<input type="checkbox"/>
MCHC g/dL	<input type="text" value="-31,70"/>	<input type="checkbox"/>
RDW-CV %	<input type="text" value="15,60"/>	<input type="checkbox"/>
RDW-SD fL	<input type="text" value="48,50"/>	<input type="checkbox"/>
PLT x 10E3/uL	<input type="text" value="209,00"/>	<input type="checkbox"/>
MPV fL	<input type="text" value="11,10"/>	<input type="checkbox"/>

Selección de Examen

Modificar diferencial

Guardar Salir

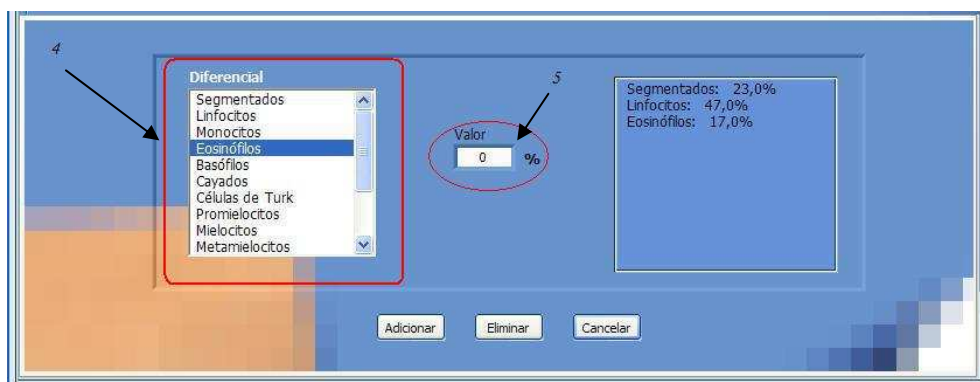
9

7

8

7. Seleccione el tipo de examen que desea guardar en la opción Selección de examen.
8. Presione el botón Guardar.
9. Si desea modificar resultados analíticos antes de Guardar el reporte siga los siguientes pasos:
  1. Seleccione con el mouse el dato que desea modificar.
  2. Ingrese el nuevo dato en el control que aparece sobre el valor.
 Para modificar el diferencial siga los siguientes pasos:
  3. Seleccione con el mouse la opción Modificar diferencial (aparece una sub ventana).
  4. Seleccione el nombre en la lista Diferencial.
  5. Ingrese el valor.
  6. Presione el botón Adicionar.
  7. Repita los pasos del 4 al 6 hasta terminar de ingresar los valores.
  8. Presione el botón Guardar.

*Figura B.12.* Sub ventana Modificar Diferencial



En la ventana principal sólo se visualizan los valores de Segmentados, linfocitos si fueron ingresados cuando modificó diferencial, el valor de mixtas es la suma de los demás datos que se ingresaron.

10. Si después de presionar Guardar desea hacer cambios nuevamente presione el botón Modificar.

11. Si presiona Modificar siga los pasos del ítem 9.
12. Si desea imprimir el reporte, presione el botón Imprimir.
13. Presione el botón Salir.

### Modificar reporte

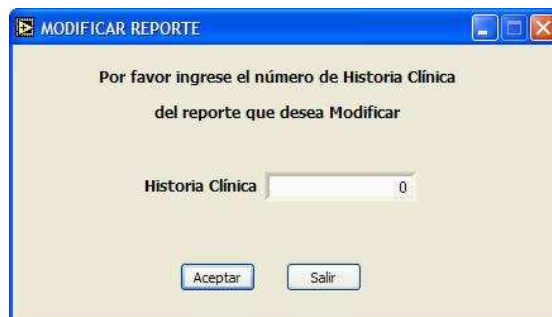
1. Seleccione con el mouse en la ventana principal del Sysmex KX-21N la opción Reportes y presione el botón Aceptar. (Ver figura B.8. en la página 154).
2. Seleccione con el mouse la opción Modificar reporte y presione Aceptar.

*Figura B.13.* Ventana Reportes Sysmex KX-21N selección Modificar reporte



3. Ingrese el número de Historia Clínica del paciente.
4. Presione el botón Aceptar.

Figura B.14. Ventana de ingreso a Modificar reporte Sysmex KX-21N



En la nueva ventana se visualizan los datos personales del paciente y los resultados analíticos del reporte que fue creado anteriormente (Ver figura B.11 página 156).

5. Para realizar modificaciones al reporte siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse el dato que desea modificar.
2. Ingrese el nuevo dato en el control que aparece sobre el valor.

Para modificar el diferencial siga los siguientes pasos:

3. Seleccione con el mouse la opción Modificar diferencial (aparece una sub ventana).
4. Seleccione el nombre en la lista Diferencial (Ver figura B.12. página 157).
5. Ingrese el valor.
6. Presione el botón Adicionar.
7. Repita los pasos del 4 al 6 hasta terminar de ingresar los valores.
8. Presione el botón Guardar.

En la ventana principal sólo se visualizan los valores de Segmentados, linfocitos si fueron ingresados cuando modificó diferencial, el valor de mixtas es la suma de los demás datos que se ingresaron.

6. Presione el botón Guardar.
7. Si después de presionar Guardar desea hacer cambios nuevamente presione el botón Modificar.
8. Si presiona Modificar siga los pasos del item 5.
9. Si desea imprimir el reporte, presione el botón Imprimir.

10. Presione el botón Salir.

### Imprimir reporte

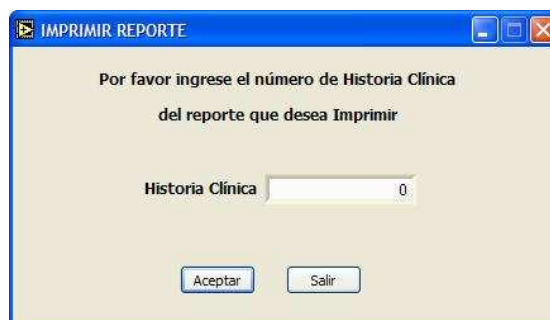
1. Seleccione con el mouse la opción reporte de la ventana principal del Sysmex KX-21N y presione Aceptar (Ver figura B.8. página154).
2. Seleccione con el mouse la opción Imprimir reporte y presione Aceptar.

Figura B.15. Ventana Reportes Sysmex KX-21N selección Imprimir reporte



3. Ingrese el número de Historia Clínica del paciente.

Figura B.16. Ventana de ingreso a Imprimir reporte Sysmex KX-21N



4. Se visualiza una nueva ventana donde se presentan los datos personales del paciente, presione el botón Imprimir.

*Figura B.17.* Ventana Imprimir reporte Sysmex KX-21N



## Parámetros de Configuración

1. Seleccione con el mouse la opción Parámetros de configuración en la ventana principal del Sysmex KX-21N.

*Figura B.18.* Ventana Principal Sysmex KX-21N selección Parámetros de configuración



OPCIÓN 1: Para modificar el puerto de comunicación siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse la opción Configuración del puerto serial.
2. Ingrese el nombre del puerto serial. (Las opciones van desde Com1 hasta Com9).
3. Presione el botón Guardar.

OPCIÓN 2: Para modificar las opciones de impresión siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse la opción Configuraciones de Impresión.
2. Ingrese el nombre de la impresora en el control “Nombre de Impresora”.
3. Ingrese los valores de los márgenes Superior, Inferior, Derecho, Izquierdo, en sus respectivos controles. Tenga en cuenta que si el dato es decimal, el símbolo decimal es una coma.
4. Presione el botón Guardar.

OPCIÓN 3: Para agregar o modificar código y nombre del bacteriólogo siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse la opción Modificar Código y Nombre de bacteriólogo.

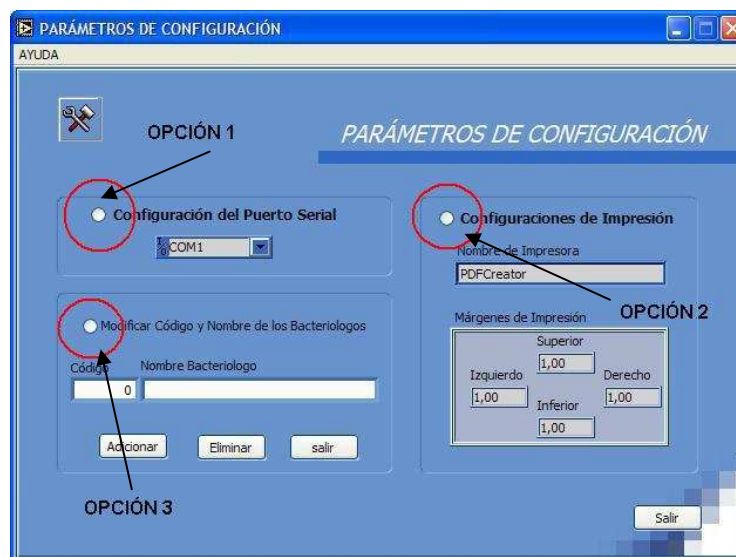
Para adicionar siga los pasos:

1. Ingrese el número del código.
2. Ingrese el nombre del bacteriólogo.
3. Presione el botón Adicionar.
4. Si desea seguir adicionando los registros de los bacteriólogos, siga los pasos del 1 al 3.
5. Presione Salir.

Para eliminar siga los pasos:

1. Ingrese el número del código.
2. Ingrese el nombre del bacteriólogo.
3. Presione el botón Eliminar.
4. Si desea seguir eliminando los registros de los bacteriólogos, siga los pasos del 1 al 3.
5. Presione Salir.

Figura B.19. Ventana Parámetros de configuración Sysmex KX-21N



2. Presione el botón Salir.

## Hitachi 902

### Recibir datos

1. Seleccione con el *mouse* la opción Recibir datos en la ventana Principal Hitachi 902.

Figura B.20. Ventana principal Hitachi 902 selección Recibir datos



2. Envíe los datos del equipo al PC.
3. Presione el botón Salir.

### Crear reporte

1. Seleccione con el mouse en la ventana principal Hitachi 902 la opción Reportes y presione Aceptar.

Figura B.21. Ventana principal Hitachi 902 selección Reportes



2. Seleccione con el mouse la opción Crear reporte y presione Aceptar.

Figura B.22. Ventana Reportes Hitachi 902 selección Crear reporte



3. Ingrese el número de solicitud asignado al paciente.
4. Ingrese el número de la muestra asignado al paciente.
5. Ingrese el código del bacteriólogo.
6. Presione el botón Aceptar.

Figura B.23. Ventana de ingreso a Crear reporte Hitachi 902

CREAR REPORTE

Ingrese el Número de Solicitud, el Número de la Muestra y el Código del bacteriologo del reporte que desea crear

Número de Solicitud

Número de la Muestra

Código Bacteriologo

Aceptar Salir

En la nueva ventana se visualizan los datos personales del paciente y los resultados analíticos.

Figura B.24. Ventana Crear reportes Hitachi 902

CREAR REPORTE

AYUDA

**QUÍMICA SANGUINEA**

Solicitud N°

Fecha de Solicitud

Servicio

Médico Solicitante

Historia clínica

Paciente

Edad  años Sexo

Dirección

Teléfono

Bacteriologo

GLUCOSA	<input type="text" value="90,7"/>	<input type="checkbox"/>
BUN	<input type="text" value="5,1"/>	<input type="checkbox"/>
CREATININA	<input type="text" value="0,84"/>	<input type="checkbox"/>
ÁCIDO ÚRICO	<input type="text" value="2,99"/>	<input type="checkbox"/>
COLESTEROL	<input type="text" value="222"/>	<input type="checkbox"/>
TRIGLICERIDOS	<input type="text" value="278"/>	<input type="checkbox"/>
GOT	<input type="text" value="35,6"/>	<input type="checkbox"/>
GPT	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FOSFATOSA ALCALINA	<input type="text" value="135"/>	<input type="checkbox"/>
PRT LCR	<input type="text" value="376"/>	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA TOTAL	<input type="text" value="0,45"/>	<input type="checkbox"/>
BILIRUBINA DIRECTA	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
BILIRUBINA INDIRECTA	<input type="text" value="0,25"/>	<input type="checkbox"/>
ALBÚMINA	<input type="text" value="4,88"/>	<input type="checkbox"/>
PROTEINAS TOTALES	<input type="text" value="7,63"/>	<input type="checkbox"/>
LDH	<input type="text" value="707"/>	<input type="checkbox"/> Linearity abnormal

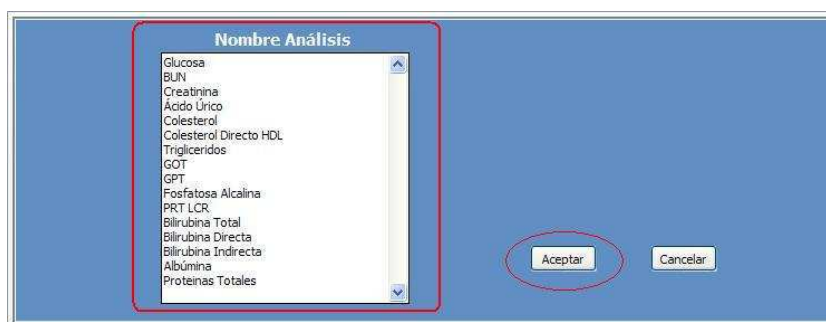
8

9

7

7. Si se realizaron más de 16 análisis, presione el botón Siguiente para visualizar los demás resultados.
8. Presione el botón Guardar.
9. Si desea modificar resultados analíticos antes de Guardar el reporte siga los siguientes pasos:
  1. Seleccione con el mouse el dato que desea modificar.
  2. Ingrese el nuevo dato en el control que aparece sobre el valor.Para modificar o adicionar comentarios al nombre del examen siga los siguientes pasos:
  3. Presione la tecla F8 (aparece una sub ventana).

*Figura B.25.* Sub ventana Modificar Nombre análisis



4. Seleccione con el mouse el nombre del examen que va a modificar y digite el nuevo nombre.
5. Presione el botón Aceptar.
6. Si se realizaron más de 16 análisis presione el botón Siguiente. Repita los pasos 3 al 5.
7. Presione el botón Guardar
10. Si después de presionar Guardar desea hacer cambios nuevamente presione el botón Modificar.
11. Si presiona Modificar siga los pasos del ítem 9.
12. Si desea imprimir el reporte, presione el botón Imprimir.
13. Presione el botón Salir.

## Modificar reporte

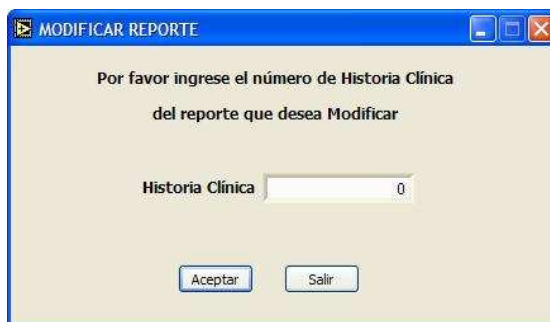
1. Seleccione con el mouse en la ventana principal Hitachi 902 la opción Reportes y presione Aceptar (Ver figura B.21. página 164).
2. Seleccione con el mouse la opción Modificar reporte y presione Aceptar.

Figura B.26. Ventana Reportes Hitachi 902 selección Modificar reporte



3. Ingrese el número de Historia Clínica del paciente.
4. Presione el botón Aceptar.

Figura B.27. Ventana de ingreso a Modificar reporte Hitachi 902



En la nueva ventana se visualizan los datos personales del paciente y los resultados analíticos del reporte que se creó anteriormente (ver figura B.24. página 165).

5. Si se realizaron más de 16 análisis, presione el botón Siguiente para visualizar los demás resultados.
6. Presione el botón Guardar.
7. Si desea modificar resultados analíticos antes de Guardar el reporte siga los siguientes pasos:
  1. Seleccione con el mouse el dato que desea modificar.
  2. Ingrese el nuevo dato en el control que aparece sobre el valor.Para modificar o adicionar comentarios al nombre del examen siga los siguientes pasos:
  3. Presione la tecla F8 (Ver figura B.25. página 166).
  4. Seleccione con el mouse el nombre del examen que va a modificar y digite el nuevo nombre.
  5. Presione el botón Aceptar.
  6. Si se realizaron más de 16 análisis presione el botón Siguiente. Repita los pasos 3 al 5.
  7. Presione el botón Guardar.
8. Si después de presionar Guardar desea hacer cambios nuevamente presione el botón Modificar.
9. Si presiona Modificar siga los pasos del ítem 7.
10. Si desea imprimir el reporte, presione el botón Imprimir.
11. Presione el botón Salir.

### **Parámetros de Configuración**

1. Seleccione con el mouse la opción Parámetros de configuración en la ventana principal del Hitachi 902.

Figura B.28. Ventana principal Hitachi 902 selección Parámetros de configuración



OPCIÓN 1: Para seleccionar la configuración de canales siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse la opción Configuración de canales.
2. Seleccione con el mouse una de las configuraciones Disco A o Disco B.
3. Presione el botón Guardar.

OPCIÓN 2: Para modificar el puerto de comunicación siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse la opción Configuración del puerto serial.
2. Ingrese el nombre del puerto serial. (Las opciones van desde Com1 hasta Com9).
3. Presione el botón Guardar.

OPCIÓN 3: Para modificar las opciones de impresión siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse la opción Configuraciones de Impresión.
2. Ingrese el nombre de la impresora en el control "Nombre de Impresora".
3. Ingrese los valores de los márgenes Superior, Inferior, Derecho, Izquierdo, en sus respectivos controles. Tenga en cuenta que si el dato es decimal, el símbolo decimal es una coma.
4. Presione el botón Guardar.

OPCIÓN 4: Para modificar código y nombre del bacteriólogo siga los siguientes pasos:

1. Seleccione con el mouse la opción Modificar Código y Nombre de bacteriólogo.

Para adicionar siga los pasos:

1. Ingrese el número del código.
2. Ingrese el nombre del bacteriólogo.
3. Presione el botón Adicionar.
4. Si desea seguir adicionando los registros de los bacteriólogos, siga los pasos del 1 al 3.
5. Presione Salir.

Para eliminar siga los pasos:

1. Ingrese el número del código.
2. Ingrese el nombre del bacteriólogo.
3. Presione el botón Eliminar.
4. Si desea seguir eliminando los registros de los bacteriólogos, siga los pasos del 1 al 3.
5. Presione el botón Salir.

Figura B.29. Ventana Parámetros de configuración Hitachi 902



2. Presione el botón Salir.

## Programación de canales

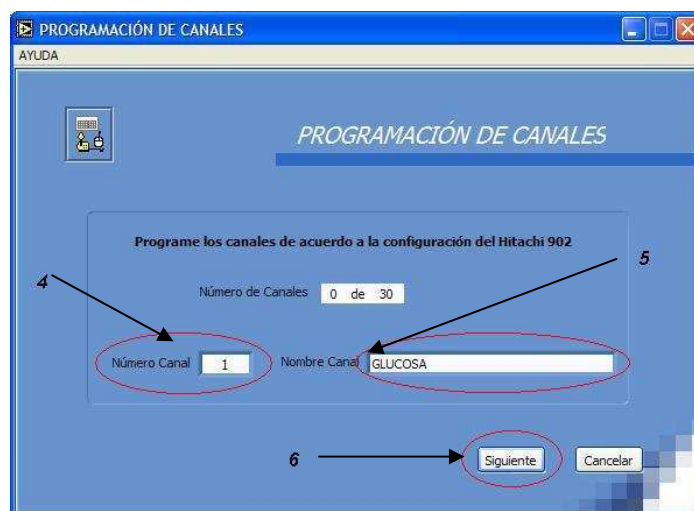
1. Seleccione con el mouse la opción Programación de canales en la ventana principal Hitachi 902 y presione Aceptar.

Figura B.30. Ventana principal Hitachi 902 selección Programación de canales



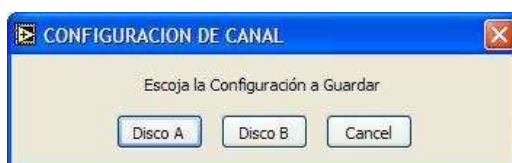
2. Ingrese el número de canales que va a configurar.
3. Presione el botón Aceptar.

Figura B.31. Ventana Programación de canales



4. Ingrese el número de canal.
5. Ingrese el nombre del análisis.
6. Presione el botón Siguiente.
7. Siga los pasos del 4 al 5 hasta terminar de ingresar los datos.
8. Elija la configuración que va a Guardar Disco A o Disco B.

*Figura B.32.* Ventana para escoger la Configuración de Canal



9. Presione el botón Salir.

## ANEXO C

### CÓDIGO ASCII

Como su propio nombre indica, **ASCII** (*American Standard Code for Information Interchange*), tiene origen americano, en el instituto **ANSI**. El ASCII es simplemente una convención para codificar un conjunto de 128 caracteres (letras, números y símbolos), numerados del 0 a 127. Este número se debe a que emplea sólo 7 bits ( $2^7 = 128$ ), algo que parecía suficiente en la época en que se propuso el estándar. Mucha gente cree que el código ASCII tiene 256 caracteres (numerados del 0 al 255), que es la capacidad de los 8 bits de un Byte, pero lo cierto es el denominado "ASCII puro", también conocido como US-ASCII (técnicamente es el ANSI X3.4-1968), se compone de sólo 7 bits y 128 caracteres (rango 00h-7fh expresado en hexadecimal). El primero es el carácter nulo, y tiene el número 0; el último es el 127.

En los 128 caracteres del código ASCII original se encuentran las letras del alfabeto inglés (mayúsculas y minúsculas), los números, y algunos signos comunes (espacio en blanco, paréntesis, corchetes, suma y resta, dólar, porcentaje, etc.) además de otros como retorno de carro, tabulador, campana, etc. Estos últimos, que eran necesarios para controlar el funcionamiento de los antiguos teletipos, ocupan las 32 primeras posiciones y la última, y se denominan precisamente por eso **caracteres de control** o **no imprimibles**. Puesto que no representan ninguna letra ni signo de puntuación, se designan mediante nemónicos (NULL, NAK, CR, NL, etc.).

En la Tabla 15, de caracteres ASCII, el valor Hexadecimal se encuentra entrando en la fila y columna. Por ejemplo, el carácter "A" está en fila 4 columna 1, luego su valor hexadecimal es 41 = 41h. El valor decimal se ha incluido debajo de cada carácter, para la

"A" es 65d. Los caracteres no representables se han indicado por sus nemónicos. Al carácter "espacio" le corresponde el decimal 32 (20h).

Tabla 17. Caracteres ASCII

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL 0	SOH 1	STX 2	ETX 3	EOT 4	ENO 5	ACK 6	BEL 7	BS 8	TAB 9	LF 10	VT 11	FF 12	CR 13	SO 14	SI 15
1	DLE 16	DC1 17	DC2 18	DC3 19	DC4 20	NAK 21	SYN 22	ETB 23	CAN 24	EM 25	SUB 26	ESC 27	FS 28	GS 29	RS 30	US 31
2		!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0 48	1 49	2 50	3 51	4 52	5 53	6 54	7 55	8 56	9 57	:	;	<	=	>	? 63
4	@ 64	A 65	B 66	C 67	D 68	E 69	F 70	G 71	H 72	I 73	J 74	K 75	L 76	M 77	N 78	O 79
5	P 80	Q 81	R 82	S 83	T 84	U 85	V 86	W 87	X 88	Y 89	Z 90	[ 91	\ 92	] 93	^ 94	_ 95
6	` 96	a 97	b 98	c 99	d 100	e 101	f 102	g 103	h 104	i 105	j 106	k 107	l 108	m 109	n 110	o 111
7	p 112	q 113	r 114	s 115	t 116	u 117	v 118	w 119	x 120	y 121	z 122	{ 123	 124	} 125	~ 126	DEL 127