

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO**

UNIDAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS**

**“Estudio del Lenguaje LabVIEW como Herramienta de Instrumentación
Virtual y Electrónica para el Desarrollo de Sistemas Médicos”**

Cristian Xavier Estrella Rubio

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Ms. Wigberto Sánchez



AMBATO, 2001

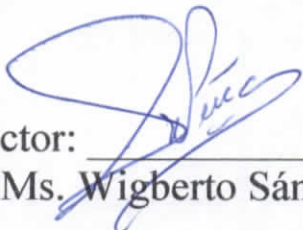


**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO**

UNIDAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS**

**“Estudio del Lenguaje LabVIEW como Herramienta de Instrumentación
Virtual y Electrónica para el Desarrollo de Sistemas Médicos”**

Director: 
Ing. Ms. Wigberto Sánchez

Revisores: 
Ing. Natasha Bayas

Ing. David Guevara

Cristian Xavier Estrella Rubio

DEDICATORIA

Este trabajo lleno de ilusiones
que con abnegación lo he realizado es
producto del sacrificio de mis padres a ellos
con amor y admiración lo dedico

Cristian Xavier Estrella Rubio

AGRADECIMIENTO

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
y en particular a los profesores de Ingeniería en Sistemas
que contribuyeron con sus conocimientos en mi formación.

Cristian Xavier Estrella Rubio

ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO PRIMERO 	
EL LabVIEW COMO HERRAMIENTA DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL (VI).	
1.1 Introducción a LabVIEW	3
1.1.1 Qué es LabVIEW?	4
1.1.2 Por qué se debe usar LabVIEW?	5
1.1.3 Cómo trabaja LabVIEW?.	5
1.1.3.1 Paletas, (Palettes)	6
1.1.3.2 Paleta de Herramientas, (Tools Palette)	6
1.1.3.3 Paleta de Controles, (Controls Palette)	7
1.1.3.4 Paleta de Funciones, (Functions Palette)	7
1.1.3.5 Flujo de Datos, (Data Flow)	8
1.1.4 Instrumentación Virtual	9
1.1.4.1 Panel Frontal, (Front Panel)	9
1.1.4.2 Diagrama de Bloque, (Block Diagram)	10
1.1.4.3 Jerarquía	12
1.1.4.4 Icono/Conector, (Icon/Connector)	13
1.1.5 Controles e indicadores	15
1.1.5.1 Controles numéricos e indicadores	15
1.1.5.2 Controles Boolean e indicadores	15
1.1.6 Construyendo un Instrumento Virtual	16
1.1.6.1 Panel Frontal	16
1.1.6.2 Diagrama de Bloque	18
1.2 Crear un SubInstrumentación Virtual, (SubVI)	20

1.2.1 Entendiendo Jerarquías	20
1.2.2 Crear un SubVI	20
1.2.2.1 Icono, (Icon)	21
1.2.2.2 Conector, (Connector)	23
1.2.3 Usando un VI como SubVI.	25
1.2.3.1 Panel Frontal	25
1.2.3.2 Diagrama de bloque	26
1.2.3.2.1 Algunas técnicas de depuración	27
1.2.3.3 Abriendo, operando y cambiando subIVs.	30
1.3 Loops y Charts	31
1.3.1 Usando While Loops y Charts	31
1.3.1.1 Panel Frontal	32
1.3.1.2 Diagrama de bloque	33
1.3.1.2.1 Acción mecánica de interruptores Boolean	36
1.3.1.2.2 Añadiendo temporizador	38
1.3.2 Registros de Desplazamiento, (Shift Registers)	39
1.3.3 Usando registros de desplazamiento	40
1.3.3.1 Panel Frontal	41
1.3.3.2 Diagrama de Bloque	41
1.3.3.2.1 Trazos múltiples de Charts, (Multiplot Charts)	43
1.3.3.2.2 Personalizar Charts	44
1.3.3.2.3 Modos diferentes de Chart	46
1.3.4 For Loop	48
1.3.4.1 Conversión Numérica	49
1.3.5 Usando un For Loop	50
1.3.5.1 Panel Frontal	51
1.3.5.2 Diagrama de Bloque	51
1.4 Arrays, Clusters y Graphs	54
1.4.1 Arrays	54
1.4.1.1 Control de arrays e indicadores.	54

1.4.1.2 Graphs	55
1.4.2 Creando un array con auto-indexing	55
1.4.2.1 Panel Frontal	55
1.4.2.2 Diagrama de Bloque	57
1.4.2.2.1 Trazos múltiples de Graphs	60
1.4.2.2.2 Polimorfismo	61
1.5 Estructuras Case, Sequence y la Fórmula Node	63
1.5.1 Usando la estructura Case	63
1.5.1.1 Panel Frontal	63
1.5.1.2 Diagrama de Bloque	64
1.5.1.3 Lógica de la Instrumentación Virtual (VI)	66
1.5.2 Usando la estructura Sequence	66
1.5.2.1 Panel Frontal	66
1.5.2.1.1 Modificando el formato numérico	67
1.5.2.1.2 Colocando el rango de datos	68
1.5.2.2 Diagrama de Bloque	69
1.5.3 Fórmula Node	72
1.5.3.1 Usando la Fórmula Node	74
1.5.3.2 Panel Frontal	74
1.5.3.3 Diagrama de bloque	75

CAPÍTULO SEGUNDO

APARATO CIRCULATORIO

2.1 Introducción	77
2.2. Aparato Circulatorio	79
2.2.1 Circulación pulmonar	81
2.2.2 Ramificaciones	82
2.2.3 Circulación portal	82

2.2.4	Circulación coronaria	83
2.3	Función cardíaca	83
2.3.1	Pulso	86
2.3.2	Los latidos cardíacos	86
2.3.3	Capilares	87
2.3.4	Tensión arterial	87
2.4	Circulación fetal	89
2.4.1	Frecuencia cardíaca fetal	91
2.5	Medicina del corazón	92
2.5.1	ECG (Electrocardiograma)	92
2.5.2	Ecografía	93
2.5.3	Estetoscopios	94
2.5.3.1	Estetoscopio convencional	95
2.5.3.2	Estetoscopio electrónico	95
2.5.4	Duppler fetal	95
2.5.5	Fonendoscopio	96

CAPÍTULO TERCERO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

3.1	Hardware de la tarjeta de circuito electrónico del monitor fetal	97
3.1.1	Diseño y construcción de la tarjeta de circuito del Monitor fetal	98
3.1.2	Circuito electrónico del Biofeedback	100
3.1.3	Diseño de la fuente AC/DC (110V/12VDC)	105
3.1.4	Diseño y construcción de la interface de comunicación	105
3.2	Hardware de la tarjeta Lab-Pc+	106
3.2.2	Circuitos de interface del canal PC E/S	107
3.2.3	Entrada analógica y circuito de adquisición de datos	107

3.2.4 Circuito de salida analógica	107
3.2.5 Circuito digital Entrada/Salida	107
3.2.6 Circuito de temporización Entrada/Salida	108
3.3 Configuración y tipos de conexión de la tarjeta Lab-Pc+.	108
3.3.1 Interface de bus del PC.	108
3.3.1.1 Selección de la dirección base de E/S.	109
3.3.1.2 Selección de canal DMA.	111
3.3.1.3 Selección de interrupción	112
3.3.2 Posición de los Jumpers para la configuración de E/S analógicas	113
3.3.2.1 Configuración de Entradas analógicas	114
3.3.2.2 Configuración de la polaridad de entrada analógica	116
3.4 Instalación y configuración de la tarjeta Lab-Pc+	116
3.4.1 Configuración y prueba del hardware de la Lab-Pc+ usando el WDAQCONF.	117

CAPÍTULO CUARTO

DISEÑO DEL SOFTWARE PARA LA INTERFACE ENTRE EL COMPUTADOR Y EL MÓDULO ELECTRÓNICO.

4.1 Diseño general	120
4.2 Diseño del Panel Frontal	125
4.2.1 Módulo medición	127
4.2.2 Módulo demo	128
4.2.3 Módulo explicación	129

CAPÍTULO QUINTO

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

5.1 Pruebas y resultados de los circuitos construidos	131
---	-----

5.2 Pruebas y resultados del prototipo completo



131

CONCLUSIONES

RECOMEDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación está compuesto de tres partes: El primero realiza una revisión de los conceptos básicos del lenguaje LabVIEW, e incluye aplicaciones que enseñan a construir instrumentos virtuales (VIs) en forma rápida. Esta guía no puede explicar cada forma de LabVIEW sin embargo el objeto es introducir lo más importante de LabVIEW en el contexto de dirigir programas de enseñanza. El segundo realiza un estudio sobre el aparato circulatorio, el cual indica el funcionamiento del corazón y muestra la circulación fetal, también se describe algunos instrumentos que son empleados por profesionales médicos para prevenir y/o detectar afecciones cardíacas. El tercero, se diseña y se construye una tarjeta, la cual permite medir la secuencia de los latidos del corazón de un bebé en periodo de gestación.

Para ello es importante conocer los instrumentos tradicionales, con señales de entrada/salida E/S y la firme interfaz con el usuario tal como son botones, interruptores y otras formas. Conocer la configuración de una tarjeta de adquisición de datos (DAQ), la cual permite la conversión analógica/digital A/D.

En 1986, National Instruments introdujo LabVIEW 1.0 con el propósito de proveer una herramienta de software que permitiera a los ingenieros desarrollar sistemas a medida de sus necesidades del mismo modo que la hoja de cálculo permitía a los hombres de negocios analizar datos financieros.

En el campo de la medicina casi nada se ha hecho para sustituir los instrumentos de medida, utilizados para estos fines con la instrumentación virtual (VI). Los usuarios de LabVIEW pueden realizar aplicaciones de gráficos interactivos sin necesidad de adquirir gran cantidad de hardware especializado, ya que se ha logrado emular con éxito las características específicas de hardware.

Este proyecto proveerá la construcción de un circuito electrónico que permitirá captar las señales más adecuadas y transmitir las a la tarjeta de adquisición de datos, y con programa

apropiado desarrollado en LabVIEW se podrá registrar el comportamiento de los latidos a través del tiempo.

En la actualidad los sistemas de monitoreo para controles prolongados como los que se utilizan en terapia intensiva sobrepasan los miles de dólares por lo que es imperante la búsqueda de alternativas más económicas que pongan este tipo de tecnología al alcance de una gran mayoría de médicos e instituciones. Esto se lo logrará con el diseño de un dispositivo electrónico que utilice tecnología industrial de menor costo que la especializada en la medicina.

CAPÍTULO PRIMERO

1. EL LabVIEW COMO HERRAMIENTA DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL (VI).

1.1 Introducción a LabVIEW

Porque LabVIEW tiene el aspecto potente para el desarrollo de sistemas de programación, este manual no puede resolver cada problema de programación. Sin embargo, este manual explica la teoría de LabVIEW, profundiza sobre el uso de las herramientas de LabVIEW, y guía a través de usos prácticos de LabVIEW aplicados a labores de programación.

Se puede aprender:

- Qué es LabVIEW
- Por qué se debe usar LabVIEW.
- Cómo trabaja LabVIEW
 - Paletas
 - Paleta de Herramientas
 - Paleta de Controles
 - Paleta de Funciones
 - Flujo de Datos
- Instrumentación Virtual
 - Panel Frontal
 - Diagrama de Bloque
 - Icono Conector
- Controles e Indicadores
 - Controles numéricos e indicadores
 - Controles boolean e indicadores
- Construyendo un VI

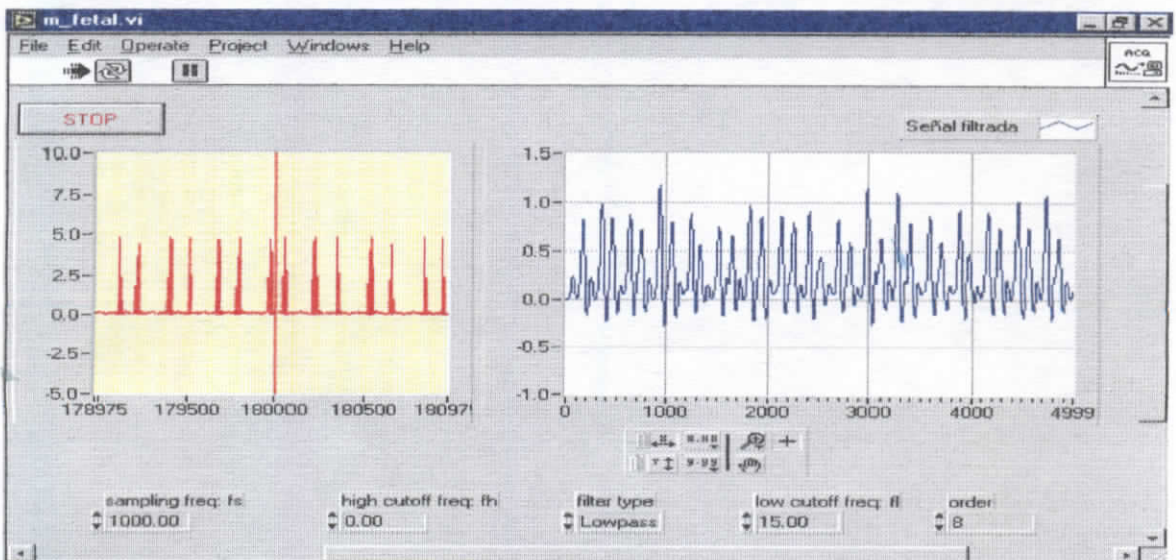
1.1.1 Qué es LabVIEW?

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un ambiente de desarrollo basado en la programación gráfica, lenguaje G. LabVIEW es plenamente integrado para comunicarse con hardware tal como GPIB, VXI, dispositivos serie, PLCs y tarjetas de adquisición de datos (DAQ). LabVIEW también puede construir librerías utilizando un software estándar tal como el TCP/IP de gestión de redes de trabajo y ActiveX.

Usando LabVIEW, se puede crear un compilador de programas de 32-bit el cual da una rápida ejecución para adquisición de datos, pruebas y soluciones de medida. También se puede crear ejecutables porque LabVIEW es un verdadero compilador de 32 bit.

Se puede utilizar LabVIEW con poca experiencia de programación. LabVIEW usa terminología, e ideas con iconos que familiarizan a técnicos, científicos e ingenieros, cuenta con símbolos gráficos reales en lugar de un lenguaje un tanto textual para describir acciones de programación.

Programar en LabVIEW para un mundo real de aplicaciones puede ser muy simple a muy poderoso, como ilustra el siguiente gráfico.



LabVIEW contiene librerías comprensibles para colección de datos, análisis, presentación y almacenamiento. LabVIEW también incluye programas tradicionales con herramientas de desarrollo. Se puede poner puntos de ruptura para ver la ejecución, animación y el proceso de un programa, con un simple paso a través del programa debugging (depuración), del programa fácilmente desarrollado.

LabVIEW también provee numerosos mecanismos para conectarse externamente con un código o software a través de DLLs, librerías compartidas, ActiveX, y mucho más. Además se puede agregar un numeroso equipo de herramientas de trabajo que permitan una variedad de aplicaciones según las necesidades.

1.1.2 Por qué se debe usar LabVIEW?

LabVIEW autoriza a construir sus propias soluciones para científicos e ingenieros en sistemas. LabVIEW da una flexibilidad y un cumplimiento de lenguaje de programación poderoso sin asociar dificultades y complicaciones.

LabVIEW viene dando satisfacciones a miles de usuarios como un exitoso programa de instrumentación y sistemas de adquisición de datos. Por usar LabVIEW como prototipo diseña, prueba e implementa sus sistemas de instrumentación, se puede desarrollar sistemas en tiempos reducidos e incrementar productividad por un factor de 4 a 10.

LabVIEW también da los beneficios de una larga instalación de usuarios base y una regeneración de productos por años y una suma poderosa de herramientas, Finalmente la National Instruments conecta una red de computadoras dando un soporte técnico asegurándose dar soluciones para un desarrollo exitoso.

1.1.3 Cómo trabaja LabVIEW?.

LabVIEW incluye librerías de funciones y herramientas de desarrollo designadas específicamente para la adquisición de datos e instrumentos de control. A los programas

de LabVIEW se los llama instrumentos virtuales (VIs) porque su apariencia y operación imita a los instrumentos actuales. Sin embargo, son analógicos a funciones desde los lenguajes de programación convencional. Los VIs tienen una interfaz interactiva entre el usuario y un equivalente al código original, y acepta parámetros desde niveles altos. Las siguientes son descripciones de los tres aspectos de VI.

- La interfaz interactiva de un usuario de VI se llama panel frontal (front panel), porque simula el panel de un instrumento físico. El panel frontal contiene perillas, botones pulsadores, gráficos, y otros controles e indicadores. Se puede ingresar datos utilizando el ratón y el teclado y ver los resultados en la pantalla de la computadora.
- El VI recibe instrucciones desde el diagrama de bloque (block diagram), que se construyó en G. El diagrama de bloque es una solución pictórica al problema del programador. El diagrama de bloque es también el código original para el VI.
- Los VIs son jerárquicos y modulares. Se los puede usar como programas de alto nivel, o como subprogramas sin otros programas o subprogramas. Un VI dentro de otro VI se llama subVI. El icono y conector de un VI trabaja como un parámetro gráfico lista a otros VIs para que puedan pasar datos como puede ser un subVI.

1.1.3.1 Paletas, (Palettes)

Las paletas de LabVIEW tienen la opción de crear y editar según la necesidad sobre el panel frontal y el diagrama de bloque.

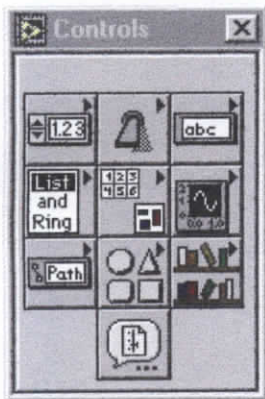
1.1.3.2 Paleta de Herramientas, (Tools Palette)

Se puede usar la paleta de Herramientas tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloque. La paleta de Herramientas contiene las herramientas que se usa para editar y dibujar sobre el panel frontal y los objetos del diagrama de bloque.



1.1.3.3 Paleta de Controles, (Controls Palette)

Se usa la paleta de Controles en el panel frontal. La paleta de Controles contiene controles e indicadores que se usa para crear la interfaz con el usuario.



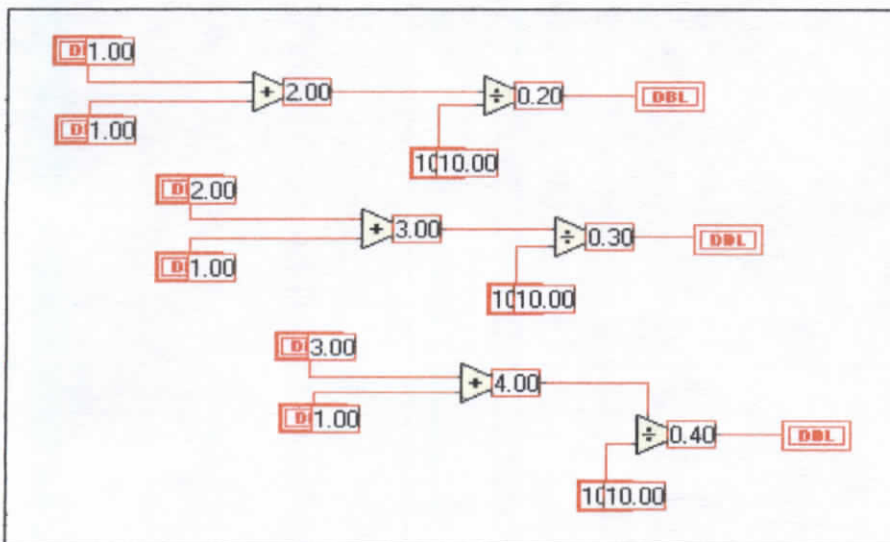
1.1.3.4 Paleta de Funciones, (Functions Palette)

Se usa las Paleta de funciones en el diagrama de bloque. La paleta de funciones contiene los objetos para programar el VI, tal como la aritmética, instrumentación de E/S, archivos de E/S, y operaciones de adquisición de datos.



1.1.3.5 Flujo de Datos, (Data Flow)

Los VIs de LabVIEW siguen un modelo de flujo de datos para la ejecución de programas. El diagrama de bloque consiste de nodos (nodes) tales como VIs, estructuras, y terminales desde el panel frontal. Estos nodos son conectados por cables (wires), que definen el flujo de datos mediante el programa. La ejecución de un nodo ocurre cuando todas sus entradas son disponibles. Cuando un nodo finaliza la ejecución, libera todas las salidas para el próximo nodo en el flujo de datos en trayectoria.



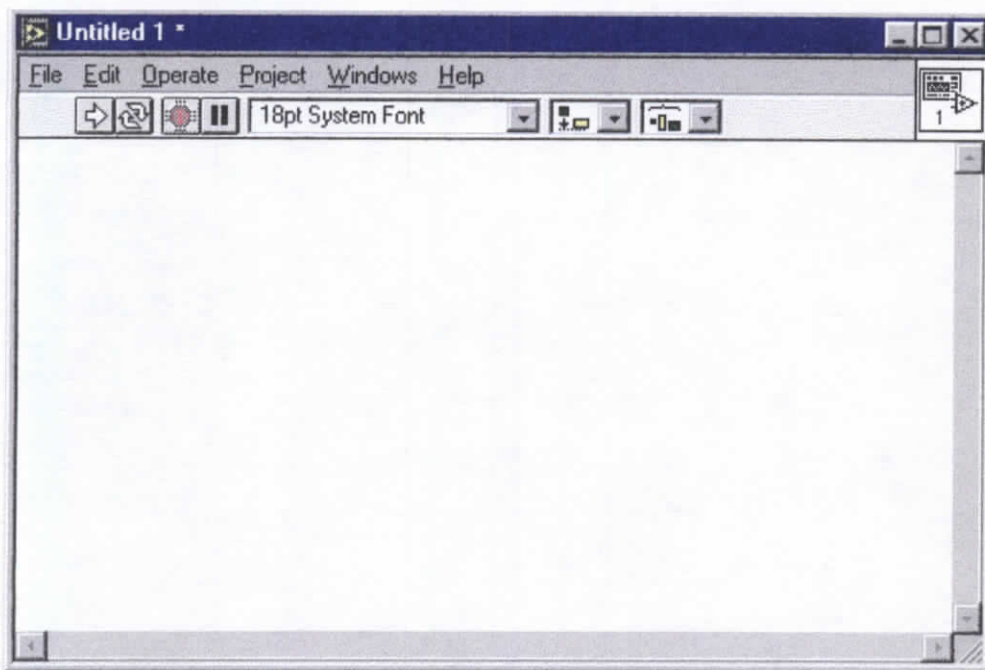
1.1.4 Instrumentación Virtual

Los programas de LabVIEW son llamados instrumentos virtuales (VIs). Los VIs tienen tres partes: el panel frontal, el diagrama de bloque y el icono/conector

Objetivo Abrir, examinar y operar un instrumento virtual (VI) y familiarizarse con los conceptos básicos de un instrumento virtual.

1.1.4.1 Panel Frontal, (Front Panel)

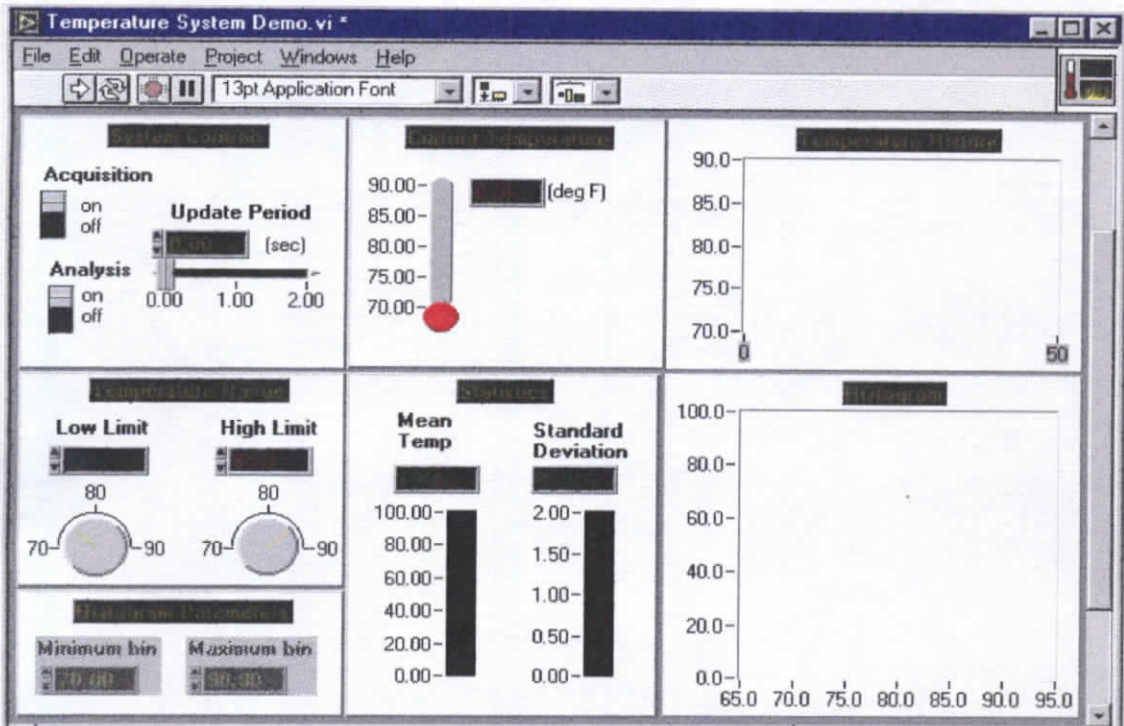
1. Abrir LabVIEW presionando con el botón izquierdo del ratón sobre el icono de LabVIEW, después aparecerá la ventana de Panel.



2. Abrir Temperature System Demo.vi siguiendo los siguientes pasos:

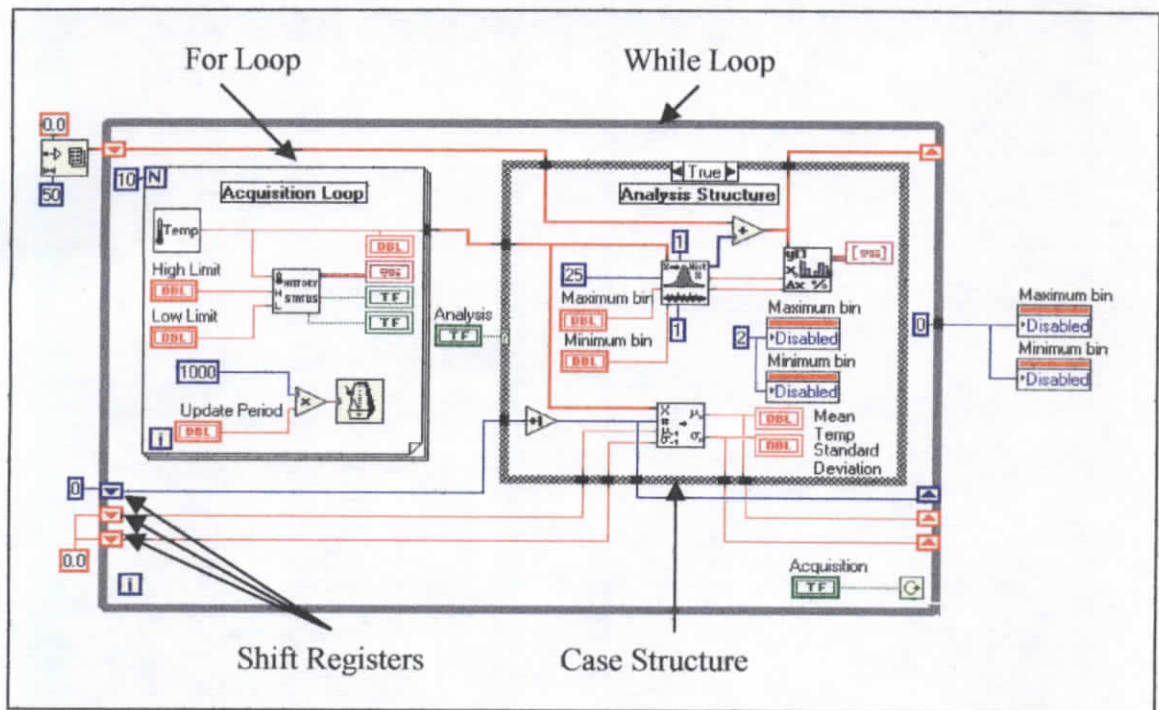
- a) Seleccionar Open... desde el menú File.
- b) Seleccionar TEMPSYS desde el subdirectorio APPS del directorio EXAMPLES.
- c) Presionar sobre Temperature System Demo.vi.

Después de un momento, en la ventana del panel aparece Temperature System Demo.vi, como se presenta en la siguiente ilustración. El panel frontal contiene varios controles numéricos, interruptores Boolean, botones pulsadores, botones de control, charts, graphs y un termómetro indicador



1.1.4.2 Diagrama de Bloque, (Block Diagram)

El siguiente diagrama representa una aplicación completa sobre LabVIEW, y un ejemplo que puede intrincar la programación en LabVIEW, en los subcapítulos subsecuentes de esta guía se detallan las estructuras y elementos mencionados en esta sección, no es necesario aprender estos elementos en este momento para apreciar la naturaleza del diagrama de bloque.



1. Abrir el diagrama de bloque de la Temperature System Demo.vi desde la ventana del menú Windows eligiendo Show Diagram.
2. Examinar los diferentes objetos de la ventana del diagrama.

Cada panel frontal viene acompañado de un diagrama de bloque que es el VI equivalente a un programa, se puede construir un diagrama de bloque usando la programación gráfica lenguaje G, se puede pensar que el diagrama de bloque es como un código original. Los componentes del diagrama de bloque representan nodos de programas tal como For Loops, estructuras Case, y funciones de multiplicación. Los componentes son los cables (wires), unidos para mostrar el flujo de datos dentro del diagrama de bloque.

La estructura que encierra a las demás es la While Loop. Esta continua ejecutándose hasta que el interruptor de Adquisición se ponga a Off. Las terminales de flecha sobre el borde del While Loop son llamadas Registros de Desplazamiento (Shift Registers) y almacenan valores desde la primera iteración del bucle a la próxima, Los valores que los registros de

desplazamiento almacenan son los del histograma, analiza el valor de la iteración, denota, en que orden va la desviación estándar.

Las dos estructuras principales dentro del While Loop son la estructura For Loop y la estructura Case, La adquisición de los datos tiene lugar dentro del For Loop. El For Loop toma la lectura de 10 temperaturas del valor especificado por el Período de Actualización y traza cada lectura sobre el termómetro y el mapa (chart). El VI también compara la temperatura a los límites altos y más bajos.

La estructura Case controla el análisis de temperatura. Si el interruptor de Análisis está en off, el VI no desempeña el análisis. Se puede ver esto presionando sobre una de las flechas próximas a la palabra True. En el caso False no tiene lugar a analizar, y el valor de iteración de análisis e histograma se recalibran a cero, en el caso True del mismo método se cambió al caso False. Aquí los datos son analizados por dos subVIs - uno guarda un histograma de corrida de las temperaturas adquiridas, y el otro guarda una corrida de desviación estándar de las temperaturas.

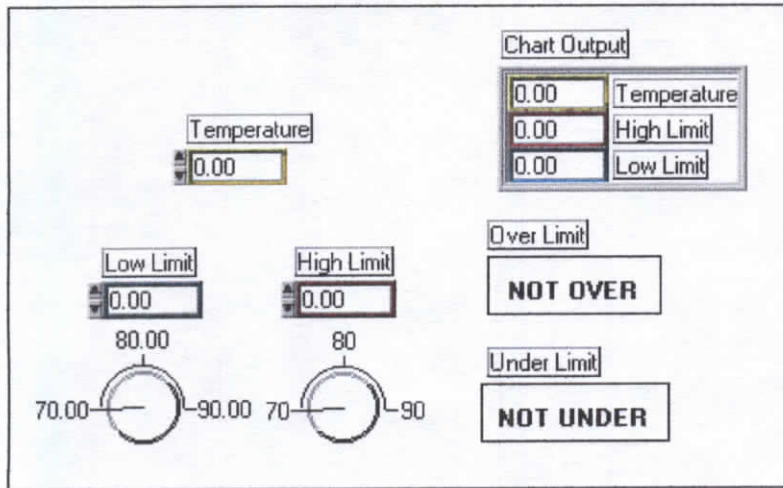
1.1.4.3 Jerarquía, (Hierarchy)

El poder de LabVIEW yace en la naturaleza jerárquica de VIs. Después que se crea un VI, se le puede usar como un subVI en el diagrama de bloque de nivel más alto de VI. Se puede tener un número esencialmente ilimitado de jerarquías.

Se puede mirar un ejemplo de VI que la Temperature System Demo.vi usa como subVI en el diagrama de bloque.

1. Abrir el subVI Temperatura Status haciendo doble click sobre el icono que presenta la siguiente ilustración. Después aparece el siguiente panel frontal.





1.1.4.4 Icono/Conector, (Icon/Connector)



Icono



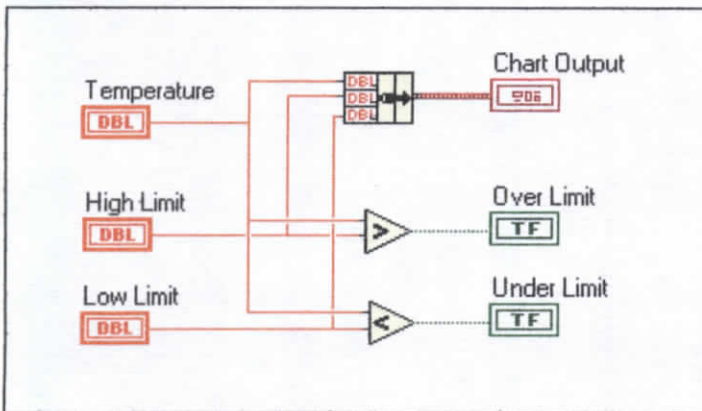
Conector

Se usa el icono/conector para volver un VI en un objeto que se pueda usar en los diagramas de bloque de otros VIs como una subrutina o función. El icono y el conector radica en el rincón derecho superior de la ventana de Panel. El icono gráficamente representa el VI en el diagrama de bloque de otros VIs. Las terminales (terminals) del conector determinan donde debe cablearse las entradas y salidas sobre el icono. Las terminales son analógicas a los parámetros de una subrutina o función. Les corresponden a los controles e indicadores sobre el panel frontal del VI. El icono oculta el conector hasta que se desee verlo.

1. Colocar el cursor sobre el icono en el rincón derecho superior de la ventana del Panel y dirigirse hacia abajo con el botón derecho de ratón. Aparece un menú pop-up. Seleccionar Show Connector.

Los cuadrados sobre el conector son las terminales que corresponden a los controles e indicadores sobre el panel frontal.

2. Presionar sobre una terminal, se vuelve negro. Se puede notar que un control o el indicador llega a ser highlighted sobre el panel. Cuando se cablea a la terminal, los datos pasan a (o reciben desde) el otro fin del cable.
3. Colocar el cursor sobre el conector en la ventana de Panel y presionar el botón derecho de ratón. El menú pop-up aparece. Seleccionar Show Icon.
4. Seleccionar el interruptor del diagrama de bloque seleccionando Show Diagram desde el menú Windows. En este momento no se necesita comprender todas las partes que hace el diagrama de bloque. Es suficiente notar que un subVI puede ser complejo o muy simple.

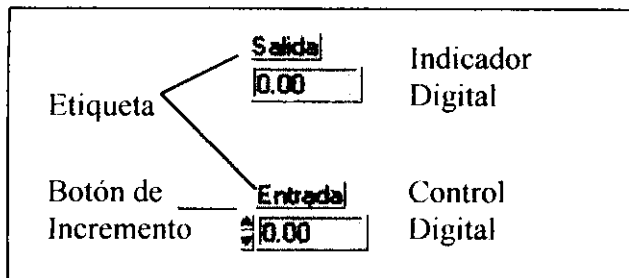


5. Al crear subVIs, se puede hacer diagramas de bloque modulares. Estas modularidades hacen VIs fáciles para depurar, comprender, y para dar mantenimiento.
6. Seleccionar Close desde el menú File. Para no guardar ningún cambio.
7. Seleccionar Close desde el menú File de la Temperatura System Demo.vi, y no guardar ningún cambio.

1.1.5 Controles e indicadores

1.1.5.1 Controles numéricos e indicadores

Se usa los controles numéricos para introducir cantidades numéricas, mientras los indicadores muestran cantidades numéricas. Los dos objetos numéricos más usualmente usados son el digital control (control digital) y el indicador digital (digital indicator).



1.1.5.2 Controles Boolean e indicadores

Se usa los controles Boolean e indicadores para introducir y desplegar valores Boolean Verdadero/Falso, (True/False). Los objetos Boolean simulan interruptores, botones, y LEDs.

Los objetos Boolean más usualmente usados son el vertical switch y el round LED.

Vertical Switch



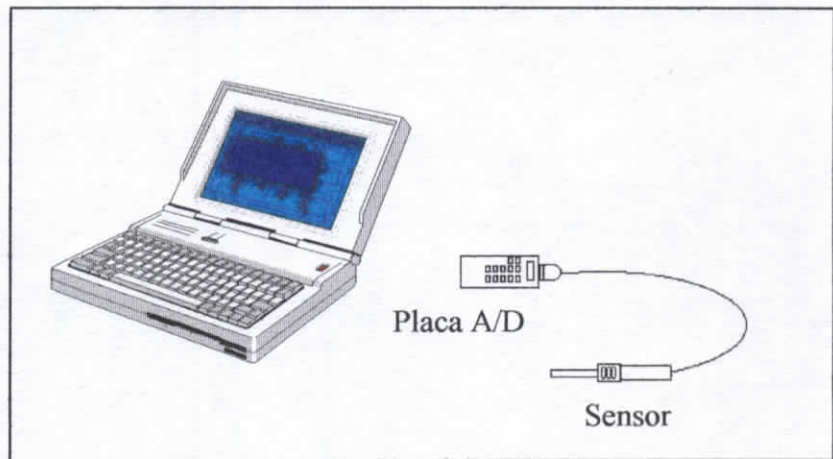
Round LED



1.1.6 Construyendo un Instrumento Virtual

Objetivo Construir un VI que simule la adquisición de una lectura de temperatura.

Suponer que se tiene un transductor o sensor que convierte la temperatura a voltaje. El sensor se conecta a un convertidor análogo-a-digital placa (A/D), como se muestra en la siguiente ilustración, que convierte voltaje a datos digitales.



Se usará el Demo Voltage Read para medir el voltaje, y multiplicar la lectura por 100.0 para convertir el voltaje a una temperatura (en grados Fahrenheit).

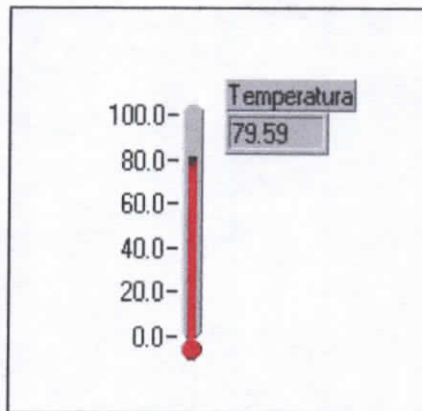
1.1.6.1 Panel Frontal

1. Abrir un nuevo panel seleccionando New desde el menú File.
2. Colocar el cursor en un área abierta de la ventana del Panel y presionar con el botón derecho de ratón. Un menú de control aparece. Seleccionar el indicador Thermometer desde la subpaleta Controls>>Numeric, y nombrarlo al control Temperatura.

3. Escribir Temperatura dentro de la etiqueta de la caja de texto y presionar con el botón derecho del ratón en cualquier parte de la ventana.

Nota: Si se presiona fuera de la caja de texto sin ingresar ningún carácter, la etiqueta desaparece. Se puede presentar nuevamente la etiqueta colocándose sobre el control y seleccionando Label desde el menú Show

Se recuerda, para que aparezca el menú, se debe presionar el botón derecho del mouse.



4. Reescalar el control thermometer para mostrar la temperatura entre 0.0 y 100.0. Usar la herramienta Edit Text, hacer doble click sobre 10.0 de la escala del termómetro, escribir 100.0, y pulsar <Enter>, o presionar el botón izquierdo del ratón en cualquier parte de la ventana. LabVIEW automáticamente escala los incrementos intermedios.

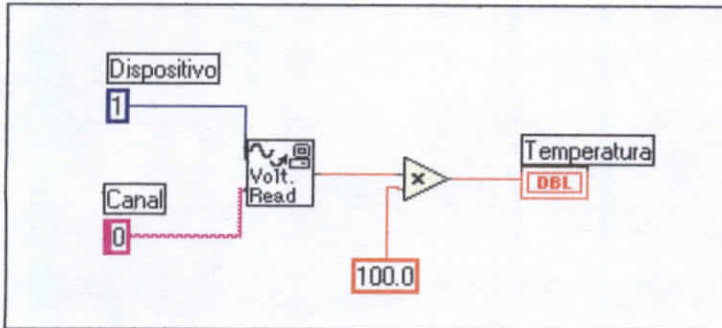
Sugerencia El símbolo >> conduce mediante artículos anidados de paletas y de menús para la acción final. La secuencia String Constant>>Functions>>String abre directamente el menú Functions, se dirige a la subpaleta String,, y finalmente elige String Constant que es lo que se desea.

1.1.6.2 Diagrama de Bloque

Ahora se puede crear el código fuente en el diagrama de bloque del VI.

1. Ir al diagrama de bloque eligiendo Show Diagram desde el menú de Windows o pulsando la ventana del diagrama de bloque.
2. Seleccionar Demo Voltage Read.vi desde la subpaleta Functions>>Tutorial. Si la paleta de funciones no es visible, seleccionar Windows>>Show Functions Palette. Para esta actividad el Demo Voltage Read.vi simula la lectura de un voltaje desde un plug-in de una placa de adquisición de datos.
3. Seleccionar Multiply desde la subpaleta Functions>>Numeric. En este ejercicio, multiplica por 100.0 del voltaje retornado por el Demo Voltage Read.
4. Seleccionar Numeric Constant desde la subpaleta Functions>>Numeric. Se necesitan dos constantes. Etiquetar la una con Dispositivo. Escribir el valor que se desea ingresar para la primera constante. Para insertar un nuevo valor, hacer doble click dentro del número con la herramienta Edit Text y escribir el nuevo valor. En este ejemplo se especifica dos numéricos el dispositivo y la constante 100.0 para la función multiply.
5. Seleccionar String Constant desde la subpaleta Functions>>String. Etiquetar la String Constant Canal. Escribir la cadena que desea ingresar cuando la primera constante aparezca. Para ingresar un nuevo valor. Presionar dentro de la cadena haciendo doble click con la herramienta Edit Text y escribir un nuevo valor. En este ejemplo, la String Constant se usa para especificar el número de canal.

- Usando la herramienta Position/Size/Select, colocar los iconos como se presenta en la siguiente ilustración y cablearlo con la herramienta Connect Wire.



- Guardar el VI, dentro de la carpeta MiTrabajo, previamente creada. Seleccionar Save desde el menú File y nombrarlo Mi termómetro.

Nota: Antes de iniciar a trabajar con la programación de LabVIEW se debe crear una carpeta con el nombre MiTrabajo, para guardar todos los instrumentos virtuales que esta guía indica.

1.2 Crear un SubInstrumentación Virtual, (SubVI)

Se puede aprender:

- Crear un SubVI.
- Cómo crear el icono y conector
- Cómo usar un VI como un SubVI.

1.2.1 Entendiendo Jerarquías

Una de las claves para crear aplicaciones en LabVIEW es entender y usar la jerarquía natural de la VI. Después de crear un VI, se lo puede usar como un subVI en el diagrama de bloque de un nivel alto. Por ende, un subVI es análogo para una subrutina en C. Justamente como ahí no se limita el número de subrutinas se puede usar en un programa de C, ahí no se limita el número de subVIs que se use en el programa LabVIEW, se puede llamar a un subVI dentro de otr subVI.

Cuando se crea una aplicación, se puede iniciar para un nivel alto de VI y definir las entradas y salidas para la aplicación. Entonces, se puede construir subVIs para ejecutar las operaciones necesarias en los datos como en el flujo a través del diagrama de bloque. Si el diagrama de bloque tiene un número amplio de iconos, se los agrupa en un nivel inferior de VI para mantener la simplicidad del diagrama de bloque. Este modular aprovecha hacer aplicaciones fáciles para la depuración, entendimiento y mantenimiento.

1.2.2 Crear un SubVI

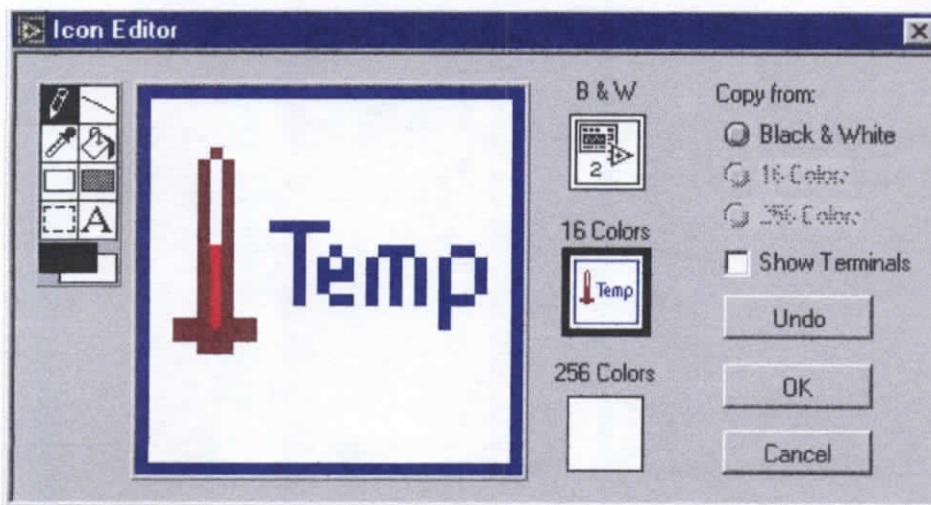
Objetivo Crear un icono y conector para el termómetro de VI que se creó en el subcapítulo 1.1. y usar el VI como un subVI.

Para usar un VI como un subVI, se debe crear un icono para representarlo en el diagrama de bloque de otro VI, y un conector para conectar las entradas y salidas.

1.2.2.1 Icono, (Icon)

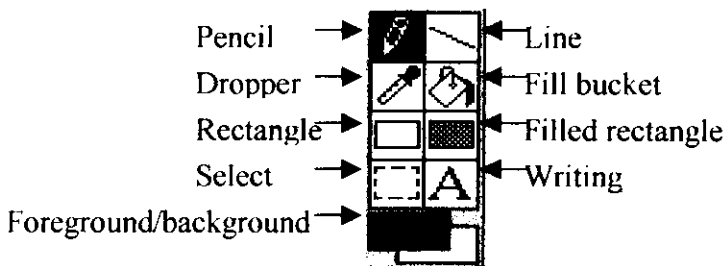
Crear el icono, que representa el VI en el diagrama de bloque de otros VIs. Un icono puede ser una representación pictórica del propósito de la VI, o puede ser una descripción textual del VI o de las terminales.

1. Si se tiene cerrada el VI Mi Termómetro, se lo puede abrir seleccionando Open... desde el menú File.
2. Seleccionar Mi Termómetro desde la carpeta MiTrabajo.
3. En la parte superior derecha de la ventana del Panel Frontal elegir Edit Icon pulsando el botón derecho del ratón para que aparezca un menú pop-up. Para mayor rapidez, se puede dar doble click sobre en el icono para poder editarlo.
4. Dibujar un icono que represente el termómetro, como se muestra en la siguiente ilustración.



Las herramientas de la izquierda del área de edición tienen la siguiente función.

Pencil	Dibuja y borra pixel por pixel
Line	Dibuja líneas rectas. Presionar <Shift> para trazar líneas horizontales, verticales o diagonales.
Dropper	Copia el color del primer plano desde un elemento en el icono.
Fill bucket	Llena un área en el contorno con el color de primer plano
Rectangle	Dibuja un borde de rectángulo con el color de primer plano.
Filled rectangle	Dibuja un borde de rectángulo con el color de primer plano y llena el color de fondo.
Select	Selecciona un área del icono para mover, copiar o hacer otros cambios.
Writing	Retorna el texto dentro del icono designado.
Foreground/background	Despliega el presente color de primer plano y el color de fondo.



Los botones de la derecha de la pantalla de edición permiten las siguientes funciones.

Undo	Cancela la última operación que se realizó.
OK	Guarda el dibujo como un icono de VI y retorna a la ventana del Panel.
Cancel	Retorna a la ventana del Panel sin guardar ningún cambio.

5. Dibujar el termómetro con la herramienta Pencil. Después crear un texto con la herramienta Writing. Para cambiar el fondo del texto, hacer doble click en la herramienta Writing.

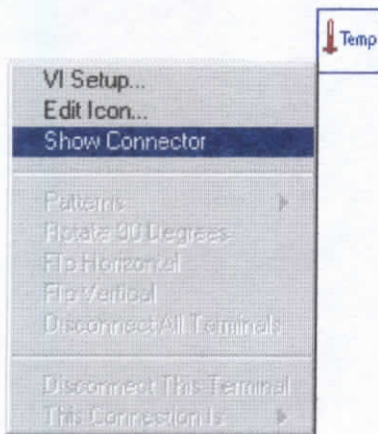
Nota: Sugerencia: (Presionando la tecla <Shift> mientras se dibuja con el ratón) la herramienta Pencil dibuja líneas rectas sean estas horizontales o verticales.

6. Cerrar la ventana Icon Editor presionando el botón OK cuando el icono este completo. El icono que aparece estará en la parte superior derecha de la ventana del Panel.

1.2.2.2 Conector, (Connector)

Para crear el conector se debe seguir las indicaciones que a continuación se indican.

1. Definir el modelo de conector de la terminal colocando el icono sobre el panel frontal y eligiendo Show Connector desde el menú pop-up.



LabVIEW selecciona un modelo de terminal basado en los números de control e indicadores del panel frontal, ahí es una terminal simple en el termómetro indicador.

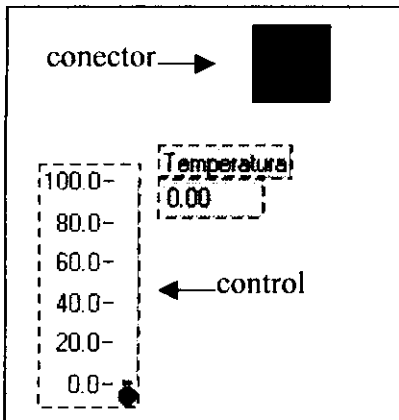


Terminal Simple

Conector

2. Asignando la terminal para el termómetro

- Presionar con el botón izquierdo del ratón sobre la terminal del conector. El cursor automáticamente cambia y la herramienta Connect Wire cambia a negro.
- Presionar el termómetro indicador. Un movimiento de líneas entrecortadas encuadran el indicador.



Si se presiona con el botón izquierdo del ratón en una área abierta del panel frontal las líneas entrecortadas desaparecen y aparece una terminal oscura, indicando que se tiene asignado el indicador para la terminal.

3. Guardar el VI eligiendo Save desde el menú File.

- Este VI está completo y listo para usarse como un SubVI en otros VIs.
- El icono representa el VI en el diagrama de bloque de la llamada VI.
- El conector saliente (con una terminal) de temperatura.

Nota: El conector especifica las entradas y salidas para el VI cuando se lo usa como un SubVI. Se recuerda que el control del panel puede ser usado solamente como entradas; el indicador del panel frontal puede ser usado solamente como salidas.

4. Cerrar el VI eligiendo Close desde el menú File.

1.2.3 Usando un VI como SubVI.

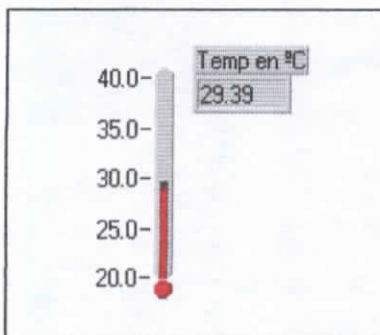
Se puede usar cualquier VI que tenga un icono y un conector como SubVI en el diagrama de bloque de otro VI. Se selecciona VIs para usarse como subVIs desde la opción Select a VI... del menú Functions. Eligiendo esta opción se puede seleccionar cualquier VI desde la caja de dialogo del sistema. Si se abre una VI que no tenga un icono y un conector, aparece una caja cuadrada negra en el diagrama de bloque en la llamada VI's. No se puede cablear para este nodo.

Un subVI es análogo para una subrutina. Un nodo de subVI (icono/conector) es análogo para una llamada subrutina. El nodo de un subVI no es el mismo del subVI, justamente; como una subrutina llamada declaración en un programa no es la misma subrutina. Un diagrama que contiene idénticos nodos de subVI llamados subVI en tiempos rigurosos.

Objetivo Construir un VI que use Mi Termómetro.vi como un subVI.

Mi Termómetro.vi retorna valores a una temperatura en °F. Se puede tomar la lectura y convertir la temperatura a °C.

1.2.3.1 Panel Frontal



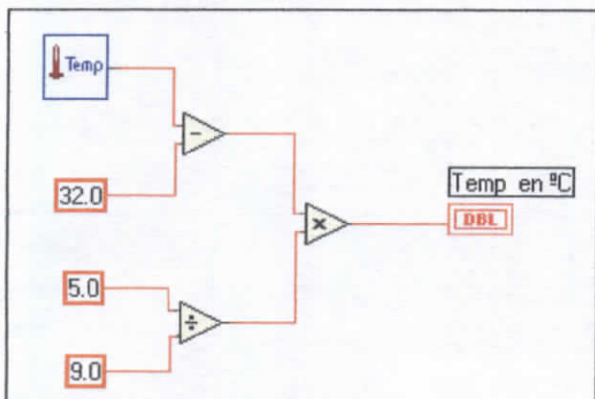
1. Abrir un nuevo panel seleccionando New desde el menú File.

2. Seleccionar el indicador Thermometer desde la subpaleta Controls>>Numeric, y nombrarlo al control Temp en °C
3. Cambiar el rango del termómetro para acomodar los valores de la temperatura. Con la herramienta Operate Value, hacer doble click en el límite bajo, escribir 20 y presionar <Enter>, no se debe escribir los decimales LabVIEW añade automáticamente cuando se presiona <Enter>. En forma similar cambiar el límite de arriba del termómetro a 40 y presionar <Enter>. Los valores intermedios automáticamente se ajustan.

Cada vez que se crea un nuevo control o indicador, la correspondiente terminal es automáticamente creada en la ventana del Diagrama. Los símbolos de la terminal sugieren que se escriba los datos del control o del indicador. Por ejemplo, una terminal DBL representa un número de doble-precisión punto-flotante.

1.2.3.2 Diagrama de bloque

1. Seleccionar Show Diagram desde el menú Windows.
2. Colocarse en una área libre del diagrama y elegir desde la subpaleta Functions>>Select a VI..., aparece una caja de diálogo. Localizar y elegir la carpeta MiTrabajo. Seleccionar Mi Termómetro.vi y presionar el botón Aceptar.



3. Añadir otros objetos al diagrama de bloque como se presenta en la figura previa.

Numeric Constant de la subpaleta Functions>>Numeric. Añadir tres constantes numéricas al diagrama de bloque. Asignando el valor de 32.0, 5.0, y 9.0 para las constantes usando la herramienta Edit Text.

Subtract de la subpaleta Functions>>Numeric. Subtrae 32 desde el valor Fahrenheit para la conversión a Centígrados.

Divide de la subpaleta Functions>>Numeric. Calcula el valor de 5/9 para la conversión de la temperatura.

Multiply de la subpaleta Functions>>Numeric. Retorna el valor a Centígrados desde el proceso de conversión.

4. Enlazar los objetos con la herramienta Connect Wire como se presenta en la ilustración previa del diagrama de bloque.

Nota: Una rotura del alambre entre el icono Termómetro y la terminal de Temperatura en grados centígrados puede indicar que se tiene asignado el conector de la terminal a la subVI para el indicador incorrecto del panel frontal. Revisar las instrucciones en la sección Crear SubVI de este subcapítulo. Cuando se tiene modificado el subVI, se puede necesitar seleccionar Relink to SubVI desde el icono del menú pop-up, usar la opción Remove Bad Wires desde el menú Edit, si es necesario.

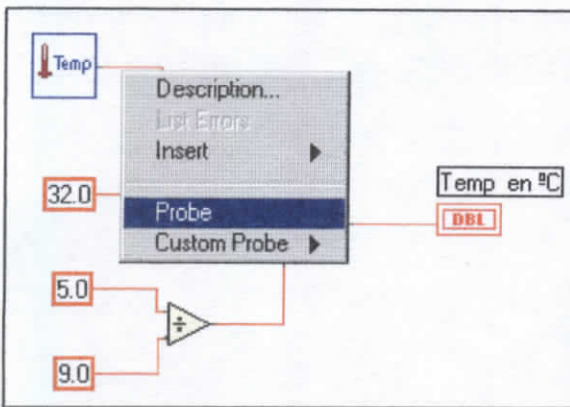
5. Retornar al panel frontal y presionar el botón Run en la paleta de ejecución.

1.2.3.2.1 Algunas técnicas de depuración

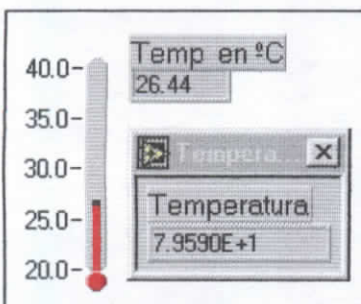
El termómetro debería desplegar un valor en el rango seleccionado. Sin embargo, se supone que se desea ver el valor Fahrenheit para la comparación y debugging,

(depuración). LabVIEW contiene algunas herramientas que pueden ayudar. Se podría examinar la probe y la ejecución highlighting.

1. Presentar el diagrama del VI.
2. Colocar la probe sobre el valor de la temperatura colocándose en la subIV Mi Termómetro, colocarse sobre el cable y con el botón derecho del ratón seleccionar Probe, como se presenta en la siguiente ilustración.



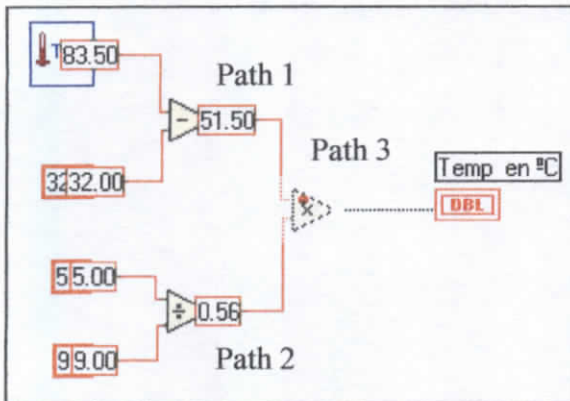
3. La probe de la temperatura puede aparecerse en una ventana separada sobre el diagrama y el panel frontal.
4. Retornar al panel frontal. Mover la ventana probe para ver la probe y los valores del termómetro como se presenta en la siguiente ilustración. Correr el VI, para que la temperatura en grados Fahrenheit aparezca en la ventana probe.



5. Cerrar la venta probe.

Otra técnica inusual debugging es para examinar el flujo de datos en el diagrama de bloque usando la ejecución highlighting de LabVIEW.

6. Asegurarse que corra el VI en el modo de ejecución highlighting presionado sobre el botón highlight execution para que la luz del botón de la bombilla se ilumine.
7. Correr el VI y notar que la ejecución highlighting anime el diagrama de bloque del VI, Las burbujas moviéndose representan el flujo de datos a través del VI. También se puede notar que los valores de los datos aparecen en los cables y despliegan el valor contenido a cada momento, como se presenta en el siguiente diagrama.



Notar el orden en la cual diferentes nodos se ejecutan en LabVIEW, en el lenguaje convencional basado en texto, el programa informa la ejecución en el orden en la cual aparecen. LabVIEW, sin embargo, usa la programación de flujo de datos. En la programación de flujo de datos, un nodo se ejecuta cuando el dato es permisible para todas las entradas de los nodos. La ilustración presenta procedimientos que LabVIEW puede hacer multitarea entre el Path 1 y 2 porque ahí no hay dependencia de datos, que es, nada en el path 1 dependiendo de los datos desde el path 2, y nada en path 2 dependiendo de los datos desde path 1. Path 3 podría tener la última ejecución, sin embargo, la función multiply esperar los datos desde la función Subtrac y Divide. La ejecución highlighting es una herramienta inusual para examinar el flujo natural de datos de LabVIEW.

8. Guardar el VI dentro de la carpeta MiTrabajo con el nombre Usando Mi Termómetro.vi, y cerrar el VI.

1.2.3.3 Abriendo, operando y cambiando subIVs.

Se puede abrir un VI como un subVI desde el diagrama de bloque de la llamada VI. Se abre la ventana del Panel del subVI haciendo doble click en el icono de subVI. Entonces se abre la ventana del Diagrama seleccionando Show Diagram desde el menú Windows. Muchos cambios se hacen al subVI solamente cambia la versión en memoria hasta guardar el subVI. Se puede notar que los cambios afectan a todas las llamadas para el subVI y no justamente al nodo usado para abrir el VI.

1.3 Loops y Charts

Se puede aprender:

- Cómo usar un While Loop.
- Cómo desplegar datos en un Chart.
- Cómo cambiar un registro y como usarlo.
- Cómo usar un For Loop

Estructuras de control de flujo de datos en un VI. LabVIEW tiene cuatro estructuras: El While Loop, el For Loop, la estructura Case, y la estructura Sequence. Este subcapítulo se introduce a las estructuras del While Loop y el For Loop a junto con el chart y registros de desplazamiento.

Ejemplos de charts, ver CHARTS en la carpeta EXAMPLES>>GENERAL>>GRAPHS.

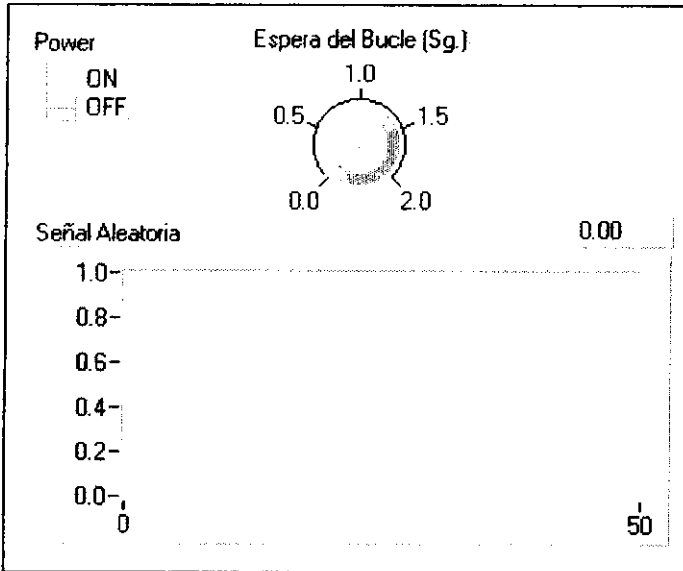
Ejemplos de estructuras, ver STRUCTS en la carpeta EXAMPLES>>GENERAL.

1.3.1 Usando While Loops y Charts

Objetivo Usar un While Loop y un chart para adquirir y desplegar datos en tiempo real.

Construir un VI que genere datos aleatorios y los despliegue en un chart. Un botón de control sobre el panel frontal puede ajustar el rango entre 0 y 2 segundos y un interruptor que pueda detener el VI. Se puede aprender a cambiar los mecanismos de acción del interruptor así no se tendrá que estar utilizando a cada rato el interruptor para correr el VI. Para iniciar usar el panel frontal como la siguiente ilustración.

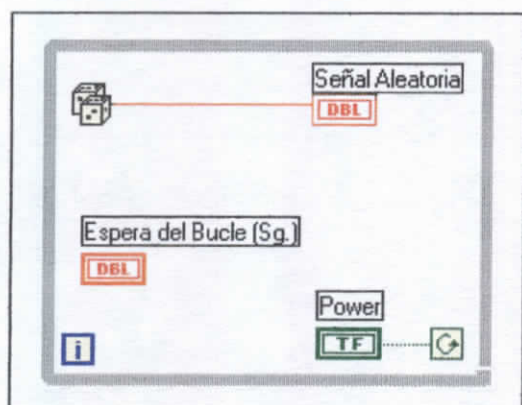
1.3.1.1 Panel Frontal



1. Abrir un nuevo panel.
2. Seleccionar Vertical Switch desde la subpaleta Controls>>Boolean. Etiquetar el interruptor con Power. Se usa el interruptor para detener la adquisición.
3. Usar la herramienta Edit Text para crear etiquetas ON y OFF. Usar la herramienta Set Color para cambiar el color de los bordes.
4. Crear un waveform chart seleccionando Controls>>Graph>>Waveform Chart. Etiquetar el chart con Señal Aleatoria. El chart desplegará datos aleatorios en tiempo real.
5. El chart tiene un display digital que presenta los últimos valores. Colocar un chart y elegir Digital Display desde el submenú Show.
6. Para cambiar la escala del waveform chart, seleccionar la herramienta Operate Value desde la paleta de herramientas. Si la herramienta no es visible, seleccionar Windows>>Show Tools Palette, dar doble click sobre 10.0 en el eje de las Y del indicador de la Señal Aleatoria y escribir 1.0 para cambiar la escala.

7. Seleccionar Knob desde la subpaleta Controls>>Numeric. Etiquetarlo Espera del Bucle (Sg.). Este botón controlará el tiempo del While Loop. Desmarcar Digital Display desde el submenú Show del menú pop-up para ocultar el display digital que se presenta por defecto.
8. Usando la herramienta Edit Text, hacer doble click sobre 10.0 en la escala que se encuentra alrededor del botón, escribir 2.0, y presionar fuera del área de nivel para ingresar el nuevo valor.

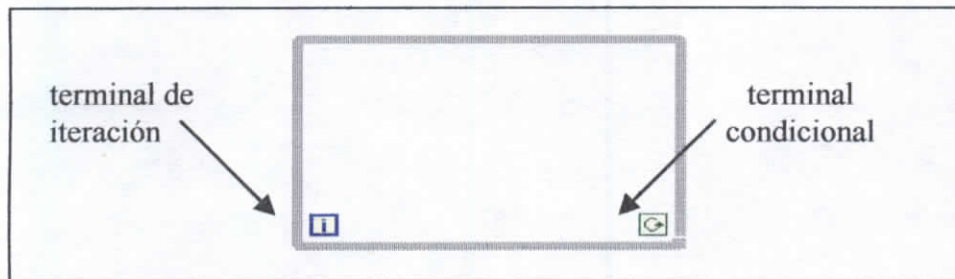
1.3.1.2 Diagrama de bloque



1. Abrir la ventana del Diagrama.
2. Seleccionar While Loop desde la subpaleta Functions>>Structures. El While Loop es un recuadro dimensionable. Se debe cambiar la posición y dimensionarlo. Para hacer eso, seleccionar la herramienta Position/Size/Select y con el botón izquierdo del ratón presionar en la esquina izquierda de la parte baja del recuadro y alargarlo hasta que encierre todas las terminales. Un While Loop es entonces creado con la especificación, localización y medida.

El While Loop, se presenta en la siguiente ilustración, es un recuadro dimensionable que se usa para la ejecución dentro del diagrama hasta que la condición de la terminal del valor Boolean (una terminal de entrada) sea FALSO, (FALSE). El VI chequea la terminal

condicional hasta el fin de cada iteración; por lo tanto, el While Loop siempre ejecuta continuamente la menor. La terminal de iteración es una salida de terminal numérica que contiene el número de vueltas en el tiempo que se ejecuta. Sin embargo, la iteración siempre inicia desde 0, así si la vuelta corre inmediatamente, la iteración de la salida de la terminal es 0.



El While Loop es equivalente al siguiente pseudo-código:

Hacer

La ejecución dentro del diagrama del Loop (la cual pone la condición)

Mientras la condición sea VERDADERA, (TRUE)

3. Seleccionar Random Number (0-1) desde la subpaleta Functions>>Numeric.
4. Cablear el diagrama como se presenta en la ilustración abierta de la sección Diagrama de Bloque, conectando el Random Number (0-1) a la función de la Señal Aleatoria de la terminal chart, y la permisión del interruptor para la terminal condicional del While Loop. Se deja la terminal del botón Espera del Bucle (Sg.) sin cablear por el momento.
5. Retornar al panel frontal y prender el interruptor vertical presionando con la herramienta Operate Value. Correr el VI.

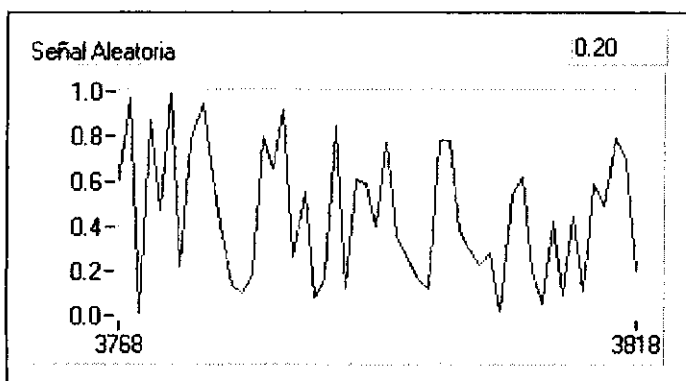
El While Loop es una estructura que gira indefinidamente mientras la condicional este en true. En este ejemplo, el interruptor esta en (TRUE), en la cual el diagrama continuará generando números aleatorios que se despliegan en el chart.

6. Para detener el loop, presionar el interruptor vertical a la posición off la cual envía el valor a (FALSE) para la condicional de la terminal loop y se realizará la parada del loop.
7. El chart tiene un despliegue de buffers que retienen numerosos puntos que son rasgos que se despliegan. Para colocar un scroll bar en el chart hay que colocarse sobre el chart y seleccionar Scrollbar desde el submenú Show del menú pop-up.

Se puede usar la herramienta Position/Size/Select para ajustar la medida y posición del scroll bar.

Para ver el chart a través del scroll, presionar y mantener sobre cualquier parte del scroll bar con la herramienta Operate Value.

Para borrar el despliegue de los buffers del chart, colocarse sobre el chart y elegir Clear Chart desde el submenú Data Operations.



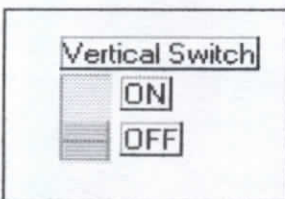
Nota: El despliegue de buffer de medida por defecto es de 1,024 puntos.

1.3.1.2.1 Acción mecánica de interruptores Boolean

Se puede notar que a cada momento se debe correr el VI. Para esto primero se debe colocar el interruptor vertical a la posición ON y luego presionar el botón Run. Con LabVIEW se puede modificar la acción mecánica de los controles Boolean. Hay seis posibilidades para elegir la acción mecánica de controles Boolean. Switch When Pressed, Switch When Released, Swith Until Released, Latch When Pressed, Latch When Released, y Latch Until Released.

LabVIEW contiene un ejemplo que demuestra esas llamadas de comportamiento de la Mechanical Action of Booleans.vi dentro de EXAMPLES\GENERAL\CONTROL\BOOLEANS.

Como un ejemplo, se considera el siguiente interruptor vertical. El valor por defecto del interruptor es FALSO.



Switch When Pressed esta acción cambia del valor de control cada momento que se presiona sobre el control con la herramienta Operate Value. Esta acción es similar para que la luz del techo de interruptor, no afecte a menudo las lecturas de los controles de la VI.



Swith When Released esta acción cambia el valor del control solamente después de liberar el botón del ratón presionando sin el límite de control de la gráfica. La acción es no afectar tan a menudo la lectura de control. Este modo es similar a lo que sucede cuando se da un click para marcar un check en una caja de diálogo; Pero el highlighted no cambia hasta que se libere el botón del ratón.



Switch Until Released esta acción cambia el valor del control cuando se presiona sobre el control. Retiene el nuevo valor hasta liberar el botón del ratón, a cada momento el control revierte el valor original. La acción es similar a la de una puerta ruidosa para que no afecte a menudo las lecturas de control de la VI.



Latch When Pressed esta acción cambia el valor del control cuando se presiona sobre el control. Retiene el nuevo valor hasta que lea el VI una vez, a cada punto de control revierte al valor por defecto (Esta acción sucede si se esta o no en forma continua presionado el botón del ratón). Esta acción es similar a la de un circuito roto para que sea útil para parar el While Loop o que tenga que hacer algunas veces la VI a cada momento que se coloca un control.



Latch When Released esta acción cambia el valor del control después de liberar el botón del ratón. Cuando el VI lee cada valor, el control revierte el valor antiguo. Esta acción garantiza por lo menos un valor nuevo, Tal como el Switch When Released, este modo es similar a una norma de botones en una caja de dialogo; el botón llega a ser highlighted cuando se lo presiona y cierra una lectura cuando se libera el botón del ratón.



Latch Until Released esta acción cambia el valor del control cuando se presiona sobre el control. Retiene el valor hasta leer los valores de cada VI hasta liberar el botón del ratón, cualesquier cosa ocurre al último.

1. Modificar el interruptor vertical para detener el VI. Que es, cambios del interruptor con la necesidad de prender a cada momento que se corra el VI.

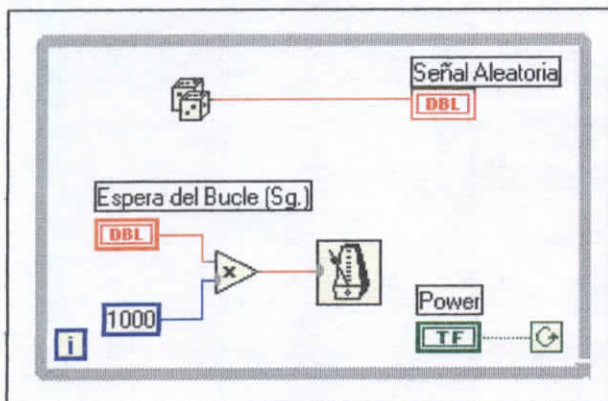
a) Prender el interruptor vertical.

- b) Colocarse en el interruptor y elegir Make Current Value Default desde el submenú pop-up Data Operations. Esto hace que se coloque en la posición ON por defecto.
 - c) Colocarse sobre el interruptor y elegir Make Current Value Default desde el submenú pop-up Mechanical Action.
2. Correr el VI. Presionar sobre el interruptor vertical para detener la adquisición. Mover el interruptor a la posición OFF y cambiar después que la condición While Loop lea el valor de las terminales.

1.3.1.2.2 Añadiendo temporizador

Cuando se corrió el VI, el While Loop se ejecutó tan rápido como fue posible. Se sabe que se puede tomar intervalo de datos certeros. Sin embargo, estos pueden ser ya sea por minutos o por segundos.

Se puede controlar el tiempo del bucle, (loop) usando la función Wait Until Next ms Multiple desde la subpaleta Time & Dialog. Esta función garantiza que la iteración no será cortada y que el número especificado será en milisegundos.



1. Modificar la VI para generar un nuevo número aleatorio para cada intervalo especificado por el knob, como se presenta en el precedente diagrama.

En este ejercicio la función Wait Until Next ms Multiple de la subpaleta Time & Dialog multiplica la terminal knob por 1000 para convertir el valor de segundos a milisegundos. Usar este valor como entrada para la función Wait Until ms Multiple de la subpaleta Time & Dialog.

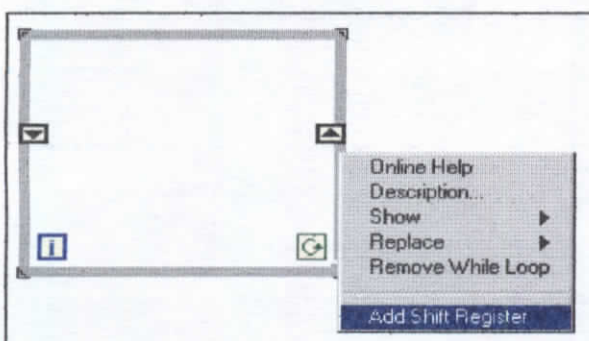
En este ejercicio la función Multiply de la subpaleta Numeric. multiplica el valor del knob por 1000 para la conversión de segundos a milisegundos.

Numeric Constants de la subpaleta Functions>>Numeric. La Numeric Constants tiene la constante por cual debe multiplicar el valor del knob para conseguir la cantidad en milisegundos. De este modo, si el botón tiene un valor de 1.0, el loop se ejecuta inmediatamente cada 1000 milisegundos (cada un segundo).

2. Correr el VI. Girar el botón (knob) para conseguir valores diferentes para el número de segundos
3. Guardar el VI en la carpeta MiTrabajo y nombrarla Mi Señal Aleatoria.vi.

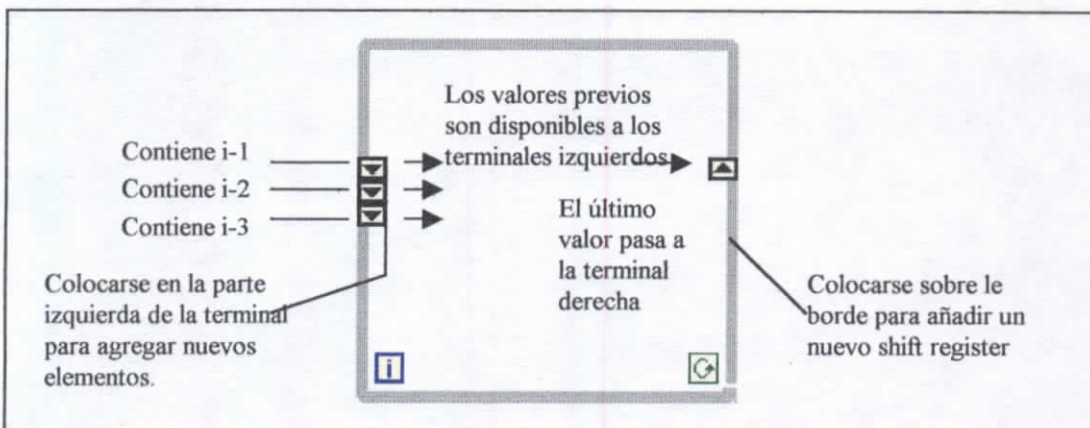
1.3.2 Registros de Desplazamiento, (Shift Registers)

Los registros de desplazamiento (solo se permiten en los While Loops y For Loops) transfieren valores desde una iteración del loop a la próxima. Para crear un registro de desplazamiento se debe colocar en la parte izquierda o derecha del borde del loop y seleccionar Add Shift Register desde el menú pop-up.



Los registros de desplazamiento contienen un par de terminales directamente opuestas a cada lado vertical del borde del loop. La terminal derecha almacena los datos de una completa iteración. Los datos de desplazamiento al finalizar la iteración aparecen en la parte izquierda de la terminal para el inicio de la próxima iteración (observar la siguiente ilustración). Un registro de desplazamiento puede tener cualquier tipo de dato puede ser numérico, Boolean de cadena o de array. Los registros de desplazamiento adapta automáticamente el tipo de dato del primer objeto que se cablea para el registro de desplazamiento.

Se pueden configurar los registros de desplazamiento para renombrar valores severos de iteraciones previas. Esta forma es inusual cuando los puntos de datos son promedios. Se crea adicionalmente terminales para acceder a valores desde iteraciones previas colocándose en la parte izquierda de la terminal y eligiendo Add Element desde el menú pop-up. Por ejemplo, si un registro de desplazamiento contiene tres elementos en la terminal izquierda, se puede tener acceso a valores desde las últimas tres iteraciones.

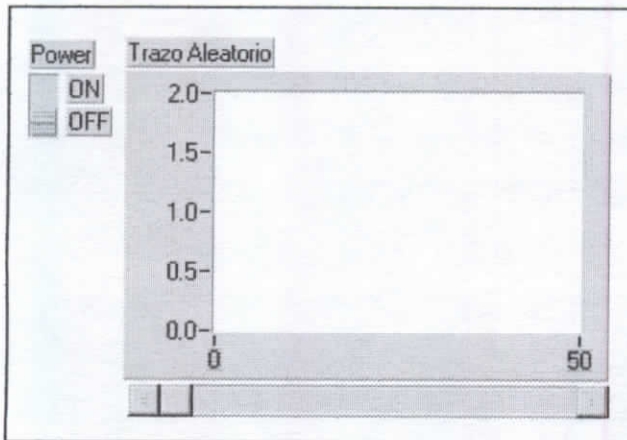


1.3.3 Usando registros de desplazamiento

Objetivo

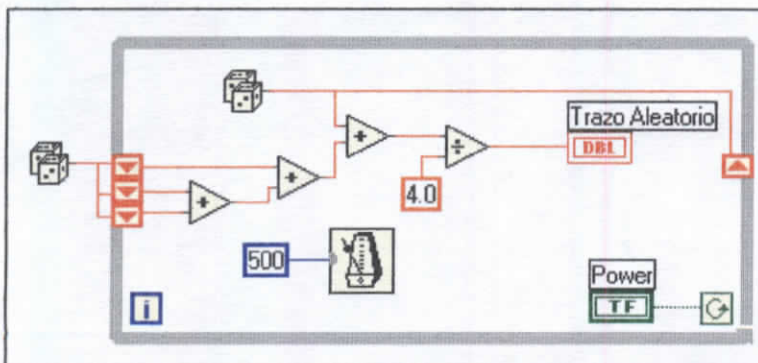
Construir un VI que despliegue dos trazos aleatorios sobre un chart. Los trazos deberán ser aleatorios y correr con un promedio de los últimos cuatro puntos del trazo.

1.3.3.1 Panel Frontal



1. Abrir un nuevo panel y diseñarlo como la precedente ilustración.
2. Crear un waveform chart seleccionando **Controls>>Graph>>Waveform Chart**, cambiar la escala para el rango desde 0.0 a 2.0.
3. Seleccionar Vertical Switch desde la subpaleta **Controls>>Boolean** colocarlo en el estado ON por defecto desde el submenú **Mechanical Action>> Latch When Pressed**.

1.3.3.2 Diagrama de Bloque



1. Añadir en la ventana del Diagrama el While Loop desde la subpaleta **Functions>>Structures** y crear un registro de desplazamiento.

- a) Colocarse sobre la parte derecha o izquierda del borde del While Loop y elegir Add Shift Register desde el menú pop-up.
- b) Añadir un elemento extra colocándose en la terminal izquierda del registro de desplazamiento y elegir Add Element desde el menú pop-up. Añadir un tercer elemento de igual manera como el segundo.

2. Construir el diagrama de bloque como se presenta en la ilustración previa.

Random Number (0-1) de la subpaleta Functions>>Numeric, para generar datos aleatorios.

Add de la subpaleta Functions>>Numeric. En este ejercicio, la función Add retorna la suma de números aleatorios desde las dos iteraciones.

Divide de la subpaleta Functions>>Numeric. En este ejercicio, la función Divide retorna el promedio de los últimos cuatro números aleatorios.

Numeric Constants de la subpaleta Functions>>Numeric.

Durante cada iteración del While Loop, el Random Number (0-1) genera un valor aleatorio en el VI. El VI añade estos valores a los últimos tres valores almacenados en la terminal izquierda del registro de desplazamiento. El VI divide el resultado por cuatro para encontrar el promedio de los valores (el valor actual más los tres previos). El VI despliega el promedio sobre el waveform chart.

Wait Until Next ms Multiple de la subpaleta Functions>>Time & Dialog, esta función asegura que cada iteración del loop ejecute la entrada en milisegundos. La entrada es de 500 milisegundos para este ejercicio.

Numeric Constants de la subpaleta Functions>>Numeric. La función Numeric Constants cableada a la función Wait Until Next ms Multiple especifica una espera de 500

milisegundos (un medio segundo). De este modo, el loop se ejecutará inmediatamente cada medio segundo.

Se puede notar que los VI inicializan los registros de desplazamiento con un número aleatorio. Si no se inicializa la terminal del registro de desplazamiento, del último valor de la corrida anterior. En este caso, los primeros promedios serían sin sentido.

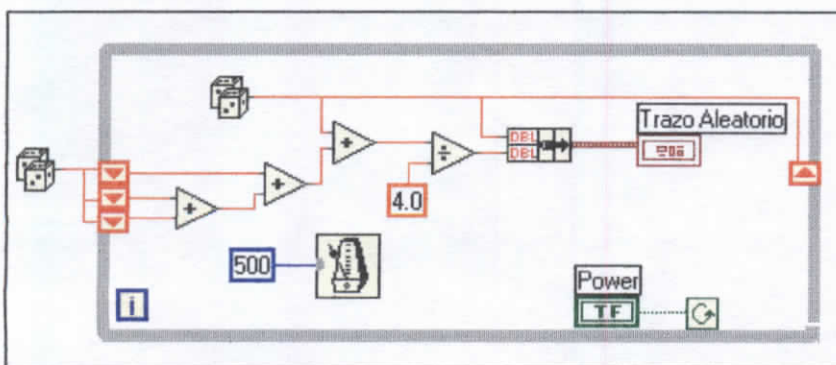
3. Correr el VI y observar la operación. Solamente los promedios se trazan sobre el diagrama.

Nota: Se recuerda que para inicializar un registro de desplazamiento se debe incorporar vantiagos valores o ingresar datos por defecto para la medida de datos en marcha.

1.3.3.2.1 Trazos múltiples de Charts, (Multiplot Charts)

Los charts pueden acomodarse en más de un trazo. Se puede enlazar los datos en el caso de múltiples entradas escalares.

Se podría modificar el diagrama de bloque para desplegar entrambos el promedio y la marcha del número aleatorio sobre algún chart.



1. Modificar el diagrama de bloque como se presenta en la ilustración previa.

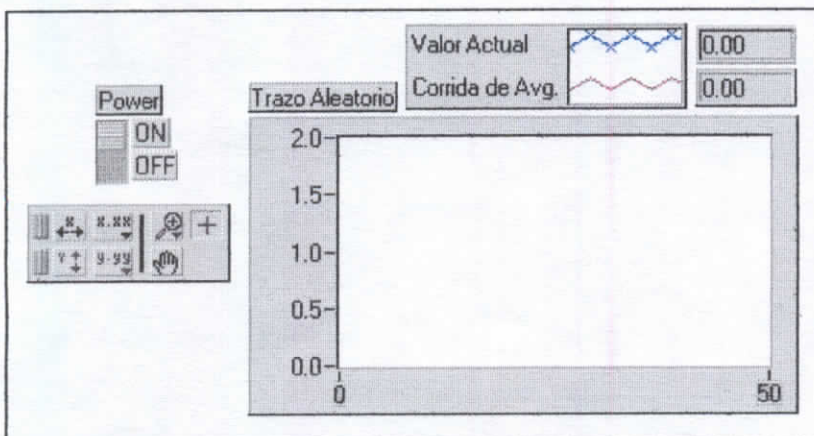
Bundle de la subpaleta Functions>>Cluster En este ejercicio, la función Bundle, empaqueta o agrupa, el promedio y el valor en curso para trazar sobre chart. El nodo bundle aparece en la ventana del Diagrama. Se puede añadir elementos usando la herramienta Position/Size/Select para alargar el nodo.

Nota: El orden para las entradas de la función Bundle determina el orden de los trazos sobre el chart. Por ejemplo, si se enlaza datos aleatorios para las entradas del Bundle y el promedio para el segundo, el primer trazo corresponde a los datos aleatorios y el segundo trazo corresponde para el promedio.

2. Correr el VI. El VI despliega dos trazos sobre el chart. Los trazos son cubiertos para dividir alguna escala vertical. Correr el VI con la ejecución highlighting para ver los datos en los registros de desplazamiento. Apagar la ejecución highlighting cuando finalice para permitir correr el VI a su máxima velocidad.

1.3.3.2.2 Personalizar Charts

Se puede personalizar los charts para nivelar los requerimientos del despliegue de datos o para desplegar más información. Las formas permitidas para los charts incluye: Una leyenda, una paleta, un digital display, un scroll bar y un buffer.



Sobre el chart, el digital display es permitido. Se nota que existe un digital display que separa cada trazo sobre el chart.

1. Si el scroll bar está presente ocultarlo colocándose sobre el chart y desactivando Scroll Bar desde el submenú Show.
 - a) Usar la herramienta Edit Text y hacer doble click sobre 2.0 en la escala de las Y, escribir 1.2 y presionar <Enter>.
 - b) Usar de nuevo la herramienta Edit Text, presionar el segundo número sobre el eje de las Y. Cambiar este número de 0.2, 0.5 o alguna otra cosa que cambie el número. Este número determina el espacio numeral de la división del eje de las Y.

Nota: La medida del chart tiene diferente efecto sobre el display del eje de las escalas. Incrementar la medida si se tiene la necesidad de usar los ejes.

3. Indicar la leyenda eligiendo Legend desde la opción Show del menú pop-up para el chart. Mover la leyenda si es necesario.

Se puede colocar la leyenda en cualquier lugar relativo al chart. Extender la leyenda para incluir dos trazos usando la herramienta Position/Size/Select, Renombrar 0 al Valor Actual haciendo doble click sobre la etiqueta con la herramienta Edit Text y escribir el nuevo texto. Cambiar el plot 1 a Corrida en Avg. Si el texto desaparece, alargar la leyenda de la caja de texto para dimensionar desde la esquina izquierda de la leyenda con la herramienta Position/Size/Select (La herramienta Position/Size/Select cambia la esquina del recuadro que indica que se puede dimensionar la leyenda).

Se puede colocar un conjunto de líneas y estilo de puntos colocándose sobre la parte de la leyenda. Elegir el color que se desee con la herramienta Set Color.

4. Presentar la paleta colocándose sobre el chart y eligiendo Palette desde el submenú Show del menú pop-up.

Con la paleta se puede modificar el display del chart mientras el VI esta corriendo. Se puede inicializar el gráfico, la escala de los ejes de las X e Y, y cambiar el despliegue del formato a cualquier momento. También se puede desplegar la vista de otras áreas o incrementar las áreas del graph o del chart. Las leyendas se pueden colocar en cualquier lugar relativo al chart.

5. Correr el VI. Mientras el VI esta corriendo usar los botones desde la paleta para modificar el chart.

Los botones de las X e Y escalan el eje de las X e Y respectivamente, si se desea que el gráfico se autoescale continuamente, presionar el interruptor de seguridad hacia la izquierda de cada botón para asegurar la autoescala.

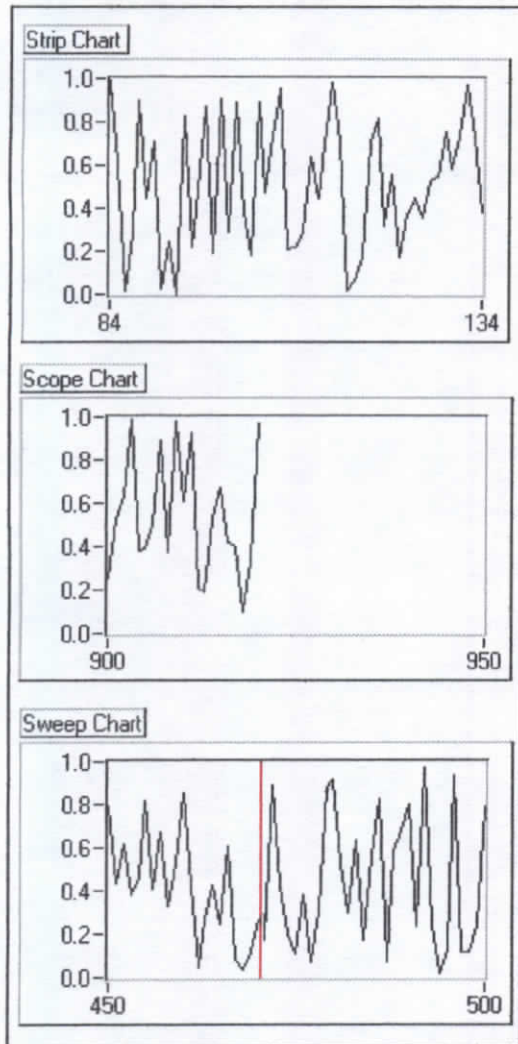
El otro botón modifica el texto de los ejes con precisión o deja la operación de control a modo para el gráfico. Experimentar con este botón para explorar estas operaciones, expandir el área display, o agrandar las áreas del gráfico.

Nota Modificar el formato del texto de los ejes, a menudo se requiere más espacio físico del originalmente colocado para los ejes. Si se cambia los ejes, el texto puede venir alargándose para la medida máxima que el waveform puede presentar correctamente. Para que sea lo correcto, usar la herramienta Position/Size/Select para desplegar el área de pequeños gráficos.

1.3.3.2.3 Modos diferentes de Chart

La siguiente ilustración presenta tres opciones para desplegar un chart desde la paleta Update Mode en el submenú Data Operation del menú pop-up: strip chart, scope chart, y

sweep chart, el modo por defecto es strip chart. (si el VI está corriendo en forma moderada, el submenú Data Operation es el menú pop-up para el chart).



El modo del strip chart despliega en forma similar a una cinta de papel de un grabador strip chart. Como el VI recibe cada nuevo valor, del valor del trazo para el margen derecho y despliega antiguos valores a la izquierda.

1. Asegurarse que el VI aún esté corriendo, colocarse sobre el chart, y Seleccionar Scope Chart desde el submenú Update Mode.

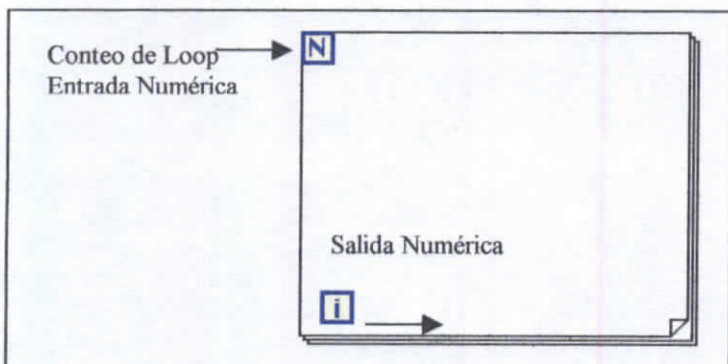
El modo scope chart tiene un despliegue de retrazamiento similar a la de un osciloscopio. Como el VI recibe cada nuevo valor, traza el valor a la derecha del último valor. Cuando el trazo se alarga hacia el borde derecho del área trazada, el VI borra los trazos e inicia a trazar nuevamente desde el borde izquierdo.

El scope chart es significativamente rápido que el strip chart porque es libre de procesar sobre el despliegue complicado.

El modo sweet chart actúa mucho mejor que el scope chart, pero no va espaciado cuando el dato choca con el borde derecho. Instantáneamente mueve una línea vertical para marcar el inicio de un nuevo valor y se mueve a través del display cuando el VI añade un nuevo valor.

3. Detener el VI, y guardar con el nombre Mi Promedio Aleatorio.vi.

1.3.4 For Loop



Colocar un For Loop en el diagrama seleccionando desde la subpaleta Functions>>Structures. Un For Loop (ver la ilustración precedente) es un recuadro dimensionable, parecido al While Loop, Un pequeño icono representa el For Loop que aparece en la ventana del Diagrama el cual puede ser dimensionado y medido en cualquier posición. Mientras se tenga pulsado el botón del ratón, un For Loop se crea con la medida y posición seleccionada.

El For Loop se ejecuta dentro del diagrama con un determinado número de lapsos. El For Loop tiene dos terminales.

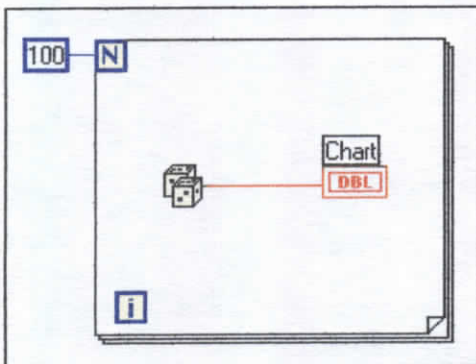
- el contador de la terminal (una entrada de la terminal) y
- la iteración de la terminal (una salida de la terminal) el contador de la terminal especifica el número de lapsos para la ejecución del loop, La iteración de la terminal contiene el número de lapsos cuando el loop se ejecuta.

El For Loop es equivalente al siguiente pseudo código:

```
For i = 0 to N -1
```

Se Ejecuta el Diagrama Dentro del Loop.

La siguiente ilustración presenta un ejemplo de un For Loop que genera 100 números aleatorios que despliegan puntos sobre un chart.

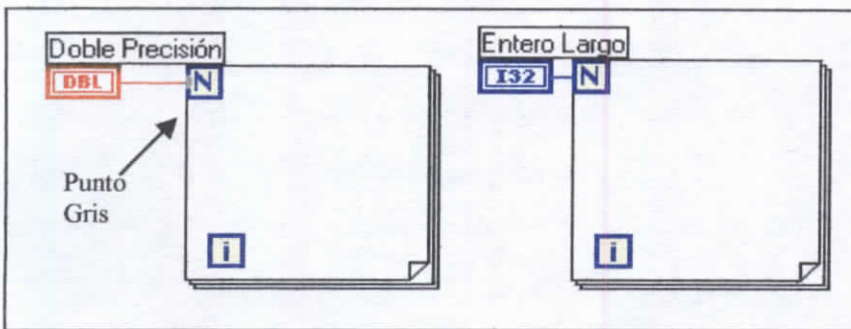


1.3.4.1 Conversión Numérica

Hasta ahora, todos los controles numéricos e indicadores que se usan son los números de doble-precisión punto-flotante. Sin embargo, LabVIEW puede representar numéricos como enteros (byte, palabra, o largo) o número punto-flotante (simple, doble o de precisión extendida). La representación por defecto de un numérico es de doble-precisión punto- flotante.

Si se cablea dos terminales juntas que son de diferentes tipos de datos, LabVIEW convierte una de las terminales a alguna representación como otra terminal. Como un recordatorio, LabVIEW coloca un punto gris, llamado un punto de coerción, sobre la terminal donde la conversión toma lugar.

Por ejemplo, considerar el contador For Loop para la terminal. La terminal representa un entero largo. Si se cablea un número de doble precisión punto flotante para el contador de la terminal, LabVIEW convierte el número a entero largo. Se puede notar que el punto gris en el contador de la terminal del primer For Loop.

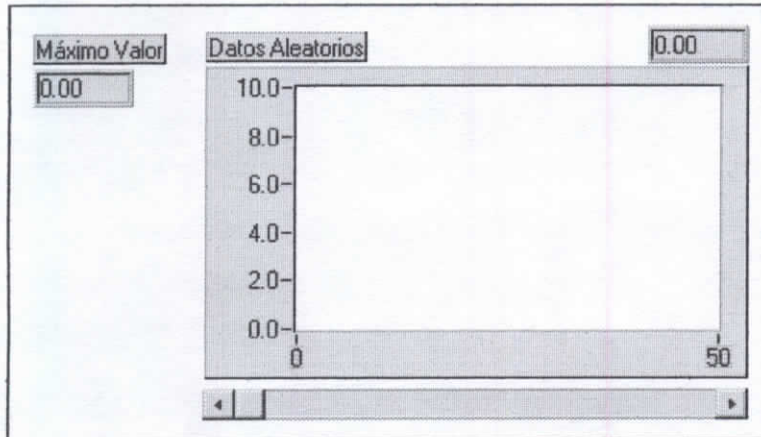


Nota: Cuando el VI convierte números de punto flotante a números enteros, lo redondea para un entero cercano, Si un número es exactamente la mitad entre dos enteros, lo redondea para el inmediato superior entero, Por ejemplo, la VI redondea 6.5 a 6, 7.5 a 8.

1.3.5 Usando un For Loop

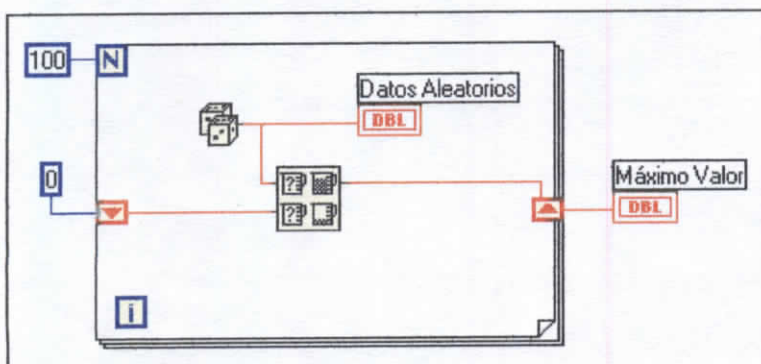
Objetivo Usar un For Loop y registros de desplazamiento para calcular el máximo valor en una serie de números aleatorios. Se utilizará un For Loop (N = 100) en lugar de un While Loop. Realizar un panel como se indica en la siguiente ilustración.

1.3.5.1 Panel Frontal



1. Abrir un nuevo panel y crear el panel frontal que se indica en la precedente ilustración.
 - a) Colocar un Digital Indicator sobre el panel frontal desde la subpaleta Controls>>Numeric y nombrarlo Máximo Valor.
 - b) Colocar un Waveform Chart sobre el panel frontal y nombrarlo Datos Aleatorios. Cambiar la escala del chart para el rango desde 0.0 a 1.0. indicar a junto el digital display y el scrollbar para el chart.

1.3.5.2 Diagrama de Bloque



1. Abrir la ventana del Diagrama

2. Seleccionar For Loop desde la subpaleta Functions>>Structures. Añadir un registro de desplazamiento colocándose sobre el borde derecho o izquierdo del For Loop y elegir Add Shift Register desde el menú pop-up.

3. Añadir otros objetos al diagrama de bloque.

Usar Random Number desde la subpaleta Functions>>Numeric. Para generar datos randómicos.

Numeric Constants de la subpaleta Functions>>Numeric. El For Loop necesita saber cuantas iteraciones hace. En este caso se deberá ejecutar el For Loop a 100 lapsos

Numeric Constants de la subpaleta Numeric. Deberá tener el valor inicial de los registros de desplazamiento a cero para este ejercicio porque se sabe que la salida del número aleatorio generado es de 0.0 a 1.0.

Se debe saber algunas cosas acerca de los datos que se recolectan para inicializar los registros de desplazamiento. Por ejemplo, si se inicializa los registro de desplazamiento a 1.0, entonces el valor más grande ya se lo puede localizar de todos los valores de los datos, y deberá siempre ser el máximo. Si no se inicializa los registros de desplazamiento, entonces debería contener valores máximos de la corrida previa del VI. Sin embargo, se podría conseguir una salida máxima del valor que no es relacionado a la marcha para tomar los datos coleccionados.

La función Max & Min de la subpaleta Comparison. Toma dos entradas numéricas y la salida de los valores máximos de las dos en la esquina derecha de arriba y el mínimo de las dos en la esquina derecha de abajo. Como solo se interesa obtener el máximo valor para este ejercicio, cablear solamente la salida máxima e ignorar la salida mínima.

4. Cablear las terminales. Si la terminal del Máximo Valor esta dentro del For Loop, se puede ver continuamente la actualización, pero como está a un lado del loop solamente contiene el último máximo calculado.

Nota: Actualizar el indicador a cada momento de la iteración del loop del tiempo consumido y tratar de evitar un incremento en la velocidad de la ejecución.

5. Correr el VI.

6. Guardar el VI. Nombrarlo Mi Máx Calculado.vi

1.4 Arrays, Clusters y Graphs

Se puede aprender:

- Acerca de los arrays.
- Cómo generar arrays sobre el límite del loop.
- Qué es polimorfismo
- Acerca de clusters.
- Cómo usar gráficos para desplegar datos.

1.4.1 Arrays

Un array es una colección de elementos de datos que son de diferente tipo, Un array tiene una o más dimensiones de $2^{31}-1$ por dimensión de elementos, permitiendo reservar un espacio de memoria. Los arrays en LabVIEW pueden ser de cualquier tipo (excepto array, chart o graph), Se puede acceder a cada elemento del array por medio del índice. El índice tiene un rango de 0 a n-1, donde n es el número de elementos en el array. El siguiente array da una dimensión de valores numéricos como ilustra la siguiente estructura. Se nota que el primer elemento tiene índice 0 el segundo elemento tiene índice 1 y así sucesivamente.

index	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10 elementos array	0.09	0.00	0.13	0.01	-0.20	0.01	0.65	1.02	0.66	0.02

1.4.1.1 Control de arrays e indicadores.

Para crear controles e indicadores de array sobre el panel frontal se combina un array shell desde la paleta Array & Cluster del menú de controles con un numérico, Boolean, cadena o cluster. El elemento del array no puede ser otro array, chart o graph.

Ejemplos de arrays, ver ARRAYS en la carpeta EXAMPLES>>GENERAL

1.4.1.2 Graphs

Un graph indicator es un display de dos dimensiones de uno o más datos llamados trazos. LabVIEW tiene tres tipos de gráficos: XY graphs, waveform graphs e intensity graphs. La diferencia entre un graph y un chart (se cuestiona en el subcapítulo previo, Loops y Charts) es que un dato de trazo graph es un bloque, mientras que un dato de trazo chart es punto por punto o array por array.

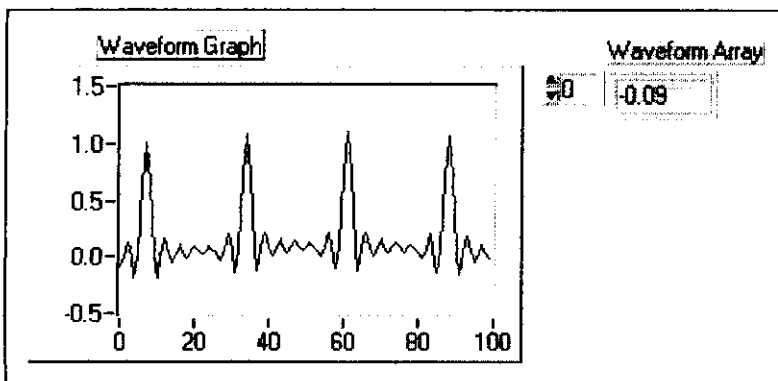
Ejemplos de graph de VI, ver **GRAPHS** de la carpeta **EXAMPLES>>GENERAL**.

1.4.2 Creando un array con auto-indexing

Objetivo Crear un array usando el auto-indexing formado de un For Loop y trazarlo en un waveform graph.

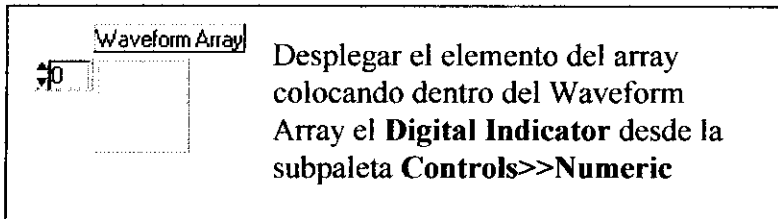
Construir un VI que genere un array usando el Generate Waveform.vi y trazarlo en un waveform graph. También se podrá modificar el VI para trazos múltiples de graph.

1.4.2.1 Panel Frontal



1. Abrir un nuevo panel.

- Colocar un Array desde la subpaleta Controls>>Array & Cluster en la ventana del Panel. Etiquetar el array con Waveform Array. Colocar un Digital Indicator desde la subpaleta Controls>>Numeric dentro del elemento display del array usando el menú pop-up, como se presenta en la siguiente ilustración. Este indicador despliega contenidos de array.



Como estado provisional, un indicador graph es un display de doble dimensión de uno o más datos array llamados trazos. LabVIEW tiene tres tipos de gráficos: XY graphs, waveform graph, e intensity graphs.

- Crear un Waveform Graph seleccionando Controls>>Graph>>Waveform Graph. Etiquetar el graph Waveform Graph.

El waveform graph son arrays con trazos de uniforme espacio de puntos, tal como adquiere el tiempo de variación de los waveforms.

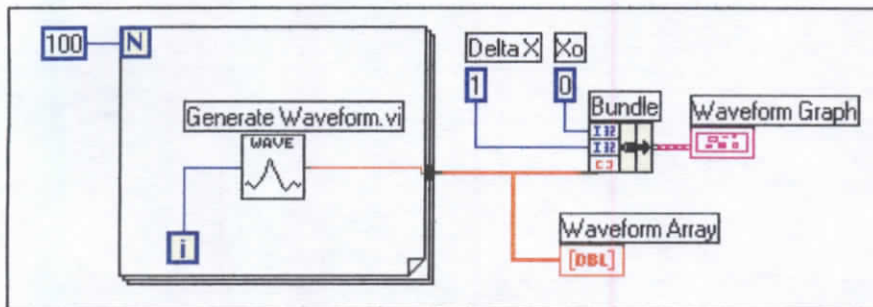
- Alargar el graph arrastrándole desde la esquina con la herramienta Position/Size/Select.

Por defecto, las entradas del autoscale graph son ajustes automáticos de escala límite de los ejes X e Y para desplegar la entrada de datos.

- Desactivar el autoescala colocándose sobre el graph y desactivando Autoscale Y desde el submenú Y Scale.

6. Modificar los ejes límites de la Y haciendo doble click sobre la escala límite con la herramienta Edit Text y retornando un nuevo número, cambiar el eje de las Y con un mínimo de -0.5 y un máximo de 1.5.

1.4.2.2 Diagrama de Bloque



1. Construir el diagrama de bloque como se indica en la precedente ilustración.

Generate Waveform.vi de la subpaleta Controls>>Tutorial retorna un punto de un waveform. El VI requiere una entrada de indexador escalar. Cablear el término de iteración del loop para esta entrada.

Se puede notar que el cable del Generate Waveform.vi es grueso, cambia a un array desde el borde loop.

El For Loop automáticamente acumula los arrays hasta el límite. Esto es llamado auto-indexing. En este caso, la constante numérica cableada para el loop de entrada del contador numérico tiene creado 100 elementos de arrays para el For Loop (indexados de 0 a 99).

Bundle de la subpaleta Functions>>Cluster ensambla los componentes del trazo dentro de un cluster. Se necesita redimensionar el icono de la función Bundle antes que se pueda cablear adecuadamente. Colocar la herramienta Position/Size/Select sobre la parte baja de la esquina del icono. La herramienta se transforma a la herramienta Resizing. Cuando la herramienta cambia, presionar y arrastrar hacia abajo hasta que aparezca la tercera

terminal. Ahora se puede seguir cableando el diagrama como se presenta en la primera ilustración de esta sección.

Un cluster es un tipo de dato que puede contener elementos de datos de diferente tipo. El cluster en el diagrama de bloque construye grupos de elementos de datos relacionados desde múltiples lugares sobre el diagrama. Reduciendo el desorden de cables. Cuando se usa cluster en subVIs requiere pocas terminales de conexión. Un cluster es analógico para grabarlo en Pascal o en estructuras de C. Se puede pensar de un cluster como un bundle de cables, tal como un cable telefónico. Cada alambre en un cable podría representar un diferente elemento de cluster. El componente incluye el valor inicial $X(0)$, el valor de delta $X(1)$, y el array (el dato waveform, provee constantes numéricas sobre el diagrama de bloque). En LabVIEW se usa la función Bundle para ensamblar cluster.

Nota: Asegurarse de construir tipos de datos que el graphs y charts acepten.

Como se construyó un diagrama de bloque, se debe asegurar chequear los tipos de datos tomando los siguientes pasos:

- Abrir la ventana Help eligiendo Show Help desde el menú Help.
- Mover la herramienta Connect Wire por arriba de la terminal graph.
- Chequear el tipo de información de datos que aparece en la ventana Help.

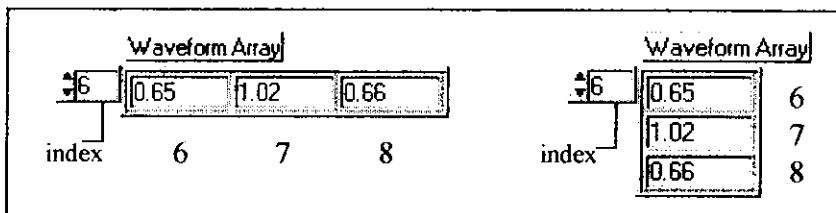
Numeric Constant de la subpaleta Functions>>>Numeric. Colocar tres constantes numéricas para el número de iteraciones del For Loop, el valor inicial de X y el valor delta X .

Cada iteración del For Loop genera un punto en forma de ola que almacena el VI en el waveform array creado automáticamente en el borde del loop. Después de finalizada la ejecución del loop, la función Bundle envía el valor inicial de X (X_0), el valor delta de X , y el array va dividiendo sobre el graph.

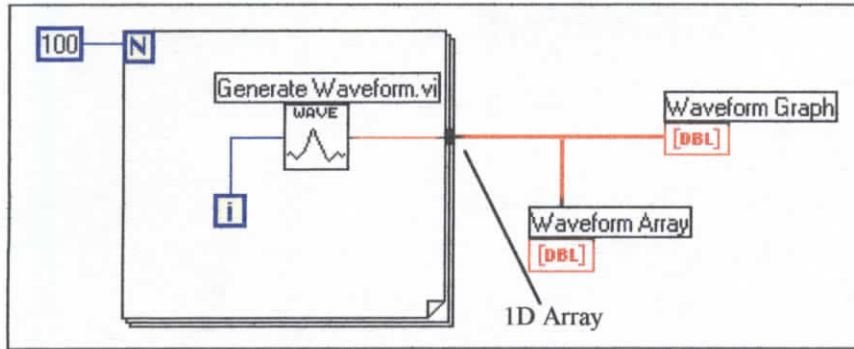
2. Retornar al panel frontal y correr el VI. Los trazos de VI del waveform array auto-indexed sobre el waveform graph, dan el valor inicial de X que es 0 y el valor delta X que es 1.
3. Cambiar el valor de delta X a 0.5 y el valor inicial de X a 20. Correr otra vez el VI.

Se nota que el gráfico despliega 100 puntos de datos con un valor inicial de 20 y un delta X de 0.5 por cada punto (ver el eje de las X). En una prueba de tiempo, este gráfico podría corresponder al valor de 50 segundos del dato inicializado a 20 segundos. Experimentar con una combinación severa para iniciar el valor de delta X.

4. Se puede ver muchos elementos en el array entrando al index de cada elemento. Si entra un número grande. La herramienta se transforma a la herramienta Resizing. Cuando la herramienta cambia, arrastre hacia la derecha o derecho hacia abajo. El array ahora despliega elementos en dirección ascendente, iniciando con el elemento correspondiente para la indexación específica, tal como se presenta en la siguiente ilustración.



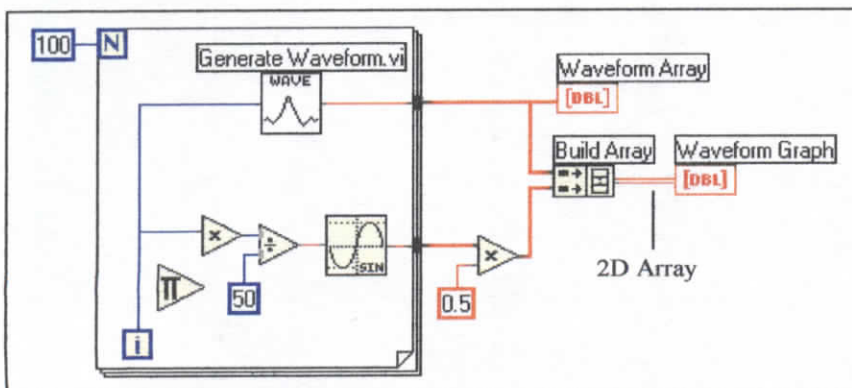
En el diagrama de bloque previo, se especificó un valor inicial X y un delta X para el waveform, sin embargo, a menudo el valor inicial X es cero y el valor delta X es 1. En estas instancias se puede cablear waveform array directamente a la terminal waveform graph, tal como se indica en la siguiente ilustración.



- Retornar a la ventana del Diagrama, borrar la función Bundle y la constante numérica cableada para esto. Para borrar la función, seleccionarla con la herramienta Position/Size/Select y presionar <Delete>. Seleccionar Remove Bad Wires desde el menú Edit. Finalizar el cableado como se presenta en el diagrama de bloque de la ilustración previa.
- Correr el VI. Notar que los trazos del VI del waveform tengan un valor inicial en X de 0 y en delta X con un valor de 1.

1.4.2.2.1 Trazos múltiples de Graphs

Se puede crear trazos múltiples de waveform graphs construyendo un array de tipo de dato normal pasado por un trazo simple de graph.



- Continuar construyendo el diagrama de bloque como la configuración que se muestra en el diagrama anterior.

Sine de la subpaleta Functions>>Numeric>>Trigonometric. En este ejercicio, se usa la función en un For Loop para construir un array de puntos que representen un ciclo de un sine wave.

Build Array de la subpaleta Functions>>Array. En este ejercicio, se usa esta función para crear estructuras de datos apropiados para trazar dos arrays sobre un waveform graph, que en este caso es un conjunto bidimensional. Agrandar la función Build Array para crear dos entradas, alargarla arrastrándola desde la esquina con la herramienta Position/Size/Select.

Seleccionar la constante PI desde la subpaleta Functions>>Numeric.

Se recuerda que las funciones Multiply y Divide se encuentran en la subpaleta Functions>>Numeric.

2. Cambiarse al panel frontal. Correr el VI.

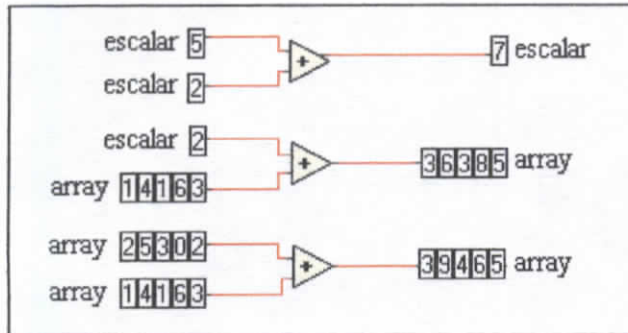
Se puede notar los dos trazos en forma de onda sobre el mismo waveform graph. El valor inicial de X por defecto es 0 y el valor delta X por defecto es 1 para ambos conjuntos de datos.

3. Grabar y cerrar el VI. Nombrarla Mi Waveform Graph Arrays.vi. asegurarse de guardar dentro de la carpeta MiTrabajo.

1.4.2.2.2 Polimorfismo

Polimorfismo es la habilidad de una función para ajustar los datos de entrada de diferentes tipos, dimensiones, o representaciones. La mayoría de funciones de LabVIEW son polimórficas. El diagrama de bloque previo es un ejemplo de polimorfismo. Se nota que la función Multiply se usa en dos ubicaciones, dentro y fuera del For Loop. Dentro del For Loop la función multiplica dos valores escalares; fuera del For Loop, la función multiplica un array por un valor escalar.

El siguiente ejemplo muestra algunas combinaciones de polimorfismo de la función Add.



En la primera combinación, los dos escalares se suman juntos, y el resultado es un escalar. en la segunda combinación, el escalar se suma a cada elemento del array, y el resultado es array. En la tercera combinación, cada elemento de un array se suma al elemento correspondiente del otro array. Otras combinaciones, tales como clusters de numéricos, arrays de clusters, también así se permiten.

Estos principios pueden aplicarse a otras funciones de LabVIEW y tipos de datos. Las funciones de LabVIEW pueden ser polimórficas a grados diferentes. Algunas funciones pueden aceptar numéricos y entradas Boolean, los otros pueden aceptar una combinación de cualquier tipo de dato.

1.5 Estructuras Case, Sequence y la Fórmula Node

Se puede aprender:

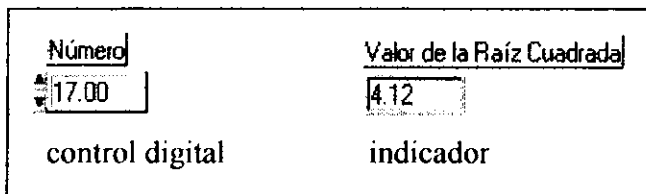
- Cómo usar la estructura Case
- Cómo usar la estructura Sequence
- Qué son Sequence Locals y cómo usarlas
- Qué es una Fórmula Node y cómo usarla.

Ejemplos de estructuras, ver STRUCTS en la carpeta EXAMPLES>>GENERAL

1.5.1 Usando la estructura Case

Objetivo Construir un VI que chequee si un número es positivo. Si el número del VI es positivo calcular la raíz cuadrada del número; de otra manera el VI retornará un mensaje de error.

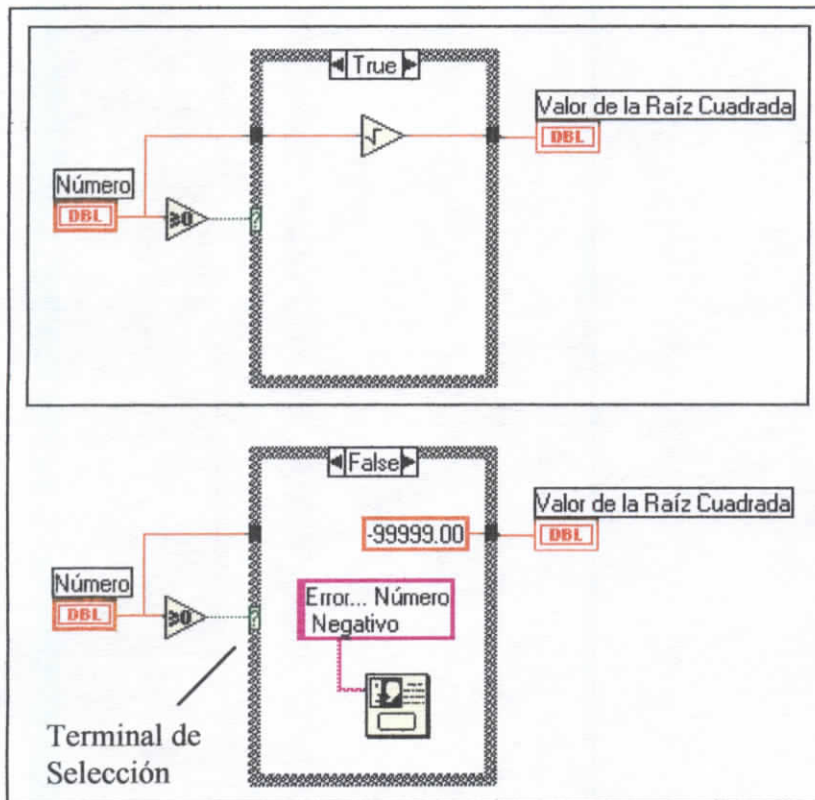
1.5.1.1 Panel Frontal



1. Abrir un nuevo panel.
2. Construir un panel frontal como se presenta en la ilustración previa.

El control digital Número proporciona el número y el indicador digital Valor de la Raíz Cuadrada despliega la raíz cuadrada del número.

1.5.1.2 Diagrama de Bloque



1. Abrir la ventana del Diagrama.
2. Colocar la estructura Case desde la subpaleta Functions>>Structures, en la ventana del Diagrama. Alargar la estructura Case arrastrándola desde una esquina con la herramienta Position/Size/Select.

Por defecto, la estructura Case es Boolean y tiene solamente dos casos: Verdadero y Falso, (True and False). Una estructura Case Boolean es análoga para la condición if - then - else en los lenguajes de programación basados en texto. Cambia automáticamente a numérico cuando se cablea un control numérico para el término seleccionado.

Se despliega un caso por tiempo. Para cambiar de casos, se debe presionar sobre las flechas que se encuentran en la parte superior de la estructura Case.

3. Seleccionar el otro diagrama de objetos y cablearlos como se presenta en la ilustración previa.

Greater Or Equal To 0? de la subpaleta Functions>>Comparison. En este ejercicio, la función determina si el número de entrada es negativo. La función retorna Verdadero, (True) si la entrada es mayor que o igual que 0.

Square Root de la subpaleta Functions>>Numeric. En este ejercicio, la función retorna la raíz cuadrada del número de entrada.

Numeric Constant de la subpaleta Functions>>Numeric.

One Button Dialog de la subpaleta Functions>>Time & Dialog. En este ejercicio, la función despliega una caja de dialogo que contiene el mensaje: "Error...Número Negativo"

String Constant de la subpaleta Functions>>String. Ingrese el texto dentro de la caja con la herramienta Operate Value.

En este ejercicio, el VI ejecuta a los dos casos tanto el caso True como el caso False. Si el número es mayor que o igual a cero, el VI ejecuta el caso True y retorna la raíz cuadrada del número. En el caso False la salida será -99999.00 y desplegará en la caja de dialogo el mensaje: "Error...Número Negativo"

4. Retornar al panel frontal y correr el VI

5. Guardar y cerrar el VI. Nombrarlo Mi Raíz Cuadrada.vi

1.5.1.3 Lógica de la Instrumentación Virtual (VI)

if (Número \geq 0) then

Valor de la Raíz Cuadrada = SQRT(Número)

else

Valor de la Raíz Cuadrada = -99999.00

Despliega Mensaje “Error...Número Negativo”

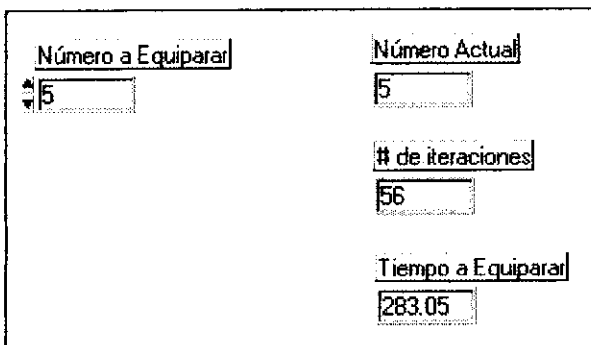
end if

1.5.2 Usando la estructura Sequence

Objetivo. Construir un VI que mida el tiempo para generar un número aleatorio que equipare un número determinado.

1.5.2.1 Panel Frontal

1. Abrir un nuevo panel
2. Construir el panel frontal que se presenta en la siguiente ilustración. Modificar los controles e indicadores como se describen en el texto de la siguiente ilustración.



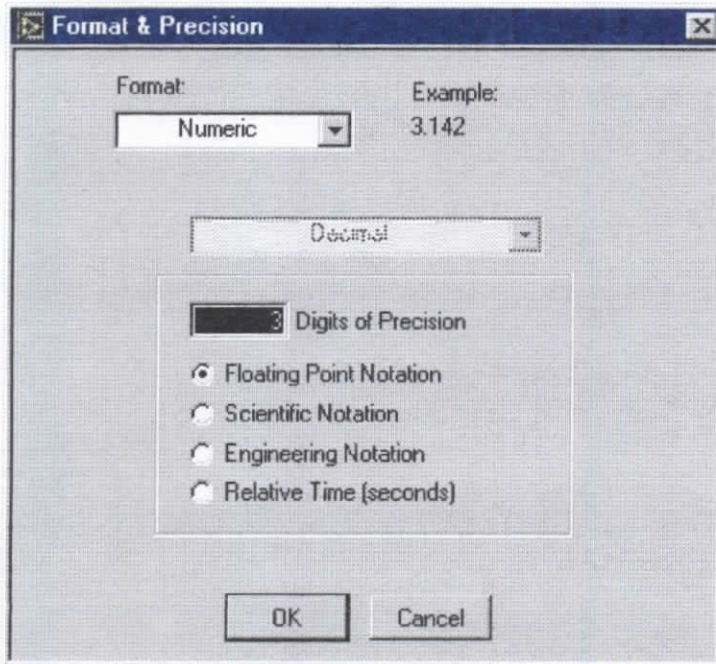
El control Número a Equiparar contiene el número que se desea igualar. El indicador Número Actual despliega el número aleatorio actual. El indicador # de iteraciones

despliega el número de iteraciones antes del actual. Tiempo a Equiparar indica cuantos segundos tomó en encontrar el número actual

1.5.2.1.1 Modificando el formato numérico

Por defecto, LabVIEW despliega valores en controles numéricos en notación decimal con dos decimales (por ejemplo, 3.14) se puede usar la opción Format & Precisión del menú pop-up control o indicador para cambiar la precisión o desplegar el control numérico e indicador en scientific o engineering notation. Para cambiar la precisión sobre el indicador Time to Match.

1. Colocarse sobre el Tiempo a Equiparar y elegir Format & Precision.
2. Retornar a 3 dígitos de precisión y presionar OK.

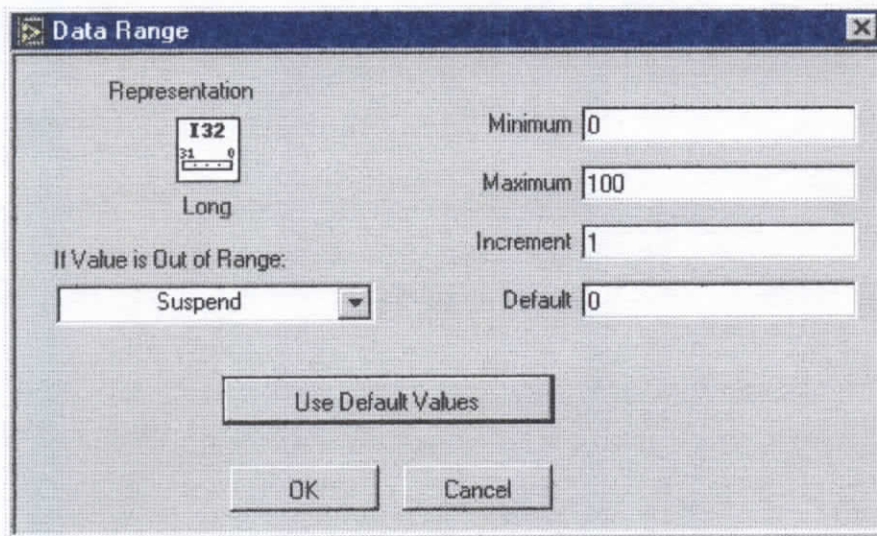


3. Para cambiar la representación a una longitud Entera (I32), colocarse sobre el control o indicador y elegir Long desde el submenú Representation

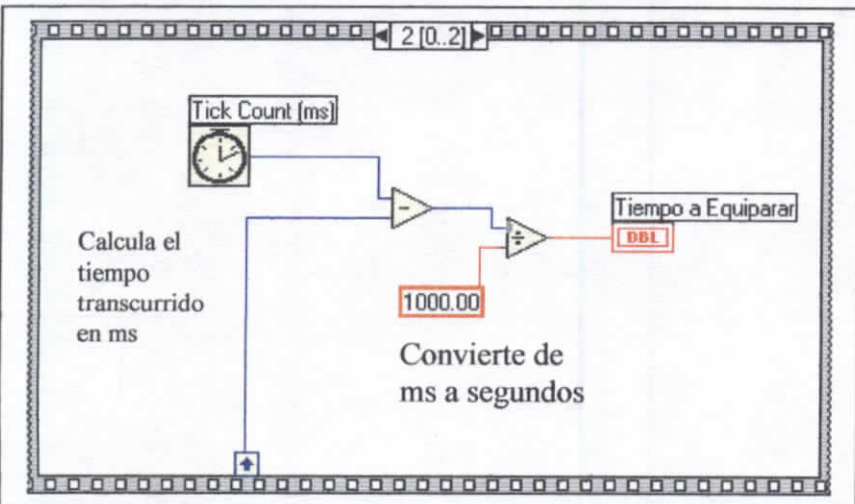
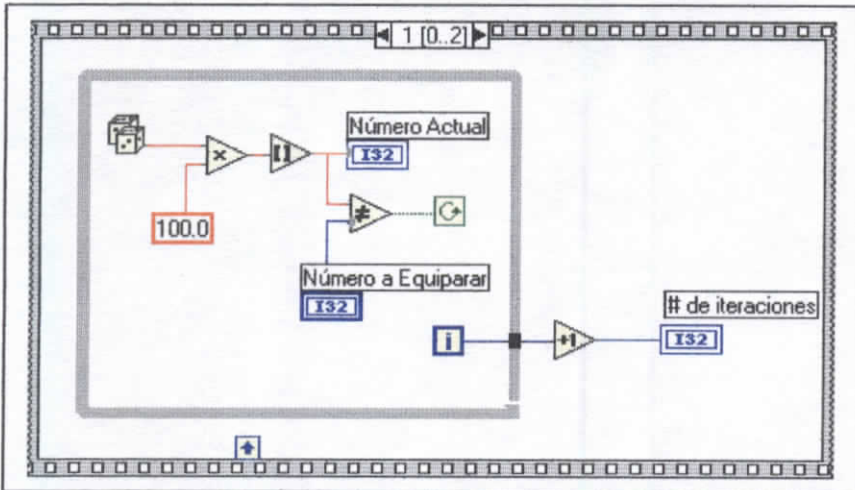
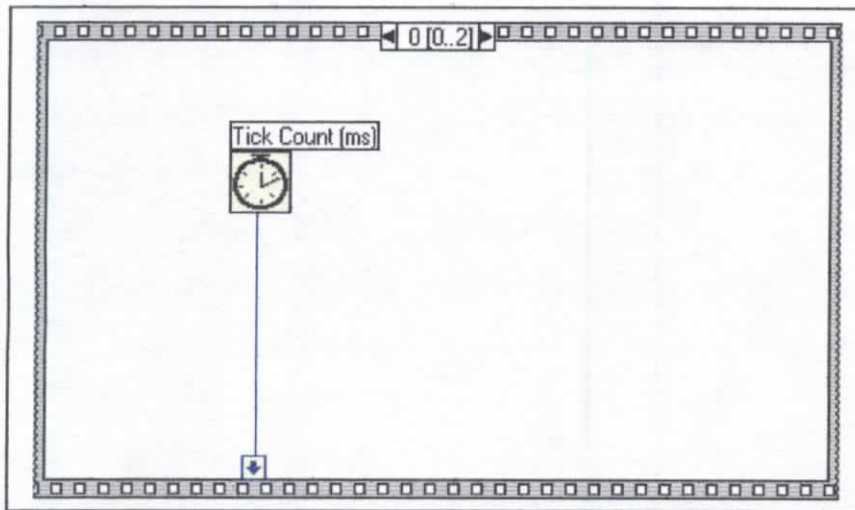
1.5.2.1.2 Colocando el rango de datos

Con la opción Data Range... se puede limitar un operador colocando un control o un indicador que determine un incremento o una escala prefijada. Sus opciones están para ignorar que el valor frene dentro de la escala, o suspenda la ejecución. El símbolo de error aparece en lugar del Run cuando un rango de error suspende la ejecución. También un sólido borde oscuro enmarca el control que está fuera de rango. Para colocar el rango entre 0 y 100 con un incremento de 1, se debe seguir las indicaciones que a continuación se indican.

1. Colocarse sobre el control digital y elegir Data Range...
2. Llenar la caja de dialogo como se presenta a continuación y presionar OK.



1.5.2.2 Diagrama de Bloque



2. Colocar la estructura Sequence desde la subpaleta Functions>>Structures en la ventana del Diagrama.

La estructura Sequence, que se parece a los marcos de película, ejecuta diagramas secuencialmente. En los lenguajes basados en textos convencionales, el programa se ejecuta en el orden en el cual aparece. En la programación de flujo de datos, un nodo se ejecuta cuando el dato esta disponible para todas las entradas de los nodos, sin embargo algunas veces es necesario que se ejecute un nodo antes de otro. La estructura de Sequence es LabVIEW una manera de controlar el orden en que los módulos se ejecuten. El diagrama que el VI ejecuta en primer orden es el borde que se encuentra dentro del Cuadro 0, el diagrama que se ejecuta en segundo orden es el borde que se encuentra dentro del Cuadro 1, y así sucesivamente. Como en la estructura Case, solamente un cuadro es visible a un tiempo.

3. Alargar la estructura arrastrándola desde una esquina con la herramienta Position/Size/Select. Para crear un nuevo cuadro, colocarse sobre el borde de un cuadro y elegir Add Frame After desde el menú pop-up.

El cuadro 0 en la ilustración previa contiene una pequeña caja con una flecha. La cuadro es una secuencia de variable local que pasa datos entre cuadros de una estructura Sequence. Se puede crear secuencias locales es entonces un cuadro subsecuente. El dato, sin embargo no es disponible en cuadros precedentes del cuadro en el cual se creó la secuencia local.

4. Para crear la secuencia local se debe colocar sobre el borde del botón del cuadro 0 y elegir Add Sequence Local desde el menú pop-up.

La secuencia local aparece en un cuadro vacío. La flecha dentro del cuadro aparece automáticamente cuando se cablea la secuencia local

5. Finalizar el diagrama como se presenta en la ilustración abierta de la sección Diagrama de Bloque.

Tick Count (ms) de la subpaleta Functions>>>Time & Dialog. Retorna el número en milisegundos que tiene un lapso del tiempo transcurrido.

Random Number (0-1) de la subpaleta Functions>>>Numeric. Retorna números aleatorios entre 0 y 1.

Multiply de la subpaleta Functions>>>Numeric. En este ejercicio, multiplica el número aleatorio por 100 en otras palabras, la función retorna números aleatorios entre 0.0 y 100.0

Raund to Nearest de la subpaleta Functions>>>Numeric. En este ejercicio, redondea el número aleatorio entre 0 y 100 para el número cercano entero.

Not Equal? de la subpaleta Functions>>>Numeric. En este ejercicio, compara el número aleatorio para especificar el número en el panel frontal y retorna un True si el número no es igual de otra forma esta función retorna False.

Increment de la subpaleta Functions>>>Numeric. En este ejercicio, incrementa el contador While Loop a 1.

Subtract de la subpaleta Functions>>>Numeric. En este ejercicio, divide el número de lapsos de milisegundos por 1000 para convertir el número a segundos.

En el cuadro 0, la función Tick Count (ms) retorna el curso del tiempo en milisegundos. Este valor es cableado a la secuencia local, donde el valor está disponible en los cuadros subsecuentes. En el cuadro 1, el VI ejecuta el While Loop tan largo como el número especificado no empareje al número que retorna de la función Random Number (0-1). En el cuadro 2, la función Tick Count (ms) retorna un nuevo valor en milisegundos. El VI

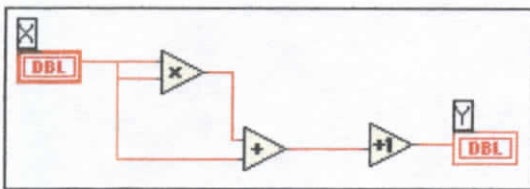
subtrae el tiempos que paso (Pasa desde el cuadro 0 a través de la Secuencia local) desde el nuevo tiempo, calcula el lapso de tiempo.

6. Retornar al panel Frontal e ingresar un número dentro del control Number to Match y correr el VI.
7. Guardar y cerrar el VI. Nombrarlo Mi tiempo equipado.vi

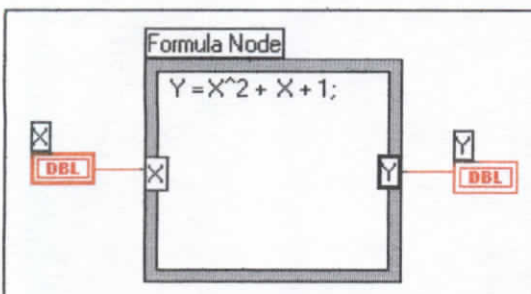
1.5.3 Fórmula Node

La Fórmula Node es una caja redimensionable que se usa para ingresar fórmulas directamente dentro del diagrama de bloque. Colocar la Fórmula Node sobre el diagrama de bloque seleccionando desde la subpaleta Functions>>Struct & Constants.

Esta figura es útil cuando la ecuación tiene muchas variables u otra cosa complicada. Por ejemplo, se considera la ecuación $y = X^2 + X + 1$. Si se implementa esta ecuación usando funciones aritméticas de LabVIEW, el diagrama de bloque se vería como la siguiente ilustración.



Se puede implementar una ecuación similar usando una Fórmula Node, como se presenta en la siguiente ilustración.



Con la Fórmula Node, se puede ingresar directamente una fórmula complicada, o fórmulas, en lugar de crear subsecciones de diagrama de bloque. Se crea las entradas y salidas de los términos de la Fórmula Node colocándose sobre el borde del nodo y eligiendo Add Input (Add Output) desde el menú pop-up. Escribir el nombre de la variable en la caja. Las variables son casos sensitivos. Para ingresar la fórmula o fórmulas dentro de la caja. Cada Fórmula declarada debe terminar con un punto y coma (;).

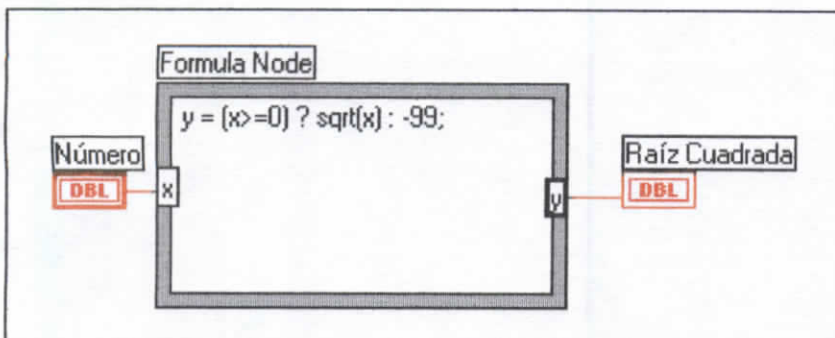
Los operadores y funciones disponibles dentro de la Fórmula Node son listados en la ventana de ayuda, Un punto y coma en el término de cada fórmula declarada.

El siguiente ejemplo presenta como puede asignar una condicional dentro de una Fórmula Node.

Examinar el siguiente fragmento de código que calcula la raíz cuadrada de X si X es positivo asigna el resultado a Y. Si X es negativo, asigna el código -99 a Y.

```
if (X >= 0) then
    Y = sqrt (X)
else
    Y = -99
end if
```

Se puede implementar el fragmento de código usando la Fórmula Node, como se presenta en el siguiente diagrama.



1.5.3.1 Usando la Fórmula Node

Objetivo Construir un VI que use la Fórmula Node para calcular la siguiente ecuación

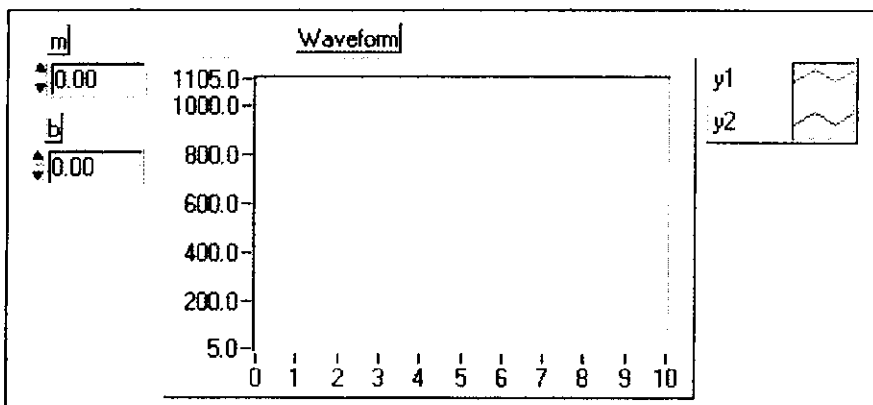
$$Y1 = X^3 - X^2 + 5$$

$$Y2 = m * x + b$$

Donde X tiene el rango de 0 a 10

Se deberá usar solamente una Fórmula Node para las dos ecuaciones, y graficar los resultados sobre algún graph.

1.5.3.2 Panel Frontal

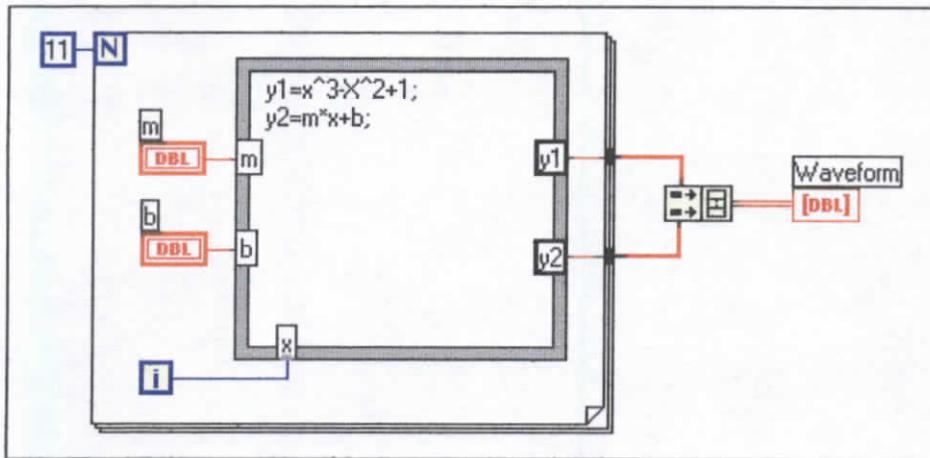


1. Abrir un nuevo panel
2. Construir el panel frontal como se presenta en la precedente ilustración. El indicador waveform graph despliega los trazos de la ecuación. El VI usa dos controles digitales para la entrada de los valores de m y b.

Crear la leyenda graph como se presenta en la precedente ilustración seleccionando Legend desde el submenú Show del menú pop-up graph. Usar la herramienta

Position/Size/Select alargar la leyenda en orden descendente para que se presente los 2 trazos. Se puede definir el estilo de línea para cada trazo usando la leyenda del menú pop-up. Se puede también colocar un color a cada trazo usando la herramienta Set Color sobre los trazos de la leyenda.

1.5.3.3 Diagrama de bloque



1. Construir el diagrama de bloque como se presenta en la ilustración previa. Colocar la estructura For Loop desde la subpaleta Functions>>Structures y alargarle arrastrándola desde una esquina del loop.

Fórmula Node de la subpaleta Functions>>Structures. Con este nodo, se puede ingresar fórmulas directamente. Crear las tres entradas para los términos colocándose sobre el borde y eligiendo desde el menú pop-up Add Input. Se debe crear los términos de salida eligiendo desde le menú pop-up Add Output.

Cuando se crea un término de entrada o de salida, se le debe dar un nombre de variable. El nombre de variable debe ser exactamente igual a la primera que se usa en la fórmula. Los nombres son casos sensitivos. Que es, si se usa un nombre de caso a más del término, se

debe usar un caso a bajo de la fórmula. Se puede ingresar los nombres de las variables con la herramienta Edit Text.

Nota: Si bien los nombres no son un límite en longitud, hay que saber que un nombre largo toma un considerable espacio en el diagrama. Un punto y coma (;) al término de la declaración de la variable.

Numeric Constant de la subpaleta Functions>>Numeric, especifica el número de iteraciones del For Loop. Si el rango de X es 0 a 10 incluyendo 10, se necesita cablear a 11 para la terminal de conteo.

Porque la terminal de iteración tiene un contador desde 0 a 10, se la debe usar para el control del valor X en la Fórmula Node.

Build Array de la subpaleta Functions>>Array colocar dos entradas de array dentro de la forma de un multiplot graph. Crear las dos terminales de entrada arrastrando hacia abajo desde uno de los botones de la esquina.

2. Retornar al panel frontal y correr el VI con diferentes valores en m y b
3. Guardar y cerrar el VI. Nombrarlo Mi Ecuación.vi.

CAPÍTULO SEGUNDO

2. APARATO CIRCULATORIO

2.1 Introducción

La Medicina se define como: "**la ciencia y arte de prevenir y curar las enfermedades del hombre**". Disciplina esta casi tan antigua como el hombre.

La magia y las prácticas supersticiosas han sido siempre en los pueblos primitivos, sus misteriosos auxiliares. En el mundo occidental el comienzo de la medicina se atribuyó a los Dioses (**Esculapio, Serapis**), hasta que surgió el gran **Hipócrates**, a quien se debe una verdadera ciencia de curar. La tradición de Hipócrates sigue dominando hasta que aparece **Galeno** (siglo II dC), la autoridad máxima de la medicina por doce siglos.

Durante la Edad Media los árabes son los monopolizadores de este arte, hasta que aparecen las primeras universidades (París, Bolonia, Montepellier) y, a la zaga de los árabes, los médicos cristianos cobran renombre, entre ellos el célebre **Arnau de Vilanova**.

Los grandes momentos de la medicina luego de la Edad Media pasan son por etapas como las de los siglos XV y XVI: etapa fundamental mente anatómica, tal lo demuestra la obra de **Andreas Vesalio** (1514 – 1564), "**De Humanis Corporis Fabrica**". En el siglo XVII: **Harvey** (1628), cuyo precursor es **Servet** (1509-1553), descubre la circulación de la sangre, confirmada por **Malpighi** en 1659, con sus estudios sobre los capilares sanguíneos y alvéolo pulmonar. Siglo XVIII: los descubrimientos de **Lavoisier** abren el camino a la química biológica y a la fisiología. **Edward Jenner** introduce en 1776 la práctica de la vacunación antivariólica. Siglo XIX: la medicina entra por fin en los caminos de la ciencia positiva de tipo anatomoclínico. La anatomía microscópica o histología se establece con las investigaciones de **Robin, Ranvier y Cornil, Souberyan**. En 1831 se descubre el cloroformo y se inicia su aplicación en las anestias.

Claude Bernard (1813 – 1878) crea la fisiología experimental aplicando la vivisección. **Pasteur** (1822 – 1895) abre nuevos cauces al arrinconar el dogma de la generación espontánea y descubrir el papel capital de los microbios. Nace la bacteriología, se valora el concepto de la asepsia, nacida del genio de investigador de **Lister** (1827 – 1912), y ello permite el rápido e ininterrumpido avance de la cirugía.

Del concepto de las bacterias nace el estudio de los virus. Presentidos ya por Pasteur, y **Friedrick Loeffler**, en 1898, demuestra su paso a través de las bujías de Chamberland y su poder transmisor. Apoyado por modernos medios técnicos, el americano **W. Stanley** demuestra, en 1953, que los virus no son más que nucleoproteínas puras, de una sola molécula.

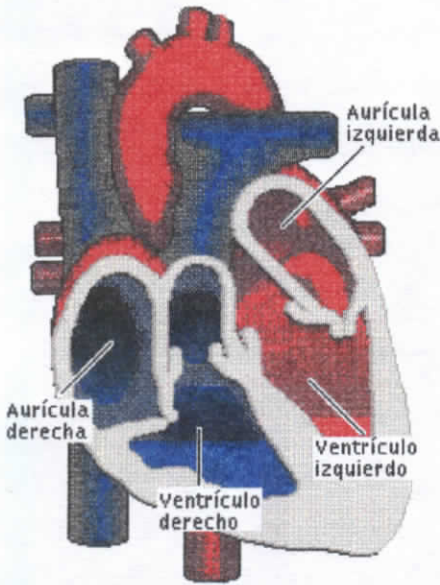
Estos descubrimientos permiten desarrollar el tratamiento preventivo de las enfermedades infecciosas. Aparecen como consecuencia la vacunoterapia, seroterapia, quimioterapia y el tratamiento con antibióticos.

En el auxilio que prestan las demás ciencias a la medicina, sobresale el uso de la electricidad, **Röntgen**, en 1895, descubrió los Rayos X; además surgieron el electrodiagnóstico, la electroterapia, la diatermia, la electrocoagulación etc. El descubrimiento y conocimiento de diversos aspectos del cuerpo humano, unido a las diversas disciplinas aplicadas, abren a la medicina horizontes y posibilidades de gran alcances; el equilibrio del cuerpo humano, en especial en sus funciones más delicadas como la circulatoria y la nerviosa, puede ser obtenido con precisión. La prolongación general de la vida humana es una demostración de la eficacia de las ciencias médicas actuales.

En el afán de conocimiento y perfección, los órganos y funciones del cuerpo humano fueron separadas para su estudio, dando origen a las diversas especialidades médicas como hoy se las conoce, lográndose así los más íntimos conocimientos de cada uno de los sistemas, tal los que abordaran a partir de aquí.

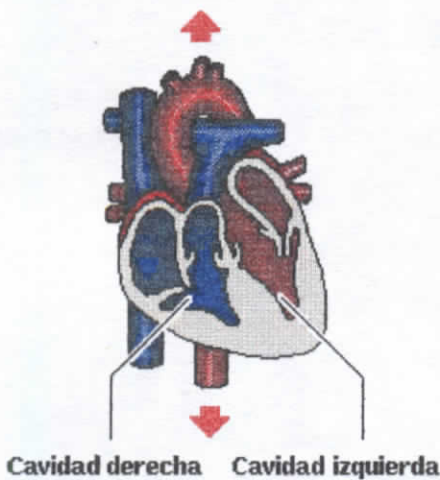
2.2 Aparato Circulatorio

Comprende el sistema por el que discurre la sangre a través de las arterias, los capilares y las venas; este recorrido tiene su punto de partida y su final en el **corazón**.



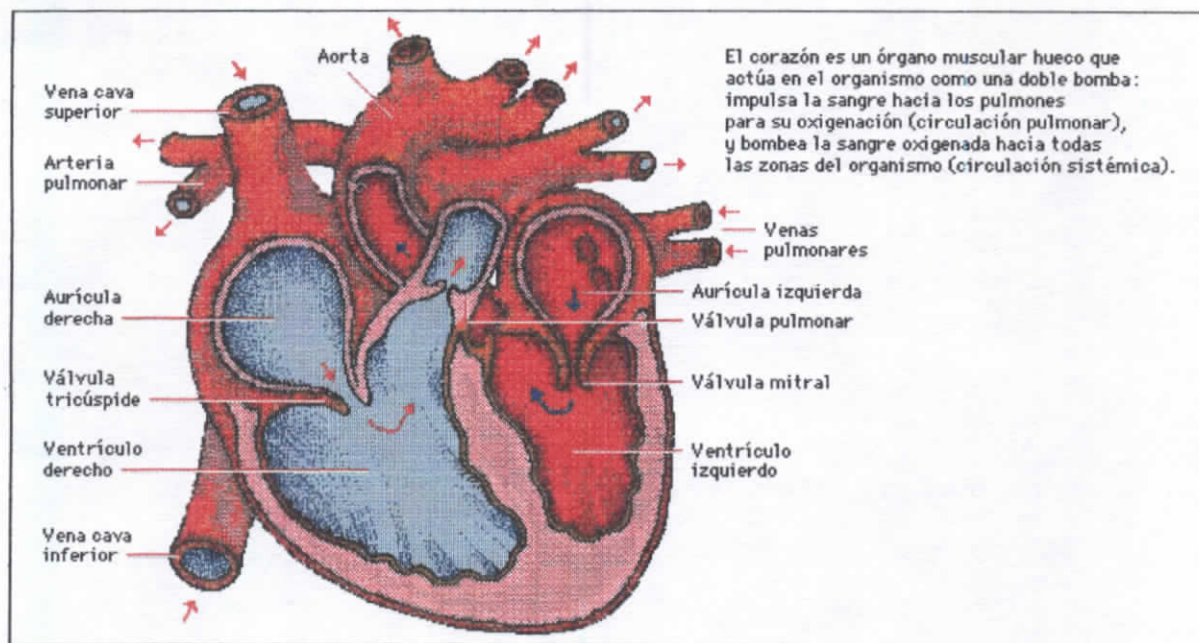
En los humanos y en los vertebrados superiores, el corazón está formado por cuatro cavidades:

- aurícula derecha
- aurícula izquierda
- ventriculo derecho
- ventriculo izquierdo

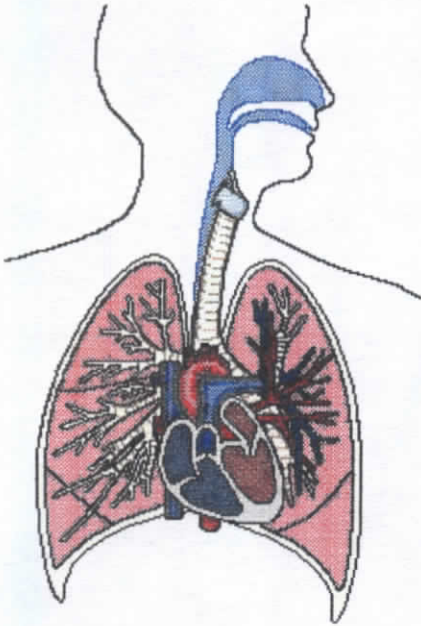


El lado derecho del corazón bombea sangre carente de oxígeno procedente de los tejidos hacia los pulmones donde se oxigena; el lado izquierdo del corazón recibe la sangre oxigenada de los pulmones y la impulsa a través de las arterias a todos los tejidos del organismo.

La circulación se inicia al principio de la vida fetal. Se calcula que una porción determinada de sangre completa su recorrido en un periodo aproximado de un minuto.



2.2.1 Circulación pulmonar



La sangre procedente de todo el organismo llega a la aurícula derecha a través de dos venas principales: la **vena cava superior** y la **vena cava inferior**.

Cuando la aurícula derecha se contrae, impulsa la sangre a través de un orificio hacia el ventrículo derecho. La contracción de este ventrículo conduce la sangre hacia los pulmones. La **válvula tricúspide** evita el reflujos de sangre hacia la aurícula, ya que se cierra por completo durante la contracción del ventrículo derecho.

En su recorrido a través de los pulmones, la sangre se oxigena, es decir, se satura de oxígeno. Después regresa al corazón por medio de las cuatro **venas pulmonares** que desembocan en la aurícula izquierda.

Cuando esta cavidad se contrae, la sangre pasa al ventrículo izquierdo y desde allí a la aorta gracias a la contracción ventricular. La **válvula bicúspide** o mitral evita el reflujos de sangre hacia la aurícula y las **válvulas semilunares** o sigmoideas, que se localizan en la raíz

de la aorta, el reflujo hacia el ventrículo. En la arteria pulmonar también hay válvulas semilunares o sigmoideas.

2.2.2 Ramificaciones

La **aorta** se divide en una serie de ramas principales que a su vez se ramifican en otras más pequeñas, de modo que todo el organismo recibe la sangre a través de un proceso complicado de múltiples derivaciones.

Las arterias menores se dividen en una fina red de vasos aún más pequeños, los llamados **capilares**, que tienen paredes muy delgadas. De esta manera la sangre entra en estrecho contacto con los líquidos y los tejidos del organismo.

En los vasos capilares la sangre desempeña tres funciones: libera el oxígeno hacia los tejidos, proporciona a las células del organismo de nutrientes y otras sustancias esenciales que transporta, y capta los productos de deshecho de los tejidos. Después los capilares se unen para formar venas pequeñas. A su vez, las venas se unen para formar venas mayores, hasta que, por último, la sangre se reúne en la **vena cava superior e inferior** y confluye en el corazón completando el circuito.

2.2.3 Circulación portal

Además de la circulación pulmonar y sistémica descritas, hay un sistema auxiliar del **sistema venoso** que recibe el nombre de **circulación portal**.

Un cierto volumen de sangre procedente del intestino confluye en la **vena porta** y es transportado hacia el hígado. Aquí penetra en unos capilares abiertos denominados sinusoides, donde entra en contacto directo con las células hepáticas.

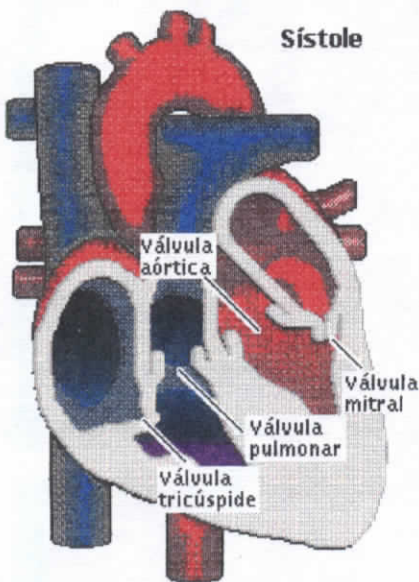
En el hígado se producen cambios importantes en la sangre, vehículo de los productos de la digestión que acaban de absorberse a través de los capilares intestinales. Las venas recogen la sangre de nuevo y la incorporan a la circulación general hacia la aurícula derecha. A medida que avanza a través de otros órganos, la sangre sufre más modificaciones.

2.2.4 Circulación coronaria

La circulación coronaria irriga los tejidos del corazón aportando nutrientes, oxígeno y, retirando los productos de degradación. En la parte superior de las válvulas semilunares, nacen de la aorta dos **arterias coronarias**. Después, éstas se dividen en una complicada red capilar en el tejido muscular cardiaco y las válvulas.

La sangre procedente de la circulación capilar coronaria se reúne en diversas venas pequeñas, que después desembocan directamente en la aurícula derecha sin pasar por la vena cava.

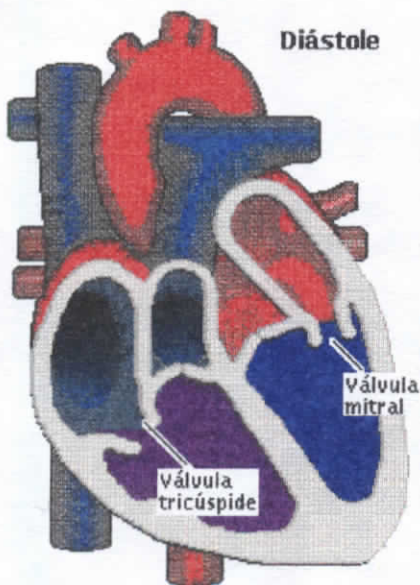
2.3 Función cardiaca



La actividad del corazón consiste en la alternancia sucesiva de **contracción (sístole)** y **relajación (diástole)** de las paredes musculares de las aurículas y los ventrículos.

Durante el periodo de relajación, la sangre fluye desde las venas hacia las dos aurículas, y las dilata de forma gradual. Al final de este periodo la dilatación de las aurículas es completa. Sus paredes musculares se contraen e impulsan todo su contenido a través de los **orificios auriculoventriculares** hacia los ventrículos.

Este proceso es rápido y se produce casi de forma simultánea en ambas aurículas. La masa de sangre en las venas hace imposible el reflujo. La fuerza del flujo de la sangre en los ventrículos no es lo bastante poderosa para abrir las válvulas semilunares, pero distiende los ventrículos, que se encuentran aún en un estado de relajación. Las válvulas mitral y tricúspide se abren con la corriente de sangre y se cierran a continuación, al inicio de la contracción ventricular.



La sístole ventricular sigue de inmediato a la sístole auricular. La contracción ventricular es más lenta, pero más enérgica. Las cavidades ventriculares se vacían casi por completo con cada sístole. La punta cardíaca se desplaza hacia delante y hacia arriba con un ligero

movimiento de rotación. Este impulso, denominado el choque de la punta, se puede escuchar al palpar en el espacio entre la quinta y la sexta costilla.

Después de que se produce la sístole ventricular el corazón queda en completo reposo durante un breve espacio de tiempo. El ciclo completo se puede dividir en tres periodos:

- 1. las aurículas se contraen**
- 2. se produce la contracción de los ventrículos**
- 3. aurículas y ventrículos permanecen en reposo**

En los seres humanos la frecuencia cardiaca normal es de 72 latidos por minuto, y el ciclo cardiaco tiene una duración aproximada de 0,8 segundos. La sístole auricular dura alrededor de 0,1 segundos y la ventricular 0,3 segundos. Por lo tanto, el corazón se encuentra relajado durante un espacio de 0,4 segundos, casi la mitad de cada ciclo cardiaco.

En cada latido el corazón emite dos sonidos, que se continúan después de una breve pausa. El primer tono, que coincide con el cierre de las válvulas tricúspide y mitral y el inicio de la sístole ventricular, es sordo y prolongado. El segundo tono, que se debe al cierre brusco de las válvulas semilunares, es más corto y agudo. Las enfermedades que afectan a las válvulas cardiacas pueden modificar estos ruidos, y muchos factores, entre ellos el ejercicio, provocan grandes variaciones en el latido cardiaco, incluso en la gente sana.

La frecuencia cardiaca normal de los animales varía mucho de una especie a otra. En un extremo se encuentra el corazón de los mamíferos que hibernan que puede latir sólo algunas veces por minuto; mientras que en el otro, la frecuencia cardiaca del colibrí es de 2.000 latidos por minuto.

2.3.1 Pulso

Cuando la sangre es impulsada hacia las arterias por la contracción ventricular, su pared se distiende. Durante la diástole, las arterias recuperan su diámetro normal, debido en gran medida a la elasticidad del tejido conjuntivo y a la contracción de las fibras musculares de las paredes de las arterias.

Esta recuperación del tamaño normal es importante para mantener el flujo continuo de sangre a través de los capilares durante el periodo de reposo del corazón. La dilatación y contracción de las paredes arteriales que se puede percibir cerca de la superficie cutánea en todas las arterias recibe el nombre de pulso.

2.3.2 Los latidos cardiacos

La frecuencia e intensidad de los latidos cardiacos están sujetos a un control nervioso a través de una serie de reflejos que los aceleran o disminuyen. Sin embargo, el impulso de la contracción no depende de estímulos nerviosos externos, sino que se origina en el propio músculo cardiaco.

El responsable de iniciar el latido cardiaco es una pequeña fracción de tejido especializado inmerso en la pared de la aurícula derecha, el **nodo o nódulo sinusal**. Después, la contracción se propaga a la parte inferior de la aurícula derecha por los llamados **fascículos internodales**: es el nodo llamado auriculoventricular. Los haces auriculoventriculares, agrupados en el llamado fascículo o **haz de His**, conducen el impulso desde este nodo a los músculos de los ventrículos, y de esta forma se coordina la contracción y relajación del corazón.

Cada fase del ciclo cardiaco está asociada con la producción de un potencial energético detectable con instrumentos eléctricos configurando un registro denominado **electrocardiograma**.

2.3.3 Capilares

La circulación de la sangre en los capilares superficiales se puede observar mediante el microscopio. Se puede ver avanzar los glóbulos rojos con rapidez en la zona media de la corriente sanguínea, mientras que los glóbulos blancos se desplazan con más lentitud y se encuentran próximos a las paredes de los capilares.

La superficie que entra en contacto con la sangre es mucho mayor en los capilares que en el resto de los vasos sanguíneos, y por lo tanto ofrece una mayor resistencia al movimiento de la sangre, por lo que ejercen una gran influencia sobre la circulación. Los capilares se dilatan cuando la temperatura se eleva, enfriando de esta forma la sangre, y se contraen con el frío, con lo que preservan el calor del organismo.

También desempeñan un papel muy importante en el intercambio de sustancias entre la sangre y los tejidos debido a la permeabilidad de las paredes de los capilares; éstos llevan oxígeno hasta los tejidos y toman de ellos sustancias de desecho y dióxido de Carbono (CO₂), que transportan hasta los órganos excretores y los pulmones respectivamente. Allí se produce de nuevo un intercambio de sustancias de forma que la sangre queda oxigenada y libre de impurezas.

2.3.4 Tensión arterial

Es la resultante de la presión ejercida por la sangre sobre las paredes de las arterias. La tensión arterial es un índice de diagnóstico importante, en especial de la función circulatoria.

Debido a que el corazón puede impulsar hacia las grandes arterias un volumen de sangre mayor que el que las pequeñas arteriolas y capilares pueden absorber, la presión retrógrada resultante se ejerce contra las arterias. Cualquier trastorno que dilate o contraiga los vasos sanguíneos, o afecte a su elasticidad, o cualquier enfermedad cardiaca que interfiera con la función de bombeo del corazón, afecta a la presión sanguínea.

En las personas sanas la tensión arterial normal se suele mantener dentro de un margen determinado. El complejo mecanismo nervioso que equilibra y coordina la actividad del corazón y de las fibras musculares de las arterias, controlado por los centros nerviosos cerebroespinal y simpático, permite una amplia variación local de la tasa de flujo sanguíneo sin alterar la tensión arterial sistémica.

Para medir la tensión arterial se tienen en cuenta dos valores: el punto alto o máximo, en el que el corazón se contrae para vaciar su sangre en la circulación, llamado **sístole**; y el punto bajo o mínimo, en el que el corazón se relaja para llenarse con la sangre que regresa de la circulación, llamado **diástole**.

La presión se mide en milímetros de mercurio(mmHg), con la ayuda de un instrumento denominado **esfigmomanómetro**. Consta de un manguito de goma inflable conectado a un dispositivo que detecta la presión con un marcador. Con el manguito se rodea el brazo izquierdo y se insufla apretando una pera de goma conectada a éste por un tubo.

Mientras el médico realiza la exploración, ausculta con un estetoscopio aplicado sobre una arteria en el antebrazo. A medida que el manguito se expande, se comprime la arteria de forma gradual. El punto en el que el manguito interrumpe la circulación y las pulsaciones no son audibles determina la **presión sistólica** o **presión máxima**. Sin embargo, su lectura habitual se realiza cuando al desinflarlo lentamente la circulación se restablece. Entonces, es posible escuchar un sonido enérgico a medida que la contracción cardíaca impulsa la sangre a través de las arterias.

Después, se permite que el manguito se desinfe gradualmente hasta que de nuevo el sonido del flujo sanguíneo desaparece. La lectura en este punto determina la **presión diastólica** o presión mínima, que se produce durante la relajación del corazón. Durante un ciclo cardíaco o latido, la tensión arterial varía desde un máximo durante la **sístole** a un mínimo durante la **diástole**.

Por lo general, ambas determinaciones se describen como una expresión proporcional del más elevado sobre el inferior, por ejemplo, 140/80. Cuando se aporta una sola cifra, ésta suele corresponder al punto máximo, o presión sistólica. Sin embargo, otra cifra simple denominada como presión de pulso es el intervalo o diferencia entre la presión más elevada y más baja. Por lo tanto, en una presión determinada como 160/90, la presión media será 70.

En las personas sanas la tensión arterial varía desde 80/45 en lactantes, a unos 120/80 a los 30 años, y hasta 140/85 a los 40 o más. Este aumento se produce cuando las arterias pierden su elasticidad que, en las personas jóvenes, absorbe el impulso de las contracciones cardiacas. La tensión arterial varía entre las personas, y en un mismo individuo, en momentos diferentes. Suele ser más elevada en los hombres que en las mujeres y los niños; es menor durante el sueño y está influida por una gran variedad de factores.

Muchas personas sanas tienen una presión sistólica habitual de 95 a 115 que no está asociada con síntomas o enfermedad. La tensión arterial elevada sin motivos aparentes, o **hipertensión esencial**, se considera una causa que contribuye a la arteriosclerosis. Las toxinas generadas dentro del organismo provocan una hipertensión extrema en diversas enfermedades.

La presión baja de forma anormal, o **hipotensión**, se observa en enfermedades infecciosas y debilitantes, hemorragia y colapso. Una presión sistólica inferior a 80 se suele asociar con un estado de shock.

2.4 Circulación fetal

En la vida intrauterina, el feto respira por la placenta, y la circulación fetal funciona para servir el intercambio gaseoso a través de la placenta. La placenta es un órgano materno a través del cual se establece durante la gestación el intercambio de oxígeno y de sustancias nutritivas de la madre al embrión, y de dióxido de carbono y de productos del metabolismo del embrión a la madre. Al término de la gestación tiene forma de torta aplanada, de

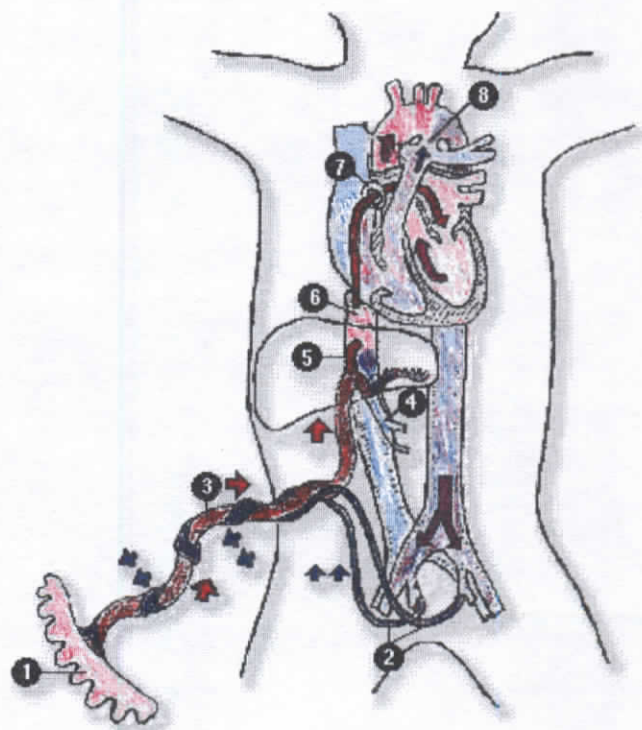
consistencia esponjosa y blanda. Pesa unos 600 g y mide unos 20 cm de diámetro por 2-3 cm de grosor.

En su cara fetal se inserta el cordón umbilical, portador de la sangre del feto. La cara uterina es lobulada y está integrada por múltiples cotiledones o estructuras circulatorias básicas de la placenta.

En la circulación fetal la sangre es impulsada por el corazón del feto a través del cordón umbilical, estructura flexible que conecta el ombligo del embrión y del feto con la placenta. Por el pasan dos arterias y la vena umbilical. En el recién nacido mide unos 50 cm de largo. Se forma durante la quinta semana de gestación.

A continuación se detallan los nombres y un gráfico que indica como discurre la sangre en un bebé en estado de gestación

- 1. Placenta
- 2. Arterias Umbilicales
- 3. Vena Umbilical
- 4. Vena Porta
- 5. Conducto Venoso
- 6. Vena Cava Inferior
- 7. Foramen Oval
- 8. Ducto Arterioso



Durante el período fetal los pulmones no son funcionantes y la sangre del feto se oxigena en la placenta, llevada hasta allí por las arterias umbilicales. Estas arterias se capilarizan en la placenta y, a través de ella, intercambian oxígeno y nutrientes con la sangre materna. La sangre vuelve al feto por la vena umbilical, que lleva entonces sangre arterial. La vena umbilical se conecta con la rama izquierda de la vena porta y a través de ella, entrega sangre oxigenada al hígado del feto. Sin embargo, gran parte de la sangre que lleva la vena umbilical pasa, a través del ducto venoso, hacia la vena cava inferior.

Durante el período fetal no hay razón para que el circuito pulmonar ocupe un volumen importante de la sangre impulsada por el corazón. Así, existen dos vías que derivan la sangre hacia el circuito general: uno de ellos es el foramen oval que comunican ambos atrios y dirige la sangre del atrio derecho hacia el atrio izquierdo. El otro, es el ducto arterioso que conecta el tronco de la arteria pulmonar con la arteria aorta, en la zona inmediatamente distal al cayado aórtico.

2.4.1 Frecuencia cardiaca fetal.

La frecuencia cardiaca normal de un bebé en periodo de gestación es de 120 a 160 latidos por minuto. Existen diferentes tipos de patologías que se presentan en la secuencia de los latidos del corazón del feto, cuando es mayor a 160 se lo llama Taquicardia Fetal, cuando es menor a 120 se lo denomina Bradicardia Fetal.

Existe otro tipo de patología denominada Arritmia Fetal, este tipo de patología se divide en tres partes DIP I, DIP II y DIP variable, a continuación se explican:

<i>DIP I</i>	Es la desaceleración fetal, varía la frecuencia cardiaca durante la contracción y recupera el latido luego de la contracción,
<i>DIP II</i>	Variación durante la contracción y no se recupera luego de la contracción, indica que existe sufrimiento fetal. Como ejemplo se puede citar cuando el bebé sujeta con las manos el cordón umbilical.
<i>DIP Variable</i>	Sin contracción varía el latido fetal

2.5 Medicina del corazón

El corazón debe ser controlado minuciosamente desde el momento mismo de la gestación, Es normal que una mujer embarazada se realice “monitoreos” con el fin de comprobar el buen estado de la placenta, el ritmo cardíaco y si existe posibilidades serias de sufrimiento fetal. En un adulto, un electrocardiograma puede prevenir enfermedades relacionadas con este órgano.

En el transcurso de los nueve meses, el especialista irá indicando a qué pruebas de control debe someterse. Además de hacerse reconocimientos físico generales, como evaluar la tensión arterial, el peso y el estado de las mamas, también vigilará la evolución de la salud mediante análisis de sangre, orina, test de glucosa, etc. y el desarrollo del feto a través de ecografías y de otras pruebas especiales de diagnóstico prenatal. El objeto de estos chequeos no es otro que el de confirmar que la gestación sigue un curso normal o bien solucionar cuanto antes cualquier complicación que se presente. Saber en qué consiste y qué detectan las pruebas habituales permitirán someterse a ellas con mayor tranquilidad.

Gracias a los constantes avances en la tecnología de los microprocesadores, las computadoras tienen cada vez más aplicaciones en medicina. Por ejemplo, visualizan en pantalla los órganos enfermos o el ritmo cardíaco, contribuyen a reducir el riesgo en operaciones de corazón, permiten almacenar todos los datos de un paciente en un soporte determinado y ayudan al médico a establecer el diagnóstico. Gracias a estas facilidades, el especialista tiene instantáneamente al alcance de la mano más cantidad de datos e informaciones de los que podría obtener a lo largo de su carrera profesional.

Entre los desarrollos más importantes de los últimos tiempos figuran los instrumentos que son empleados por profesionales médicos para prevenir y/o detectar afecciones cardíacas, a continuación se detallan:

2.5.1 ECG (Electrocardiograma)

Cuando el corazón late produce pequeñas corrientes eléctricas. Un "ECG" (electrocardiograma) es un registro de esta actividad eléctrica. Un ECG estándar se obtiene poniendo 12 pequeños electrodos en determinados puntos del cuerpo del paciente. Luego se enciende la máquina ECG y se realiza el registro en unos pocos minutos. La prueba es completamente indolora y no tiene ningún riesgo. La imagen superior muestra tres latidos del corazón tomados de un ECG. Cada uno de los latidos se puede dividir en tres partes principales. La primera parte es una pequeña onda en forma de u invertida que representa la contracción de las aurículas. La segunda parte es un trazo en punta que representa la contracción ventricular. La tercera parte es la onda en forma de montículo que representa la relajación de los ventrículos. analizando el patrón exacto del ECG, los médicos pueden deducir como funciona el corazón y diagnosticar sus afecciones.

2.5.2 Ecografía

Consiste en extender un gel conductor sobre el abdomen y deslizar por encima el mando del ecógrafo, que emite ultrasonidos hacia el feto y la placenta. Dichos ultrasonidos rebotan en los tejidos, y el computador transforma los datos en imágenes, mostrando al bebé en su hábitat.

Con la ecografía se detecta si el crecimiento y desarrollo fetal es el adecuado en cada momento del embarazo; si existe algún tipo de malformación física; desvela la posición del bebé y su sexo a partir del cuarto o quinto mes, si su postura permite verlo.

Este estudio se realiza para:

- Diagnosticar un embarazo ectópico (cuando el embrión se implanta en una de las trompas de falopio o en el abdomen).
- Verificar la fecha estimada de parto.
- Determinar la existencia de ciertas anomalías en el bebé.
- Para descartar o confirmar la existencia de un embarazo ante la falta menstrual después de la séptima semana.

- Determinar la causa de pérdidas de sangre (si las hubiere) durante las primeras semanas de gestación.
- Diagnosticar la presencia de un embarazo múltiple.
- Determinar posibles causas en el caso de que el útero crezca más rápido que lo normal.
- Determinar la condición de la placenta y su ubicación (la placenta previa obstruye la salida del bebé del útero).
- Determinar cambios cervicales que pueden predecir partos prematuros.
- Determinar el tamaño del bebé.
- Evaluar el estado del bebé teniendo en cuenta los movimientos respiratorios y el volumen del líquido amniótico
- Verificar la posición del bebé y del cordón umbilical previos al parto.

Este estudio se le ha realizado regularmente a las embarazadas en las últimas tres décadas y hasta ahora no se han registrado efectos colaterales. De todos modos, algunos médicos prefieren llevarlo a cabo una sola vez durante la gestación.

2.5.3 Estetoscopios

En esta investigación se pudo encontrar dos tipos de estetoscopios, el estetoscopio convencional y el estetoscopio electrónico.

2.5.3.1 Estetoscopio convencional

Con este instrumento se puede comprobar que los latidos del corazón del feto sean normales, lo que confirma su bienestar, o detectar cualquier anomalía en el ritmo o en la intensidad. La madre también puede escuchar el pequeño corazón de su hijo que mantiene un ritmo de 135 latidos por minuto el doble que el de un adulto. Lo habitual es que el ginecólogo haga este control rutinariamente a partir del segundo mes, preferiblemente en cada visita se le haga.

2.5.3.2 Estetoscopio electrónico

Este estetoscopio electrónico llamado CADIscope ha contribuido a una nueva definición del concepto auscultación, conservando la forma clásica del estetoscopio y ampliando sus funciones en base a elementos visualizadores.

Mediante un solo instrumento de fácil manejo el médico puede escuchar (estetoscopio) el tono cardíaco, siendo posible al mismo tiempo visualizar (fonocardiografía) a selección, el tono cardíaco o bien la actividad eléctrica del corazón (electrocardiograma).

El diagnóstico en sonido e imagen ayuda al médico a deducir como funciona el corazón y así deducir como funciona el corazón y diagnosticar sus afecciones.

La forma de del CADIscope es mediante el fonocardiograma y el electrocardiograma.

Fonocardiograma

Los fenómenos acústicos de un órgano son registrados y visualizados en el display dentro de su gama especificada de frecuencias. La transmisión del sonido hacia los altavoces de los auriculares tiene de forma eléctrica. Al mismo tiempo se amplifica y se filtra el tono, siendo optimizado además para la recepción acústica en el oído.

Electrocardiograma

Si se utiliza el instrumento como monitor de electrocardiograma, se despliegan en la cabeza del CADIscope dos electrodos que, junto con un tercer electrodo, forman un triángulo de Einthoven. La señal registrada en último lugar se "congela" en la pantalla.

2.5.4 Doppler fetal

Este instrumento ausculta los sonidos del feto y los amplifica con mucha claridad, el médico puede determinar si existe alguna anomalía o confirmar que el feto se encuentre en estado normal, la madre también puede escuchar los latidos de su bebé.

2.5.5 Fonendoscopio

Este aparato biauricular sirve para la auscultación del corazón del niño en estado de gestación para comprobar que su frecuencia cardíaca sea la correcta. Con este aparato el médico puede detectar anomalías como "soplos", "comunicaciones intraventriculares", "arritmias", etc.

CAPÍTULO TERCERO

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

En este capítulo se trata en forma detallada el hardware de la tarjeta de circuito electrónico para el monitor fetal, su funcionamiento y configuración. Cabe indicar que se indicará en forma resumida sobre el hardware de la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+, su instalación y configuración en el bus del PC, ya que el objetivo de esta tesis no es el tratamiento detallado del hardware en este caso la Lab-Pc+. Además se incluye un circuito electrónico para biofeedback.

Lo que se trata en este capítulo es realizar un circuito electrónico, como uno de los elementos del prototipo con materiales relativamente de bajo costo, tratando de que la respuesta del circuito sea la más adecuada.

3.1 Hardware de la tarjeta de circuito electrónico del monitor fetal

El sistema a construirse esta formado por los siguientes componentes fundamentales: el computador personal, la tarjeta Lab-Pc+, el circuito electrónico, la mujer embarazada, como se muestra en la Figura 3.1, estos componentes deben estar interconectados para el funcionamiento total del sistema, ya que la falta de uno de ellos impide su operación.

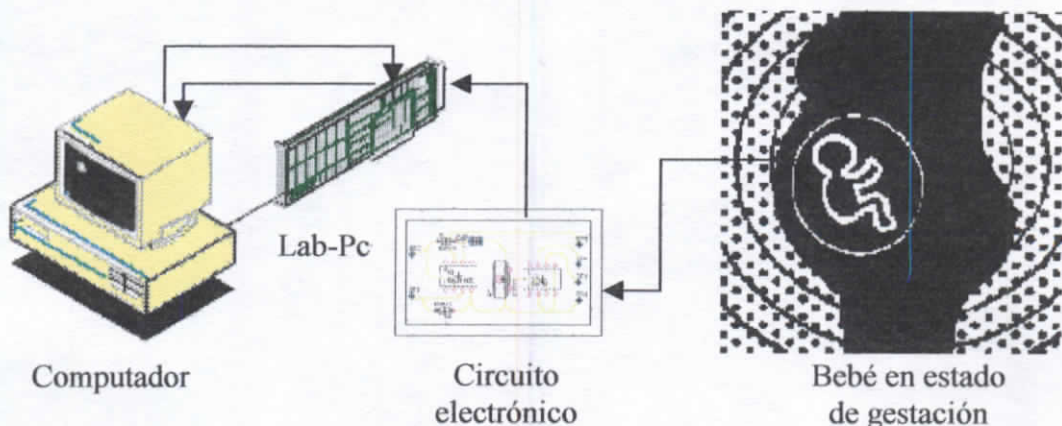


Figura 3.1: Diagrama esquemático del sistema

3.1.1 Diseño y construcción de la tarjeta de circuito del monitor fetal

En este proyecto se realiza un monitor fetal que brinda la oportunidad de poder registrar en la pantalla de una computadora, la secuencia de los latidos del corazón de un bebé en estado de gestación, es decir poder efectuar el monitoreo durante el embarazo.

Para lograrlo se propone registrar el flujo sanguíneo en el vientre de una mujer embarazada, dado que tiene relación directa con los latidos del corazón del bebé, pero además si se coloca un micrófono dinámico en el tórax de la madre se estarán registrando los latidos de su propio corazón.

El circuito que se presenta usa dos integrados y tiene una sensibilidad muy grande. La enorme sensibilidad y excelente potencia de salida, uno de ellos es el TDA7050 en cubierta DIL de 8 pins y que no exige componentes externos. El otro es un CA3140, un amplificador operacional con FET de elevado desempeño que funciona como preamplificador. La Figura 3.2, muestra el circuito completo del monitor fetal y la Figura 3.3, es correspondiente al diagrama de circuito impreso

La señal es aplicada a través de C1 y del control de volumen P1 que funciona como amplificador de la señal eléctrica producida por el flujo sanguíneo detectado que proporciona a su salida una señal que será amplificada por un amplificador operacional con FET del tipo 3140 cuya ganancia es fijada por el resistor de realimentación R, de modo tal que la salida puede conectarse a una computadora con un programa apropiado desarrollado en el lenguaje gráfico LabVIEW, para que registre el comportamiento de los latidos a través del tiempo.

Para hacer que el sonido sea menos agudo se puede conectar un capacitor de 1nF en paralelo con R1, lo que va a producir una fuerte realimentación para altas frecuencias con la reducción de la ganancia.

Por otra parte el filtrado de la señal se lo realiza con un filtro pasa bajos de la función Butterworth dentro de la programación de LabVIEW (Software).

El programa debería esperar un flanco de bajada de la señal a la salida del integrado y luego contar hasta que se produzca el siguiente flanco. Se obtendrá así una lectura en cantidad de latidos por minuto que se visualizará en la pantalla. Como el latido es constante, se podrán apreciar las variaciones en el monitor.

Con un programa apropiado se puede visualizar el valor instantáneo, el promedio en 60 segundos y la tendencia en cuanto a la subida y bajada del ritmo cardiaco.

La Figura 3.2, muestra el circuito completo del monitor fetal

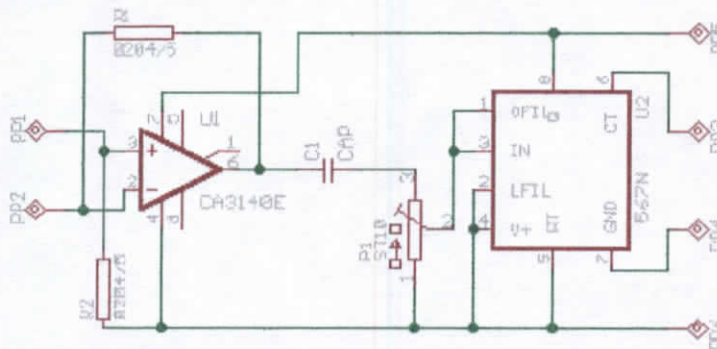


Figura 3.2: circuito del monitor fetal

La Figura 3.3, es correspondiente al diagrama de circuito impreso.

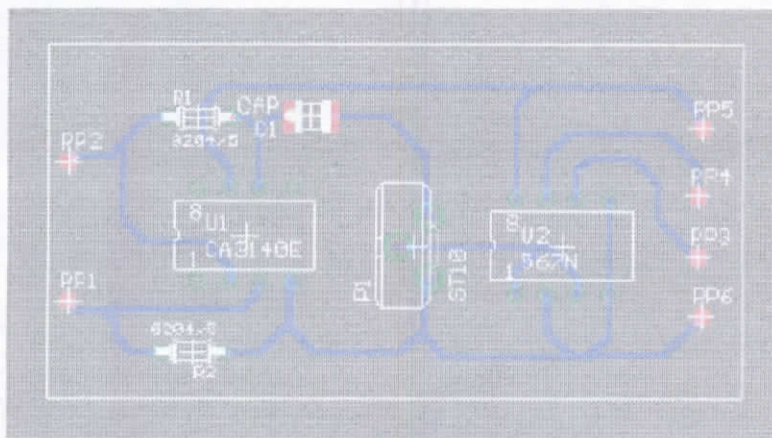


Figura 3.3: Diagrama de circuito impreso.

La lista de materiales que se utiliza para el monitor fetal son los siguientes:

C11- CA3040

C12- TDA7050

MIC- Micrófono dinámico

B1- 12V (Fuente de poder)

S1 – interruptor simple

P1 – Potenciómetro con llave de 25k Ω

R1 – 1 M Ω

R2 – 100k Ω

C1 - 1 μ F

C2 – 100 μ F x 16V

Varios: placa de circuito impreso, cables, soldadura, caja para montaje, etc.

3.1.2 Circuito electrónico del Biofeedback

Como adición a esta tesis se hizo un circuito electrónico que no tiene que ver con los objetivos planteados, pues bien, se ofrece una herramienta para experimentación que permite que una persona que sufra afecciones cardiacas se encuentre tranquilo y sin sobresaltos.

Qué es el “biofeedback”? El biofeedback o retroalimentación biológica son los estados emocionales y físicos de un individuo provocan también la manifestación de fenómenos eléctricos. La contracción o relajación de músculos, o la concentración en una tarea, son responsables por la aparición de tensiones eléctricas que pueden ser detectadas con cierta facilidad por instrumentos electrónicos sensibles, ver la Figura 3.4, Además de las tensiones eléctricas que se manifiestan, existen alteraciones en la resistencia de la piel que son justamente aprovechadas para el funcionamiento de los denominados detectores de mentiras.

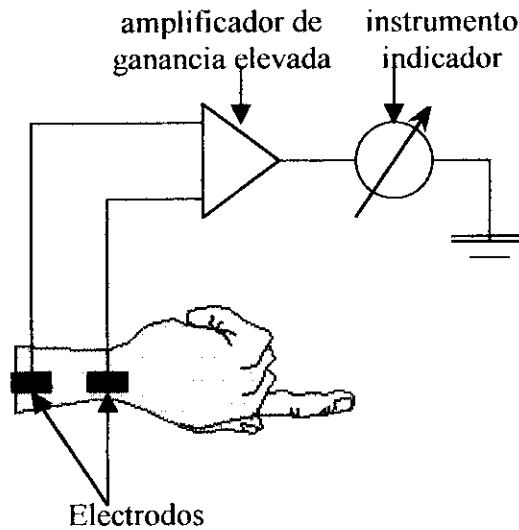


Figura 3.4: Instrumento electrónico sensible

Las alteraciones de estos potenciales o resistencias detectadas externamente sirven apenas para tener una idea de lo que pasa en nuestro organismo. Estas variaciones potenciales indican que siempre que ocurre una acción en nuestro organismo, sea para contraer un músculo o para distenderlo, al mismo tiempo vuelve a nuestro cerebro una información sobre el modo en que esta acción está siendo ejecutada. Cuando se aprieta un objeto para quebrarlo al mismo tiempo que los músculos reciben del cerebro la orden de contracción, el cerebro recibe de los órganos del tacto la información sobre la presión que se está ejecutando en un proceso de retorno.

En muchos procedimientos, el proceso natural de la información es insuficiente para posibilitar con facilidad un control de lo que ocurre. Es lo que ocurre en la relajación, donde cualquier ruido ambiental, cualquier distracción imposibilita la desconstrucción total, y esto sólo se consigue con un entrenamiento muy grande que permite obtener altos grados de concentración. Esta concentración se podría obtener con más facilidad si el cerebro del individuo recibiera un retorno reforzado que imposibilite la acción de factores que lo distraigan, consiguiendo con esto los efectos deseados.

Lo que se tiene entonces es una realimentación de señal que permite al individuo recibir de vuelta informaciones sobre una determinada acción. Esta acción puede ser una tensión muscular, una relajación o cualquier otra cosa que se pretenda. Este proceso de realimentación o “feedback” con individuos ofrece un campo interesante de investigación.

Como la realimentación es un proceso que ocurre en el individuo y puede ser detectado fácilmente, externamente, el investigador tiene un acceso mucho mayor al objeto de investigación, y permite además que el investigado controle también la experiencia.

En la Figura 3.5, se muestra un diagrama en bloques el “biofeedback” y se explica su funcionamiento. Electrodo que pueden ser colocados en la piel del paciente, detectan variaciones de su resistencia, las cuales son enviadas a un circuito sensible. Este circuito controla la frecuencia de un oscilador, convirtiendo por lo tanto variaciones lineales en variaciones de número de impulsos producidos.

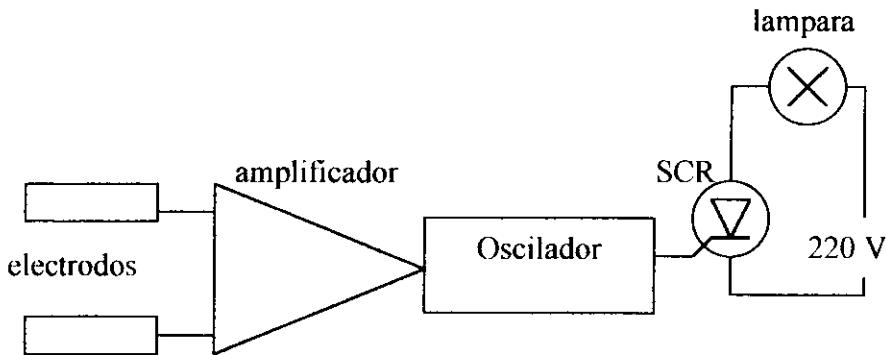


Figura 3.5: Diagrama en bloques del biofeedback

En este circuito la frecuencia básica de los impulsos producidos es determinada por el capacitor C. Para obtener rangos de impulsos que pueden ser aplicados en experimentos diversos, se usa dos capacitores diferentes.

Una característica importante del aparato es la seguridad de su funcionamiento. En la Figura 3.6, se da el circuito completo del “biofeedback” con los valores de los componentes. La placa de circuito impreso aparece en la Figura 3.7.

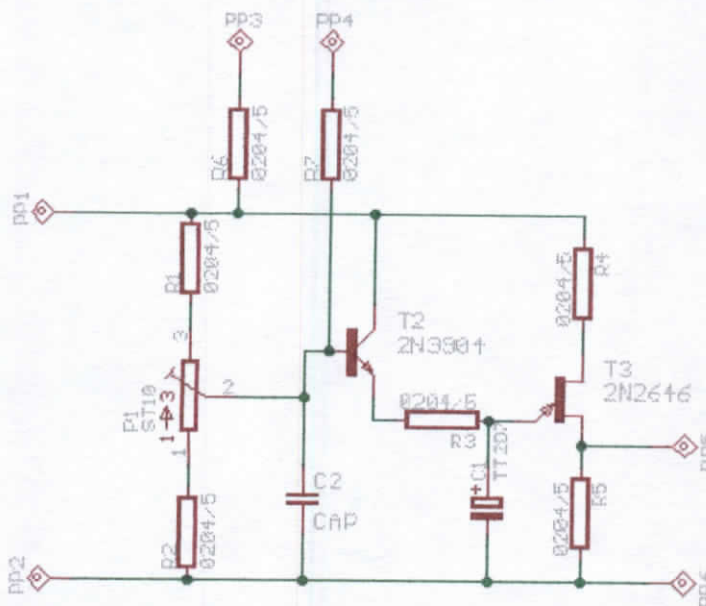


Figura 3.6: Circuito completo del biofeedback

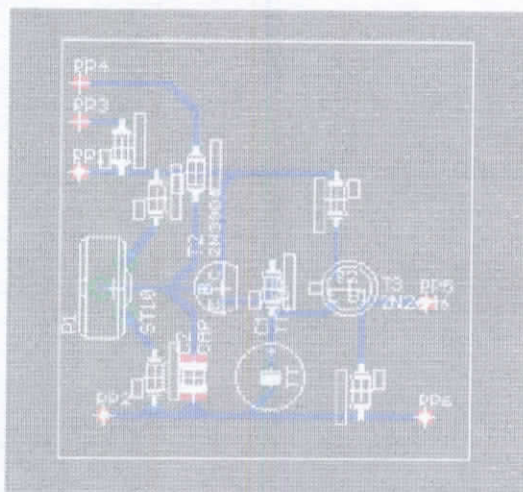


Figura 3.7: Circuito impreso del biofeedback

Para la confección de los electrodos se tiene la opción que se muestran en la Figura 3.8, se usa dos trozos de lata o bien hojas de cobre pegadas o clavadas sobre una base de material aislante, como por ejemplo madera. Los cables de conexión de los electrodos al aparato no deben tener más de medio metro y sus puntas deben llevar soldados.

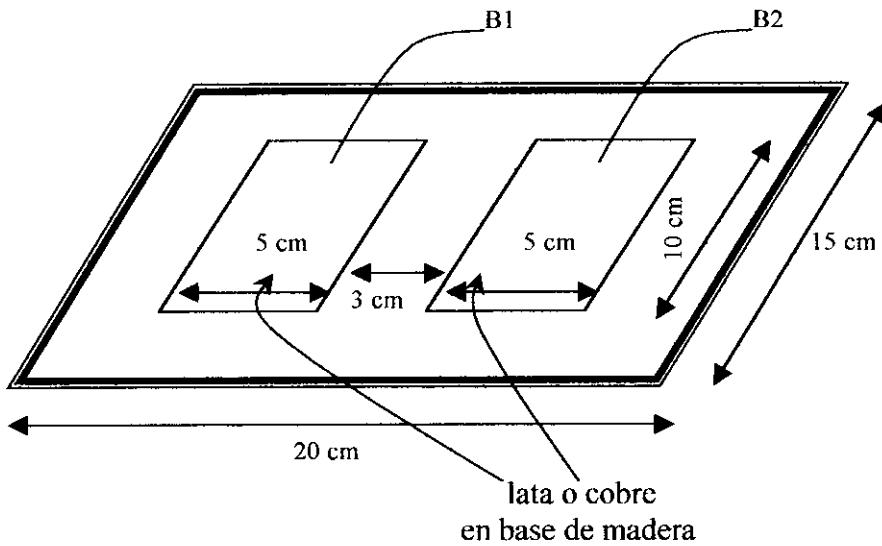


Figura 3.8: Placa de electrodos

La lista de materiales usados para el biofeedback se listan a continuación:

SCR1 – TIC – 106D O MCR106

Q1 – BC548

Q2 – 2N2646

D1, D2 – 1N4002

R1 – 10k Ω x 10W

R2 – 2k2 x 5W

R3 – 1M Ω

R4 – 470k Ω

R7 – 5k6

R6 - 470 Ω

R7 – 1k Ω

R8 – 4k7

R9, R10 – 220k Ω

C1 – 220 μ F x 25V

C2 - 1 μ F x 16V

C3 - 10 μ F X 16V

C4 - $.001\mu\text{F}$

P1 - Pote de $5\text{M}\Omega$ común

S1 – Interruptor simple

S2 – 2 polos 2 posiciones

Varios: placa de circuito electrónico impreso, cables soldadura, caja para montaje, etc.

3.1.3 Diseño de la fuente AC/DC (110V/12VDC)

Los circuitos electrónicos tanto del monitor fetal como el del biofeedback, tienen una fuente AC/DC regulada para la alimentación del circuito amplificador, la fuente se especifica en el siguiente diagrama de la Figura 3.9.

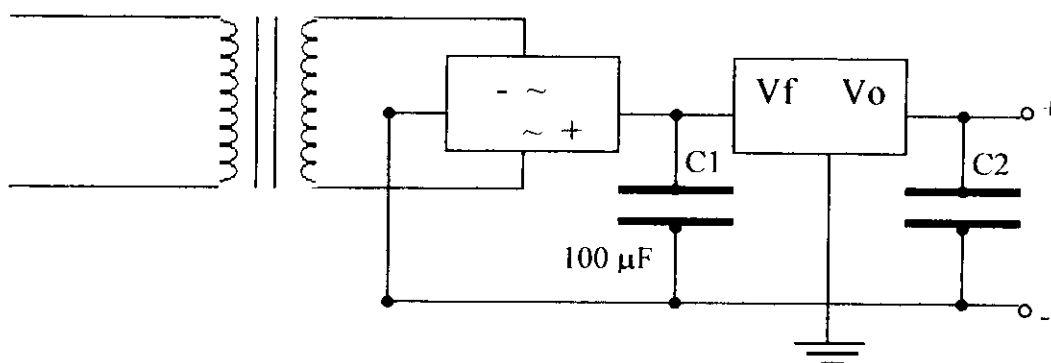


Figura 3.9: Diagrama de la fuente AC/DC

3.1.4 Diseño y construcción de la interface de comunicación

Esta etapa deberá inicializar la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+ y poder recibir datos por el mismo medio desde la tarjeta de circuito electrónico y transmitir estos datos hacia el PC.

Este diagrama se muestra en la Figura 3.4, ilustra la tarea que realiza esta interface, permite dos caminos: uno de salida desde el PC hacia la Lab-Pc+ y la tarjeta de circuito electrónico, y el otro, desde la tarjeta Lab-Pc+ hacia el PC.

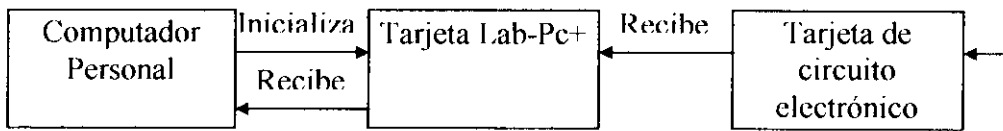


Figura 3.10: Interface de comunicación

3.2 Hardware de la tarjeta Lab-Pc+

Para realizar un análisis de la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+, se partirá de un diagrama de bloques, que indica la funcionalidad de la tarjeta, el diagrama se indica en la Figura 3.5.

Como se puede observar en la Figura 3.5, los diferentes componentes de la tarjeta son:

- Circuitos de interface del canal PC E/S.
- Entrada analógica y circuitos de adquisición de datos.
- Circuito de salida analógica.
- Circuito digital Entrada/Salida
- Circuito de temporización Entrada/Salida

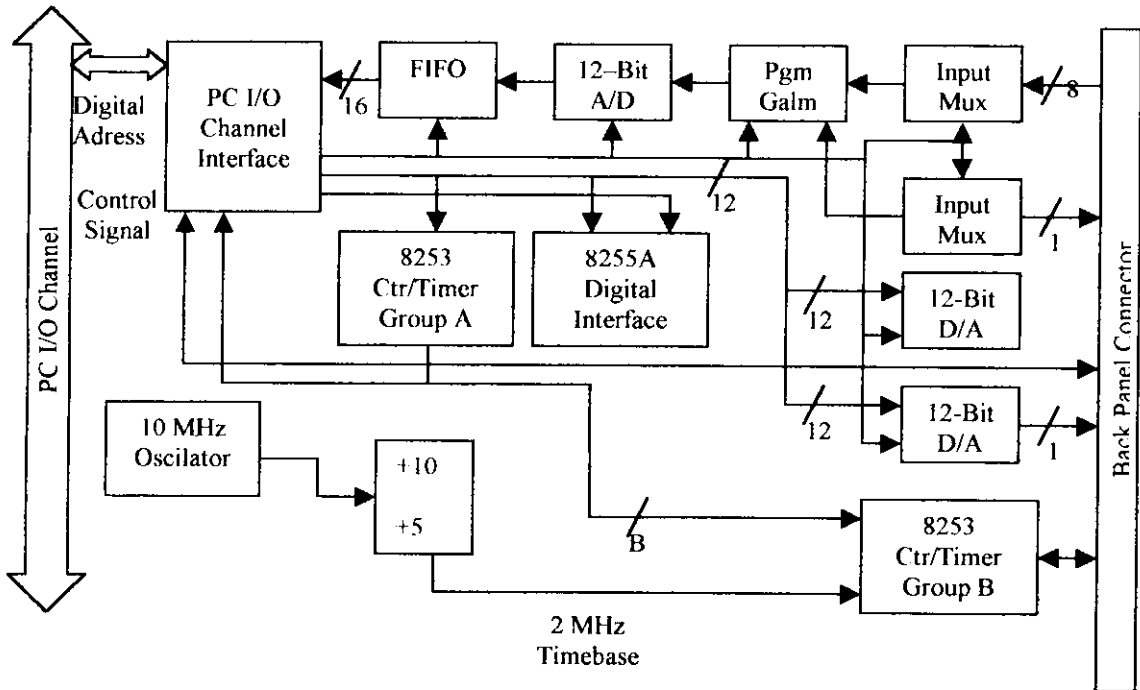


Figura 3.11: Diagrama de bloques de la Lab-Pc+.

3.2.2 Circuitos de interface del canal PC E/S

Estos consisten en: un bus de direcciones, un bus de datos, un bus de DMA, líneas de interrupción, varios controles y señales de apoyo.

3.2.3 Entrada analógica y circuito de adquisición de datos

La Lab-Pc+, tiene ocho canales de entrada analógica con ganancia programada por software y 12 bits de conversión A/D. Usando el circuito de temporización, la Lab-PC+ puede también automáticamente realizar múltiples conversiones A/D.

3.2.4 Circuito de salida analógica

La Lab-Pc+ provee dos canales de 12 bits D/A de salida. Cada canal puede tener salida unipolar o bipolar.

3.2.5 Circuito digital Entrada/Salida

El circuito digital E/S es diseñado en base al CI 8255A. El 8255A tiene 24 terminales E/S programables. Estos terminales representan 3 puertos (A,B y C) de 8 bits E/S denominados como PA<0...7>, PB<0...7>, PC<0...7> en el conector de salida Lab-Pc+ E/S. El 8255A también tiene un registro de control, en el cual se configura cada uno de los tres puertos de entrada/salida del CI. Estos puertos pueden ser programados como dos grupos de 12 señales. En adición, la tarjeta puede ser programada en uno de los tres modos de operación: básica E/S, *strobed* E/S o bus bidireccional. La Figura 3.6, indica el diagrama de bloques del circuito digital de entrada/salida.

3.2.6 Circuito de temporización Entrada/Salida

La Lab-Pc+ usa dos CI 8253 contador/temporizador para adquisición de datos temporizados y para funciones de tiempo E/S de propósito general. Uno de estos CI es utilizado internamente para la sincronización en la adquisición de datos. El otro CI esta disponible para uso general.

3.3 Configuración y tipos de conexión de la tarjeta Lab-Pc+.

La tarjeta Lab-Pc+ contiene seis *jumpers* y un DIP *switch* para la configuración de la interface de bus del PC y las definiciones de las E/S analógicas, así mismo tiene diferentes opciones de conexión de señales en los canales de E/S analógicos, en las E/S digitales y en los temporizadores/contadores.

3.3.1 Interface de bus del PC.

La Lab-Pc+ esta configurada de fábrica con una dirección base de E/S de 260 (hex), usa el canal DMA 3, y la interrupción número 5. Estas definiciones (mostrados en la tabla 1.5) son las apropiadas para la mayoría de sistemas. Sin embargo si algún sistema tuviera otra configuración de hardware y la dirección base de E/S, el canal de DMA o el número de interrupciones tuviera conflicto, se necesita realizar cambios en las definiciones, en el

hardware de sistema o en la Lab-PC+. Como se describe en las siguientes páginas. En la figura 3.6 (a) se muestra la tarjeta Lab-Pc+, y en ítem (b) de esta figura se indican los *jumpers* y el DIP *switch* que cambia la configuración de la tarjeta.

3.3.1.1 Selección de la dirección base de E/S.

La dirección base de E/S para la Lab-Pc+ esta determinada por la posición de los *switches* UI (ver figura 3.6 b). Los *switches* con la dirección de definición de fabrica que es de 260 (hex) utiliza un espacio de dirección base de E/S que va desde 260 a 27F (hex). Este espacio debe ser verificado en la computadora, que no este utilizado por ninguna otra tarjeta o interface de E/S, para que no exista conflicto.

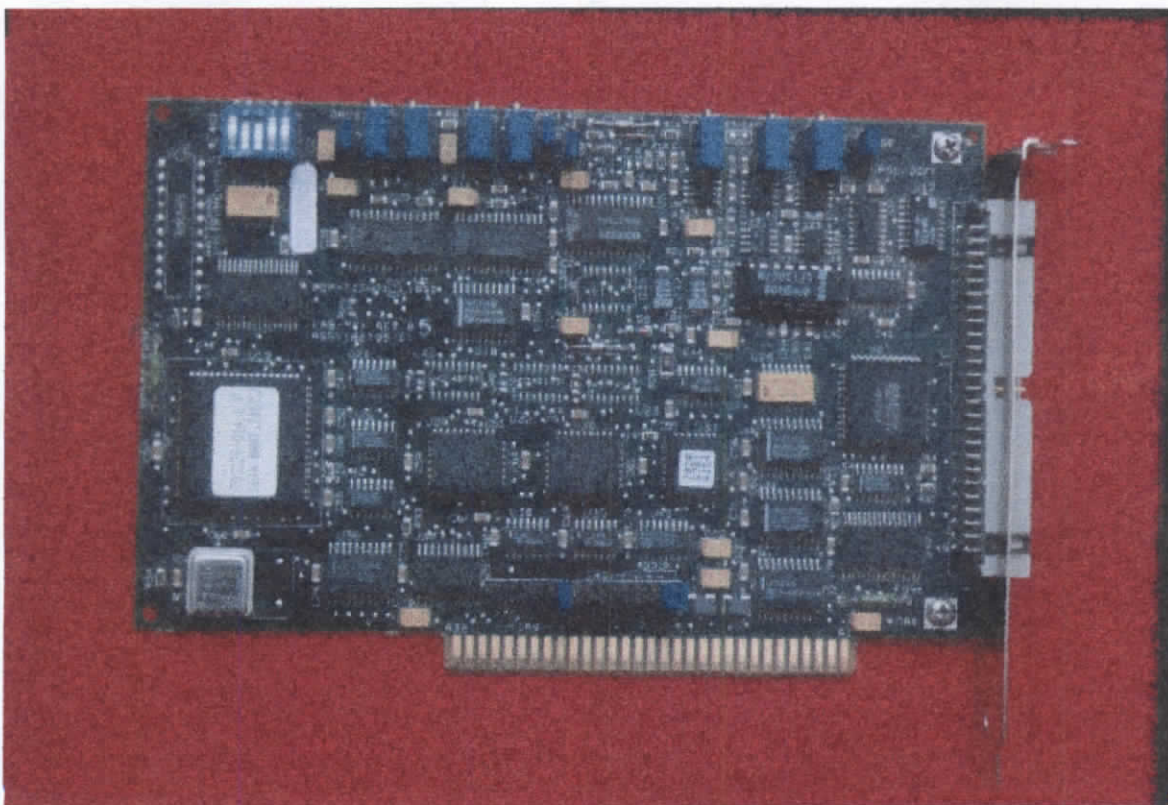


Figura 3.12 (a): Tarjeta Lab-Pc+.

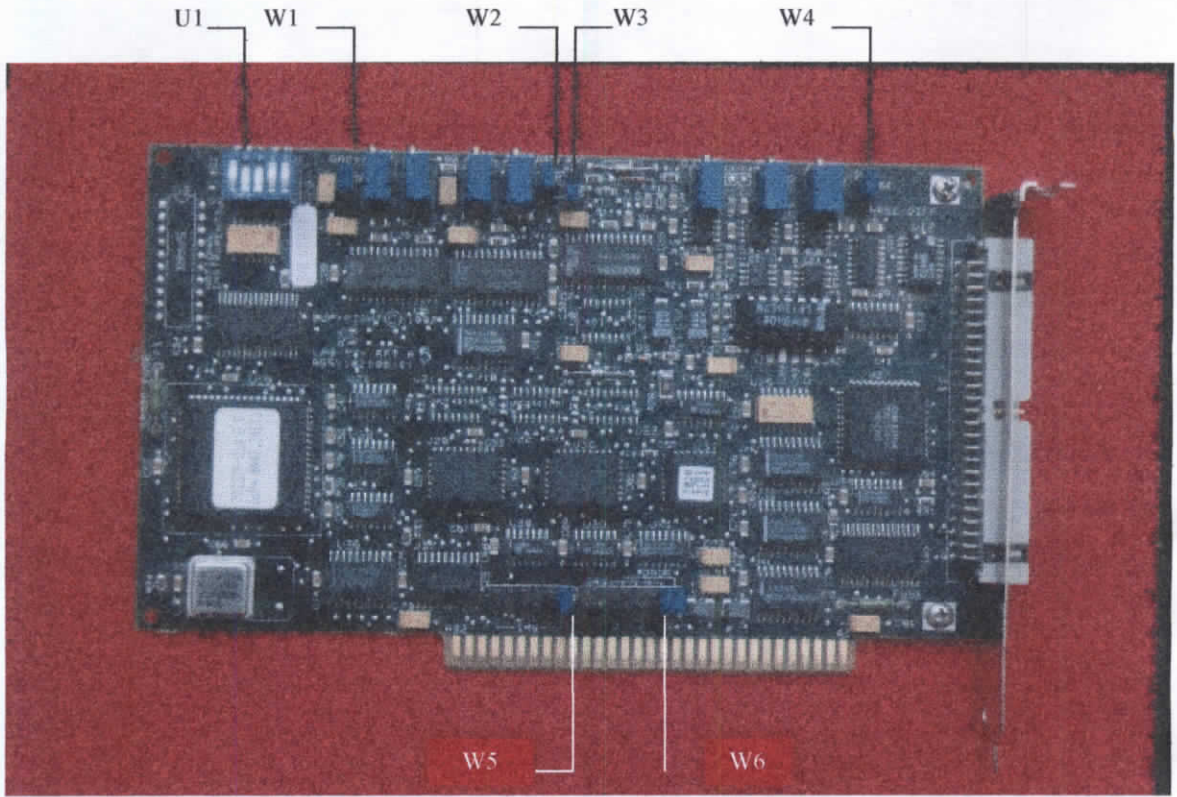


Figura 3.12 (b): Tarjeta Lab-Pc+ indicación de los *Jumpers* y *Switches*

Tabla 3.1: Definiciones de fábrica del bus de interface del PC

Lab-Pc+	Definición por defecto	Implementación del Hardware
Dirección base de E/S	260 (Hexadecimal)	<div style="text-align: center;"> <p>A9 A8 A7 A6 A5</p> </div> <p>Nota: La zona negra indica el lado del <i>switch</i> activado.</p>
Canal de DMA	Canal 3 de DMA	W6: DRQ, DACK3
Número de interrupción	Interrupción Número 5	W5: <i>Jumpers</i> eb Fila 5

Cada *switch* de UI corresponde a una de las líneas de dirección desde A9 a A5. Al posicionar al *switch* al lado indicado por OFF se selecciona un valor binario indicado por 1, una posición al lado contrario significará que ese bit es 0. Los cinco bits menos significativos de dirección (A4 a A0) son decodificados por la Lab-Pc+, para seleccionar el registro apropiado de la Lab-Pc+. La Tabla 3.2 lista todas las posibilidades de direccionamiento de los *switches* de la dirección base E/S y el espacio usado por dicha definición.

3.3.1.2 Selección de canal DMA.

La Lab-Pc+ selecciona el canal de DMA por medio de los *jumpers* en W6 (ver Figura 3.6), como ya se sabe el canal definido por defecto es el 3. Esta definición debe ser cambiada cuando otro elemento o interface esté ocupando el mismo canal de DMA.

El hardware de la Lab-Pc+ puede usar además de canal 3, los canales 1 y 2. Hay que señalar que estos son los tres canales de 8 bits en el canal del PC E/S. La Lab-Pc+ no esta en la capacidad de configurarse para utilizar los canales de DMA de 16 bits en el canal del PC AT E/S.

Cada canal de DMA consiste de dos líneas de señal como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2: Canales de DMA para la Lab-Pc+.

Canal de DMA	Reconocimiento de DMA	Pedido de DMA
1	DACK1	DRQ1
2	DACK2	DRQ2
3	DACK3	DRQ3

Nota: En la mayoría de PCs el canal 2 de DMA esta reservado para los drives de disco

Dos *jumpers* son necesarios para seleccionar el canal de DMA. Las líneas de pedido y reconocimiento de DMA deben tener el mismo subíndice para una operación apropiada. La

Figura 3.7, despliega la posición de los *jumpers* para la selección del canal DMA 3, y las posiciones sugeridas para la selección de los otros canales. Si no se quisiera utilizar DMA para la transferencia de datos entre el PC y la Lab-Pc+, se puede deshabilitar el DMA con la localización de los *jumpers*, como indica la Figura 3.8

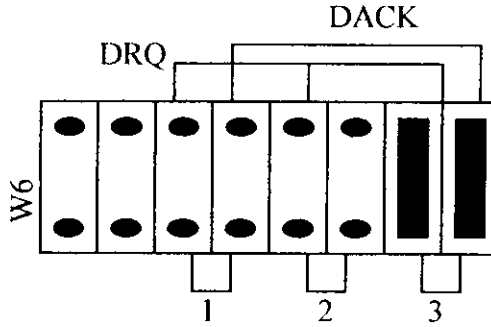


Figura 3.13: Posición de los *Jumpers* para cada canal de DMA 3 (definición de fábrica)

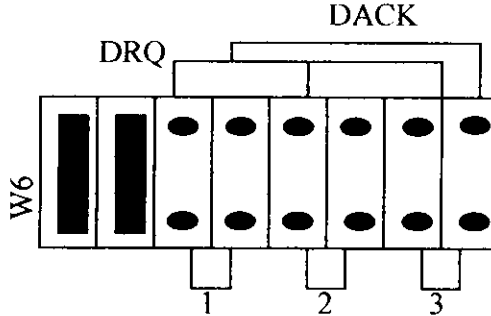


Figura 3.14: Posición de los *Jumpers* para deshabilitación de DMA

3.3.1.3 Selección de interrupción

La Lab-Pc+ puede conectarse a cualquiera de las seis líneas de interrupción del canal de PC de E/S, la línea de interrupción se selecciona por un jumper en W5 (ver Figura 3.6 b). Para usar la capacidad de interrupción de la Lab-Pc+, se debe seleccionar una línea de interrupción y localizar el *jumper* en la apropiada posición para habilitar esa línea particular de interrupción.

La Lab-Pc+ puede compartir las líneas de interrupción con otros aparatos por el uso de un driver tri-estado, que maneja su línea seleccionada de interrupción. El hardware del Lab-PC+ soporta las líneas de interrupción IRQ3, IRQ4, IRQ5, IRQ6, IRQ7 y IRQ9.

Cabe señalar que la IRQ6 no se puede utilizar, ya que esta es utilizada por el conector del *diskette drive*, en la mayoría de los computadores IBM PC y compatibles.

En la Figura 3.9, se muestra la posición de los jumpers para la línea de interrupción 5 que es la definida por defecto, si se quisiera cambiar la línea de interrupción, solamente hay que posicionar el *jumper* en la posición de la línea de interrupción requerida. Al igual que el DMA la transferencia de datos por interrupción de la Lab-Pc+ puede ser deshabilitada posicionando el *jumper* como se indica en la Figura 3.10.

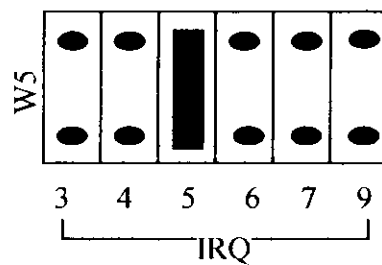


Figura 3.15: Posición de los *Jumpers* para la línea de interrupción IRQ5 (Definición de fábrica)

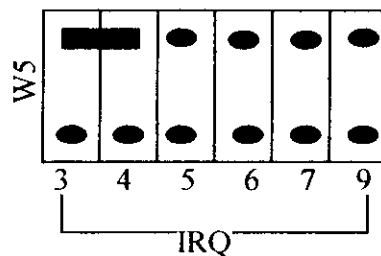


Figura 3.16: Posición del *Jumper* para deshabilitación de interrupción

3.3.2 Posición de los *Jumpers* para la configuración de E/S analógicas

La Lab-Pc+ esta configurada de fábrica para las E/S analógicas de la siguiente manera:

- Modo de entrada de referencia única
- $\pm 5V$ de rango de entrada
- Salida analógica bipolar
- $\pm 5V$ de rango de salida

La Tabla 3.3, lista todas las configuraciones por *jumpers* disponibles para la E/S analógicas.

Tabla 3.3: Posición de los *Jumpers* de las E/S analógicas

Parámetro	Configuración	Posición de Jumpers
Polaridad de Canal CH0 de salida	Bipolar: $\pm 5V$ (Definido de fábrica) Unipolar: 0 a 10V	W1: A-B W1: B-C
Polaridad de Canal CH1 de salida	Bipolar: $\pm 5V$ (Definido de fábrica) Unipolar: 0 a 10V	W2: A-B W2: B-C
Rango de Entrada	Bipolar: $\pm 5V$ (Definido de fábrica) Unipolar: 0 a 10V	W3: A-B W3: B-C
Modo de Entrada	Modo RSE (Definido de fábrica) Modo NRSE Modo DIFF	W4: A-B W4: B-C W4: B-C

3.3.2.1 Configuración de Entradas analógicas

La Lab-Pc+ destaca tres diferentes modos de entrada, un modo de entrada de referencia única (RSE), entrada de sin referencia única (NRSE), y entrada diferencial (DIFF)

- **Entrada diferencial (DIFF)**

Entrada diferencial significa que cada señal en entrada tiene su propia referencia, y la diferencia entre cada señal y su referencia es medida. En este modo la señal ocupa un canal (canales 0, 2, 4, 6) y su referencia ocupa otro canal (canales 1, 3, 5, 7), de este modo un

canal diferencial de entrada esta formado por dos canales individuales, de tal manera que la Lab-Pc+ puede monitorear cuatro canales de entrada diferenciales. Para definir el modo diferencial se debe modificar tanto el hardware por medio del *jumper* W4 como se muestra en la Figura 3.11, y por software al definir (1) el bit SE/D del registro de comando 4.

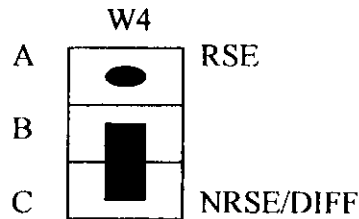


Figura 3.17: Configuración para modo DIFF de entrada

- Entrada de referencia única (RSE).

Entrada de referencia única (RSE), significa que todas las señales de entrada tienen como referencia un solo punto común de tierra, que esta también ligada a la tierra analógica de entrada de la Lab-Pc+ (AISENSE/AIGND). En este modo la entrada negativa del amplificador diferencial esta ligada a la tierra analógica. Esta configuración es útil cuando las señales proceden de fuentes de punto flotante. Con esta configuración de entrada la Lab-Pc+ puede monitorear ocho diferentes entradas analógicas. En este modo se posiciona el *jumper* W4 como se indica en la Figura 3.12 y el bit SE/D del registro de comando 4 debe ser 0.

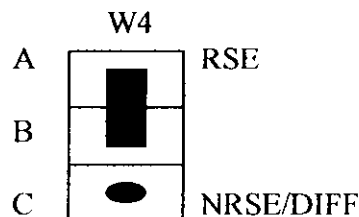


Figura 3.18: Configuración de entrada en modo RSE

- Entrada de sin referencia única (NRSE)

La entrada de sin referencia única, significa que todas las señales de entrada tienen referencia un mismo punto común de voltaje (el punto común no es tierra), el cual es flotante con respecto a la tierra analógica de la Lab-Pc+. Este punto común de voltaje en consecuencia se resta a la salida por el amplificador de instrumentación. Esta configuración es útil cuando cuando se miden señales con referencia a tierra. Para seleccionar la configuración de entrada NRSE, la posición del *jumper* es la misma que la indicada en el modo diferencial y el bit SE/D del registro de comando 4 debe ser 0.

3.3.2.2 Configuración de la polaridad de entrada analógica

En las entradas existen dos rangos disponibles en las entradas analógicas, un rango bipolar de $\pm 5V$ y un rango unipolar de 0 a 10V. El *jumper* W3 controla el rango de entrada para todos los 8 canales de entrada analógicos.

La Figura 3.13: muestra la posición que debe tener el *jumper* para la selección bipolar y unipolar.

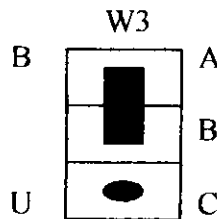


Figura 3.19: Configuración para entrada bipolar (Definición de fábrica)

3.4 Instalación y configuración de la tarjeta Lab-Pc+

La tarjeta Lab-Pc+ puede ser instalada en cualquier *slot* de expansión de 8 o 16 bits del PC, esta operación se realiza con la PC desconectada Luego se conecta la PC, conociendo de antemano, la posición de los *jumpers* de dirección, canal DMA, número de interrupción IRQ, modo bipolar o unipolar y modo entrada analógica. Con estos datos se procede a configurar y probar la tarjeta. Esto se realiza en base al utilitario WDAQCONF, que se encuentra dentro de las opciones del LabVIEW. Si no se dispone del programa LabVIEW,

entonces se hace necesario instalar la versión del NI-DAQ que viene junto con la tarjeta. Cabe añadir que el utilitario WDAQCONF es parte de la versión NI-DAQ, que viene incluida como biblioteca de trabajo dentro del LabVIEW.

3.4.1 Configuración y prueba del hardware de la Lab-Pc+ usando el WDAQCONF.

Este utilitario es aplicable para PCs con bus ISA (AT), PS/2 MCA, y bus EISA. Como el proyecto está desarrollado en un PC de bus ISA (AT), se describirá la configuración y prueba en este tipo de bus.

Al ejecutar el utilitario WDAQCONF, aparece una ventana en donde se muestra el número de asignación y el nombre de la tarjeta instalada en el bus, así como una sección que describe las definiciones de la tarjeta. Se dispone también la opción de configuración y prueba de la tarjeta instalada. Activar esta opción se tiene la ventana en donde se muestra las definiciones por defecto de la tarjeta si es la primera vez de instalación.

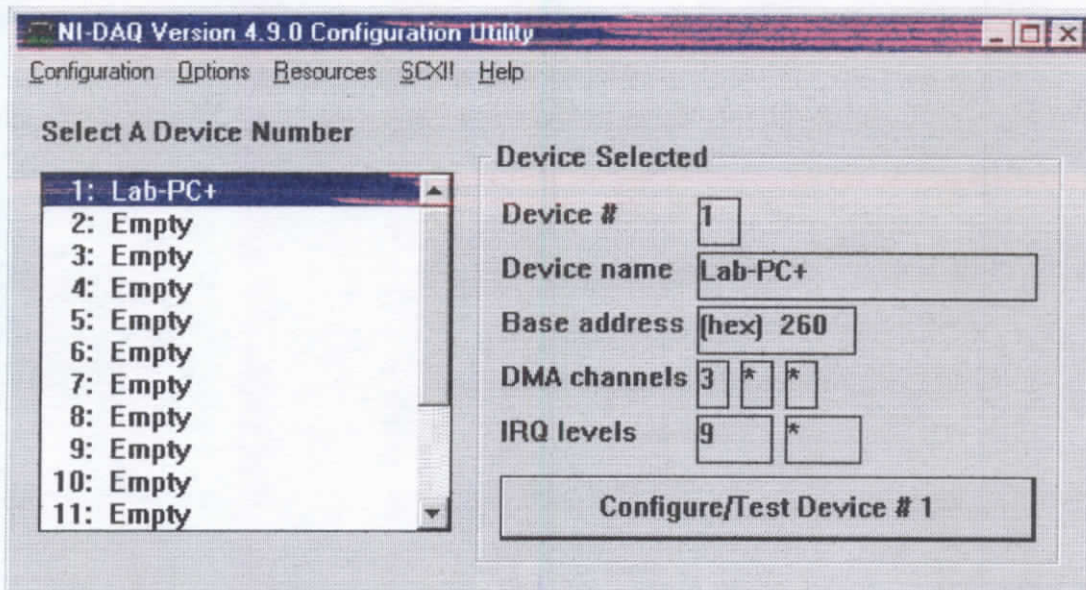


Figura 3.20: Ventana de configuración del hardware

Si no se ha cambiado ninguna de las definiciones de fábrica de la tarjeta, estos coincidirán con las definiciones en la ventana. Si por requerimientos del sistema, se tuvo que cambiar

una definición, ésta se actualiza en la ventana. Las definiciones correctas, deben ser grabadas. La Figura 3.11, muestra la ventana de opciones.

Otra configuración que debe ser realizada en las entradas analógicas (polaridad y modo de entrada RSE, NRSE, o DIFF). En esta configuración, deben coincidir las posiciones de los *jumpers* en la tarjeta con las definiciones indicadas en esta ventana. Si las definiciones por defecto han sido cambiadas, en esta ventana se deben actualizar los cambios. Una vez que las definiciones estén comprobadas, entonces se procede a grabarlos. La Figura 3.12, muestra la ventana de esta configuración.

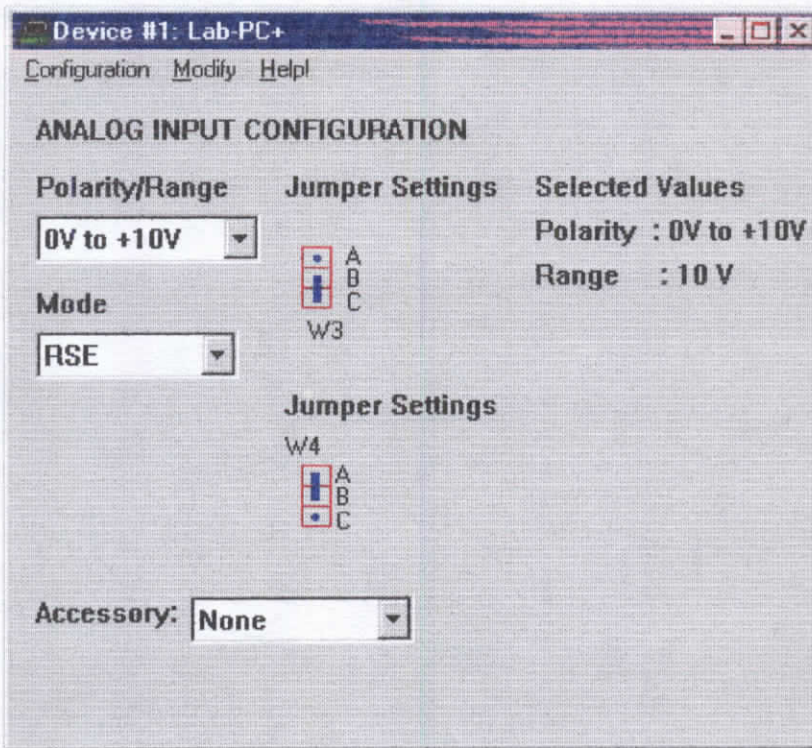


Figura 3.21: Ventana de configuración de las entradas analógicas

En la ventana de configuración, también incluye la opción de prueba, en donde se puede comprobar las definiciones de la tarjeta. Si están correctos y no existe problemas o bloqueos con el sistema, se indicará que la configuración de la tarjeta es la correcta. En esta ventana también se pueden comprobar todos los servicios de la tarjeta como las entradas y salidas analógicas, las entradas y salidas digitales y los

contadores/temporizadores. La prueba se realiza en una simple medición o detección en el caso de las entradas y de activación o generación de voltaje en el caso de salidas. La Figura 3.13, muestra la ventana de prueba.

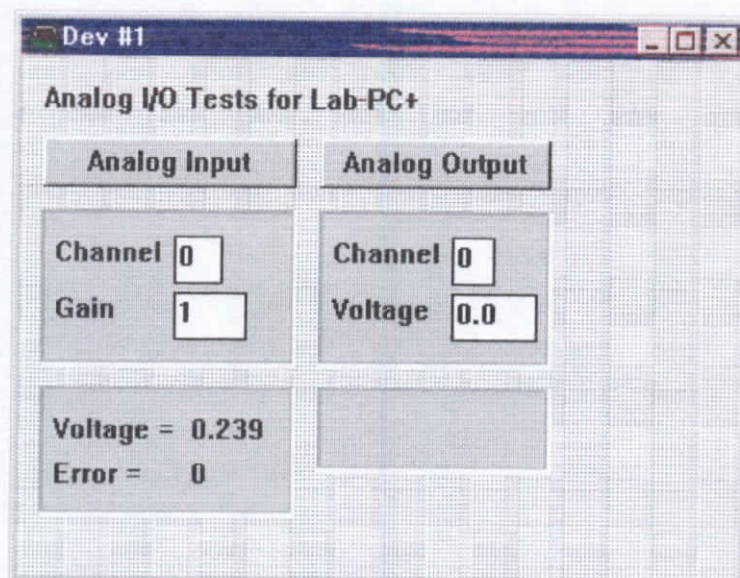


Figura 3.22: ventana de prueba del hardware

CAPÍTULO CUARTO

4. DISEÑO DEL SOFTWARE PARA LA INTERFACE ENTRE EL COMPUTADOR Y EL MÓDULO ELECTRÓNICO.

El propósito de este capítulo es desarrollar el software que permita al prototipo realizar: el control del funcionamiento de la tarjeta de circuito electrónico, medir la secuencia de los latidos del corazón de un bebé en periodo de gestación, recibir este dato por medio de la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+, lo que permitirá registrar la presión sanguínea, visualizar el valor instantáneo, el promedio en 60 segundos y la tendencia en cuanto a la subida y bajada del ritmo cardíaco en el monitor del computador.

Para su funcionamiento el sistema requerirá de un software que permitirá la interfaz entre el computador y el módulo electrónico. Así, el software desarrollado enviará un código de inicio a la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+, para que pueda leer los datos desde la tarjeta de circuito electrónico, acondicionar los datos y poder visualizar y registrar la presión sanguínea.

4.1 Diseño general

El software que permite dibujar la frecuencia del ritmo cardíaco en tiempo real se debe realizar usando la herramienta apropiada para este tipo de aplicaciones como lo es LabVIEW. El software se ha diseñado en forma modular de tal manera que facilite al usuario su uso; los diferentes módulos podrán ser invocados a través de un programa general o podrán ejecutarse de manera independiente.

Resumidamente, el software a desarrollar realizará lo siguiente: enviará datos de inicio al a la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+, esperará recibir por el mismo medio el resultado de la medición de la auscultación que se realizará con el módulo electrónico, procesará la información recibida transformándola a medidas de nivel de frecuencia,

acondicionará esta información y la visualizará en la pantalla del computador. Este funcionamiento general se puede visualizar en forma de diagrama en la Figura 4.1.

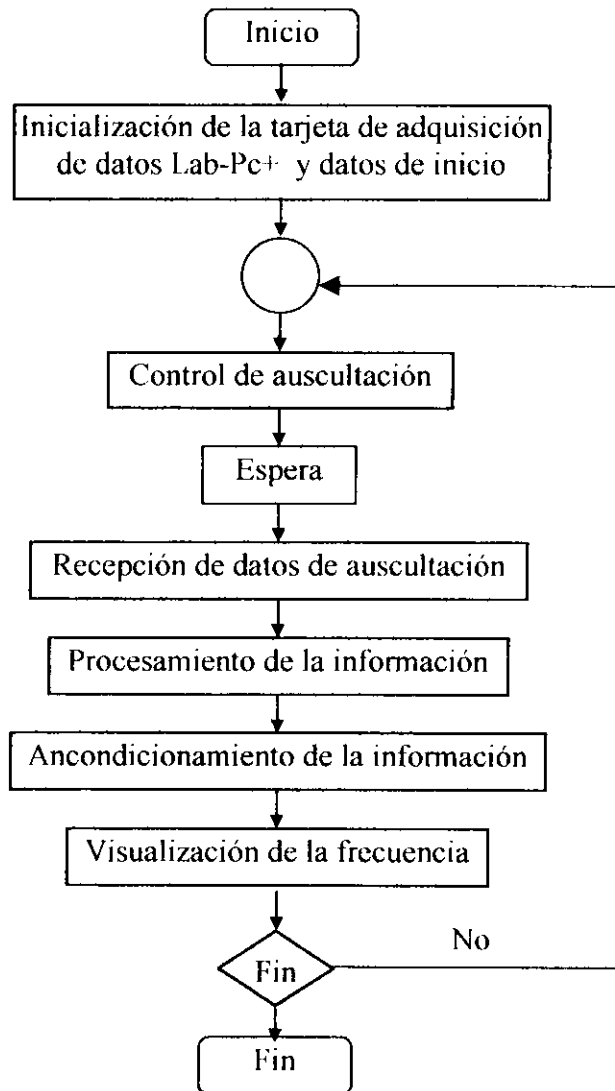


Figura 4.1: Algoritmo para el funcionamiento general

La estructura de las tareas del algoritmo general se describen a continuación:

Inicialización de la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+ y datos de inicio

Inicializar tarjeta de adquisición de datos

Determinar los segundos a medir

Fin tarea

Control de auscultación

Colocar el receptor de auscultación en el vientre de la mujer embarazada

Fin tarea

Espera

Espera la llegada de información por la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+

Fin tarea

Recepción de datos de auscultación

Recibe valores significativos de auscultación

Fin tarea

Procesamiento de la información

Convierte valor de tiempo discreto en tiempo

Determina la frecuencia cardiaca de la mujer embarazada

Fin tarea

Acondicionamiento de la información

Determina el rango en el que se halla la frecuencia del ritmo cardiaco

Fin tarea

Visualización del nivel de frecuencia

Muestra en la pantalla el nivel de la frecuencia cardiaca

Fin tarea

La pantalla de “Interfaz con el usuario” se concibió de la siguiente manera: la pantalla principal mostrará 3 botones, cada uno de los cuales invocará una acción particular. Se consideraron las siguientes acciones:

Medición, este módulo se encargaría de visualizar la tendencia en cuanto a la subida y bajada del ritmo cardiaco en el monitor del computador guardará en un archivo de texto, FRECUENCIA.TXT, la fecha y hora de inicio, los “n” datos adquiridos y la fecha y hora

de finalización de la adquisición. Para satisfacer este objetivo se desarrolló un programa que cumpla las tareas del funcionamiento general y se agregaron las tareas necesarias para guardar la información. Este módulo se desarrolló en base al diagrama funcional indicado en la Figura 4.2

Demo, este módulo simularía la frecuencia del ritmo cardiaco de una mujer en estado de gestación, no se guardará ningún archivo ya que este módulo se utilizaría cuando no se tenga todos los instrumentos para medir el ritmo cardiaco de un bebé en estado de gestación, este módulo se desarrolló en base al diagrama funcional indicado en la Figura 4.1.

Explicación, este es un módulo encargado de proporcionar únicamente información acerca del sistema incluirá un resumen de las características de las diferentes partes que constituyen el prototipo.

La mayoría de las tareas que se indican en la Figura 4.2 se describieron anteriormente, por lo que, en esta parte, se describirán únicamente las tareas adicionales.

Abrir archivo de texto

Abre archivo de texto

Fin tarea

Escribe la fecha y hora de inicio de la adquisición

Captura la fecha y la hora del computador

Escribir los datos anteriores en el archivo FRECUENCIA.TXT

Fin tarea

Archivar número de dato y dato

Escribe en el archivo FRECUENCIA.TXT el nivel de la frecuencia cardiaca.

Fin tarea

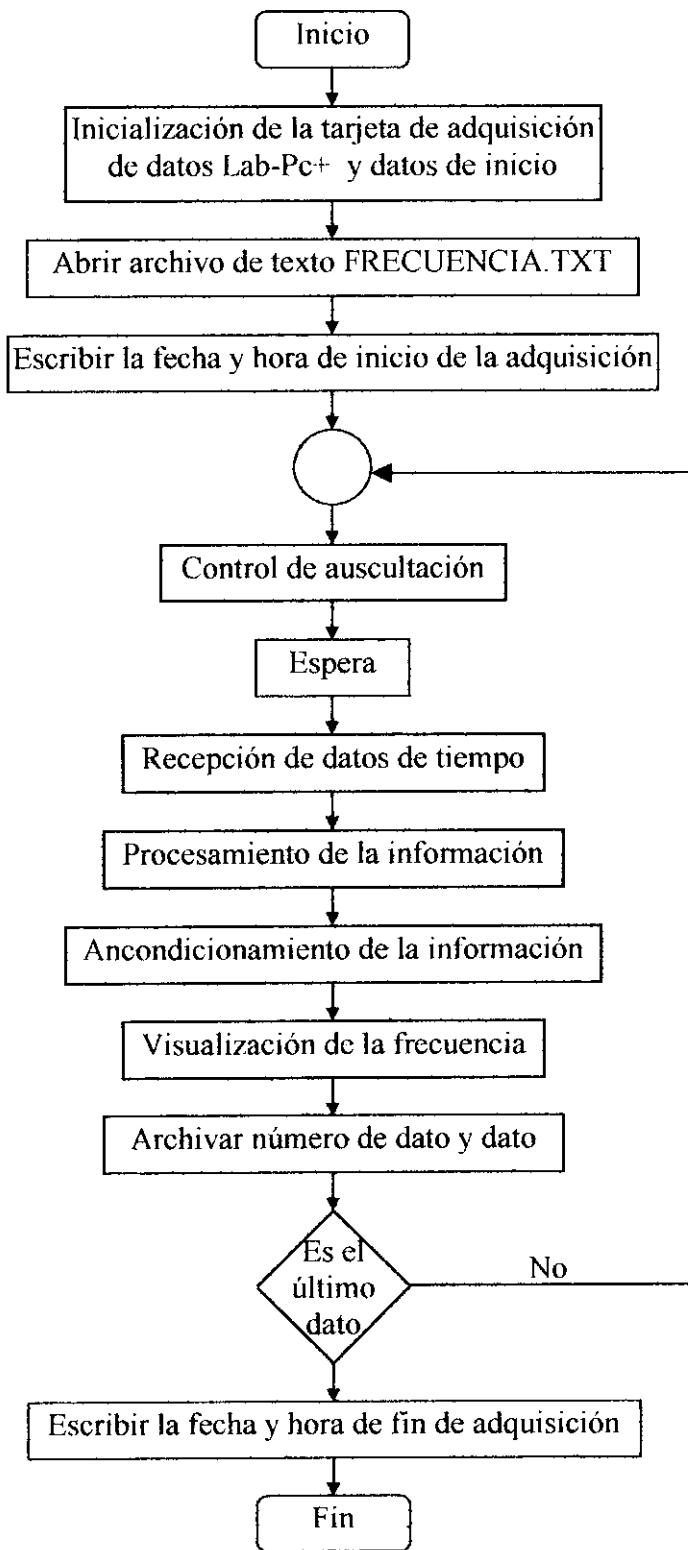


Figura 4.2: Algoritmo del módulo Medición

Escribir la fecha y hora de finalización de la adquisición

Captura la fecha y hora del computador

Fin tarea

4.2 Diseño del Panel Frontal

Para comenzar a implantar el sistema, se necesita de 3 botones designados como: Medición, Demo y Explicación, para dar al usuario el control básico sobre la aplicación se explicarán cada uno de los programas a continuación:

Al invocarse el programa principal, éste presentará la pantalla que se observa en la Figura 4.3.

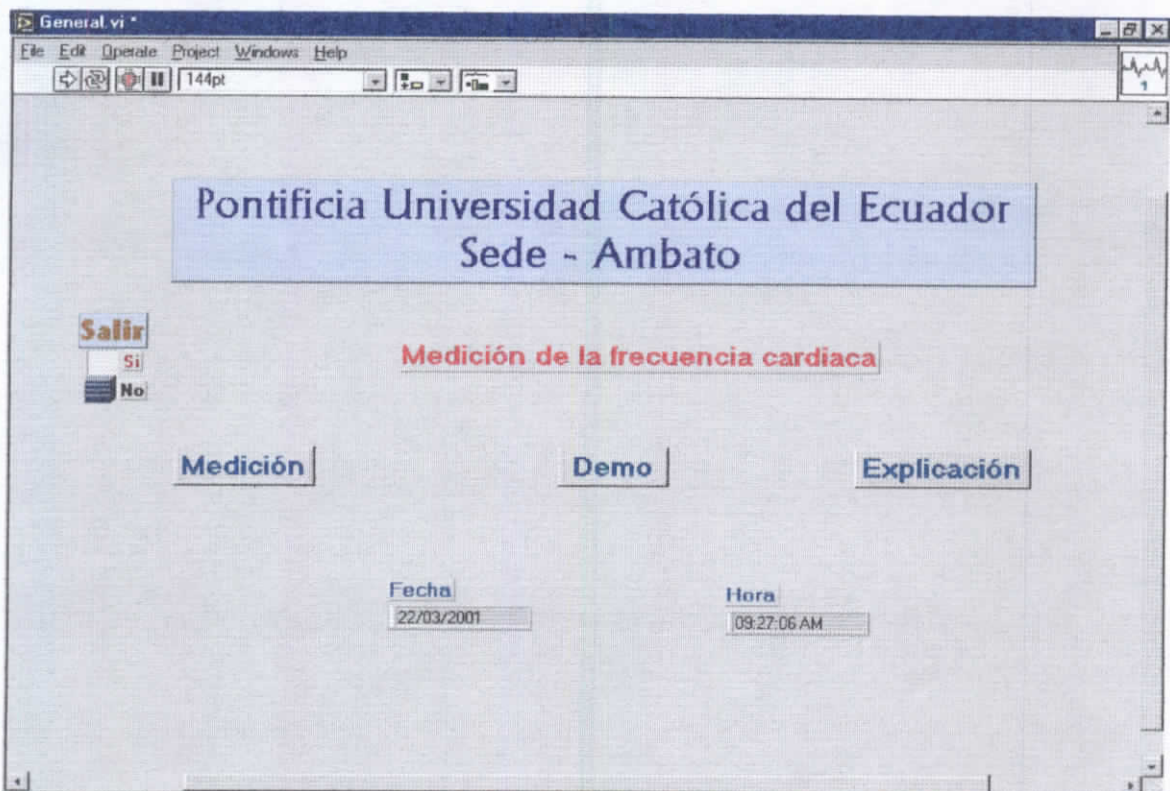


Figura 4.3: Panel frontal del módulo General

El panel de control del programa general presenta tres botones designados como: *Medición*, *Demo* y *Explicación*. El acondicionamiento de cada uno de estos invoca al módulo correspondiente, es decir, el botón medición invoca al módulo encargado de

realizar la medición en tiempo real, el botón demo al módulo de demostración y así para el botón explicación.

Además de estos tres botones se observa la fecha, la hora, y un interruptor etiquetado como *Salir* que permite finalizar el programa.

Los módulos Medición y Demo presenta en sus paneles frontales los siguientes elementos comunes: un botón de encendido etiquetado como *Regresar/Terminar*, un indicador visual que señala el funcionamiento del programa *Operando*, un control que permite ingresar el tiempo en segundos para la toma de la presión cardiaca etiquetado como *Tiempo a medir*, un indicador visual que anuncien que la frecuencia cardiaca sea normal o que tenga alguna patología, un botón *Pausa* que permite detener momentáneamente el funcionamiento, la *Fecha y Hora*.

4.2.1 Módulo medición

El módulo medición permite medir la secuencia de los latidos del corazón de un bebé en periodo de gestación, para esto el programa envía a la tarjeta de adquisición los datos, los mismos que la tarjeta de circuito electrónico necesita para iniciar su funcionamiento. Este módulo tiene en su panel frontal, a más de los elementos comunes, un trazador gráfico. Al ejecutar este módulo ya sea del programa general o de manera individual presenta el panel frontal de la Figura 4.4. Una vez recibidos los datos de auscultación desde la tarjeta de circuito electrónico los envía a través de la tarjeta de adquisición de datos Lab-Pc+, el PC toma estos datos y los acondiciona de tal manera de obtener el nivel de la presión cardiaca en el trazador gráfico en tiempo real.

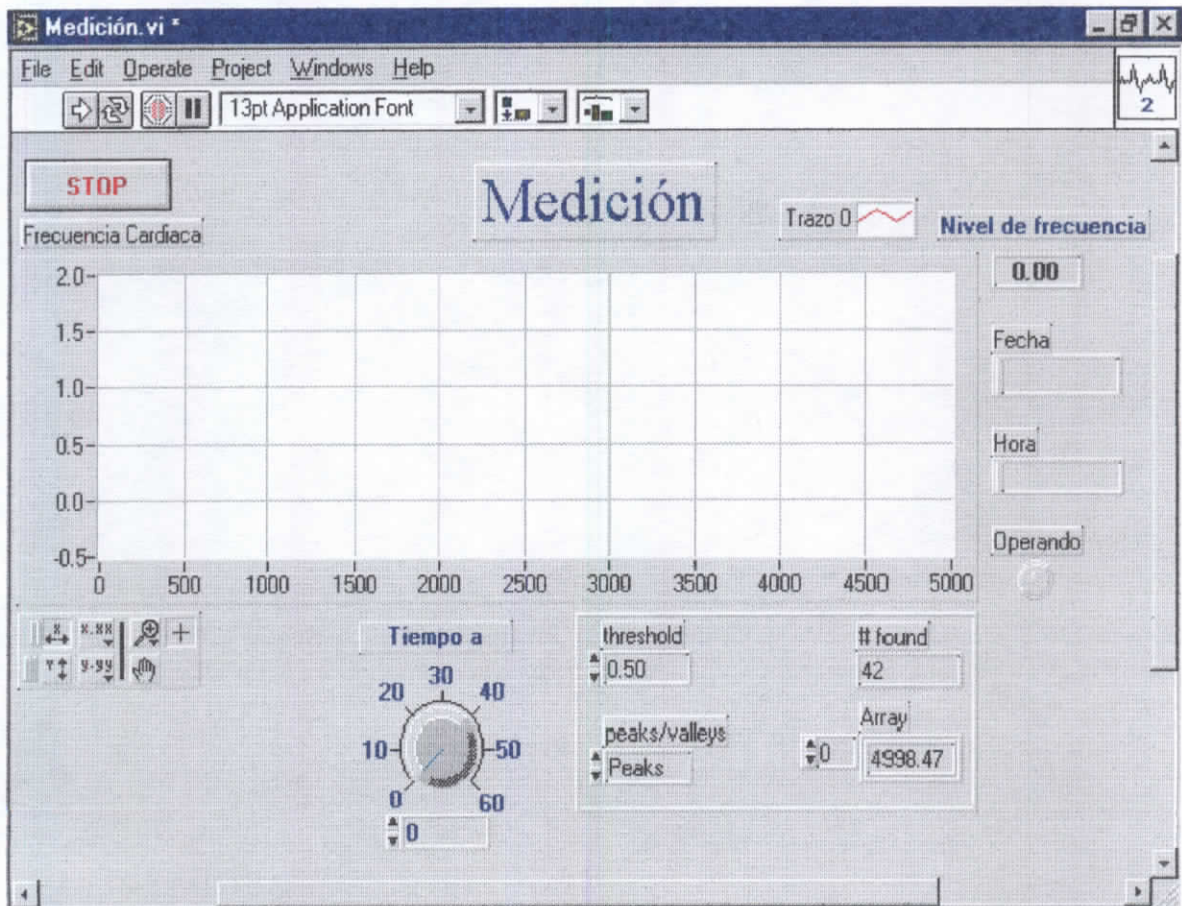


Figura 4.4: Panel frontal del módulo Medición

4.2.2 Módulo demo

Este módulo se utiliza cuando no se tiene una o todas las partes que se necesitan para la medición de la secuencia de los latidos del corazón del feto. El módulo demo trabaja de la misma manera que el módulo de medición con la diferencia que los datos son cálculos de funciones trigonométricas que simulan la frecuencia cardiaca, el panel frontal de este módulo difiere del de la Figura 4.4. en que: se aumenta un control numérico para indicar el número de muestras que se desea. El panel frontal correspondiente a este módulo se puede apreciar en la Figura 4.5.

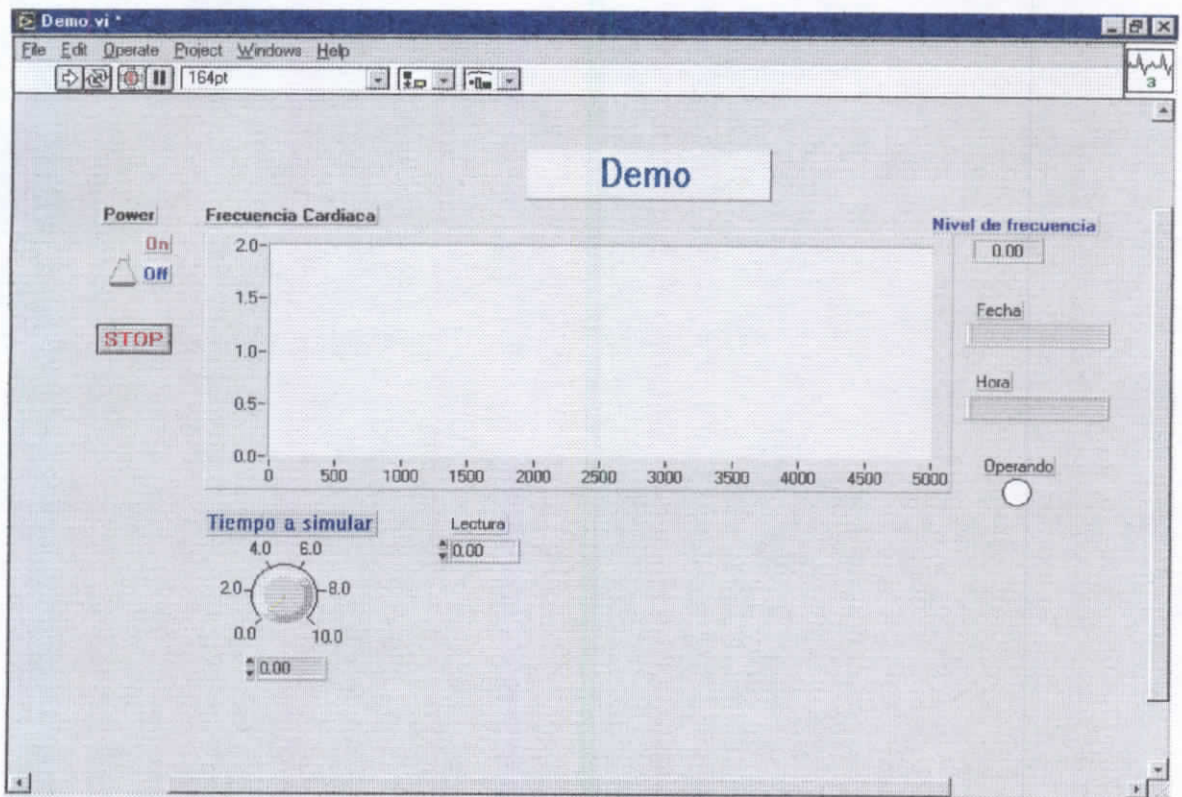


Figura 4.5: Panel frontal del módulo Demo

4.2.3 Módulo explicación

Este módulo proporciona una explicación de las partes involucradas en el desarrollo de este trabajo, cada una de estas partes puede ser seleccionada del menú, una vez seleccionada se abre la presentación de páginas preparada para cada ítem, se puede navegar en las páginas mediante botones de avanzar o retroceder.

El panel frontal correspondiente a este módulo se puede apreciar en la Figura 4.6.

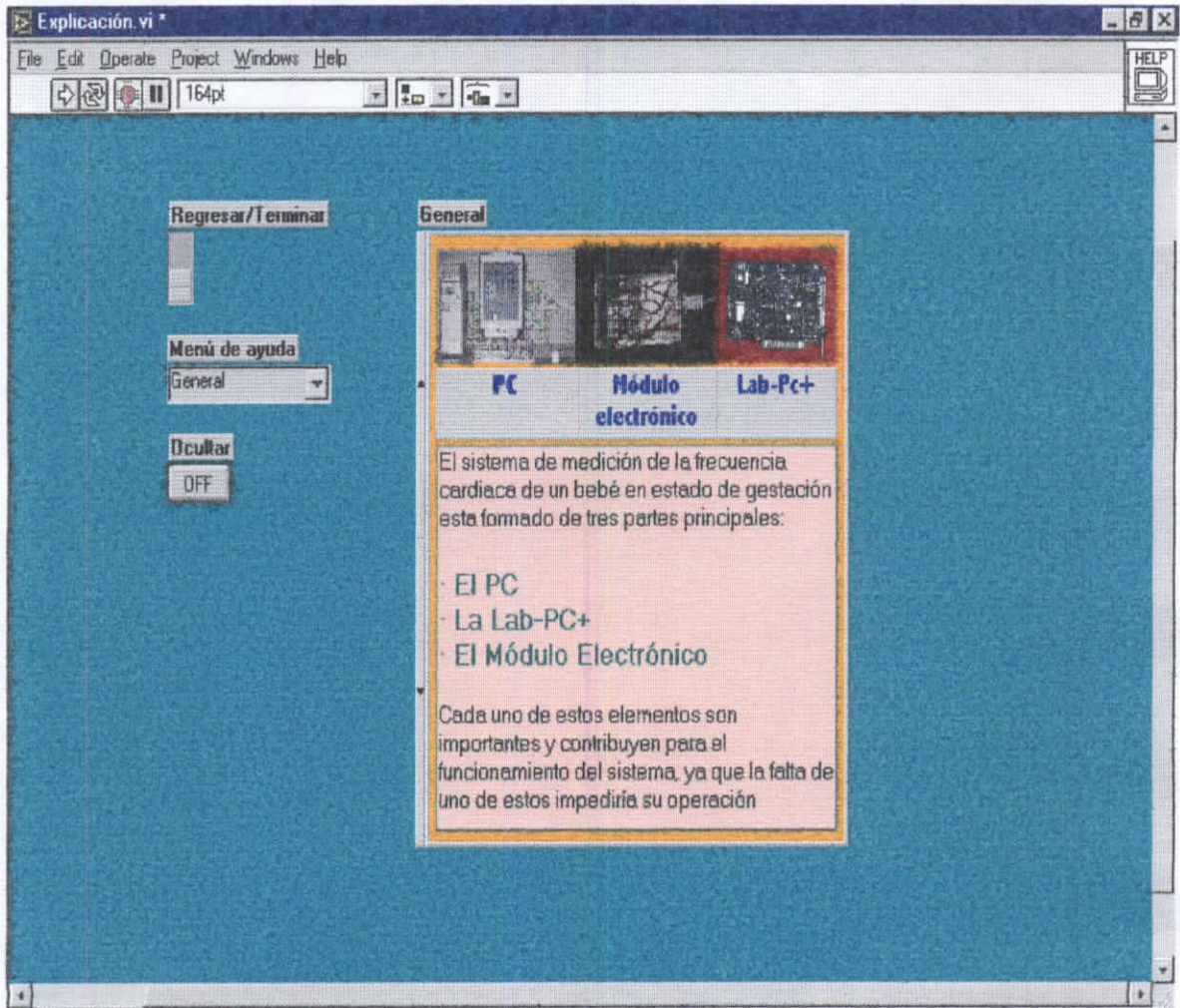


Figura 4.6: Panel frontal del módulo Explicación

La información sobre los diferentes programas desarrollados en la realización de la presente aplicación se adjunta en el ANEXO C de este trabajo.

CAPÍTULO QUINTO

5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan las pruebas realizadas y los resultados obtenidos en la elaboración del presente trabajo.

El prototipo no puede funcionar por partes, es decir para realizar cualquier prueba de funcionamiento todas las etapas involucradas deben estar operativas e interconectadas.

El circuito electrónico construido para detectar el ritmo cardíaco de un bebé en estado de gestación se observa en la Figura 5.1. Cabe indicar que este prototipo también registra la secuencia cardíaca de cualquier persona, por lo que se realizó las pruebas a diferentes individuos.

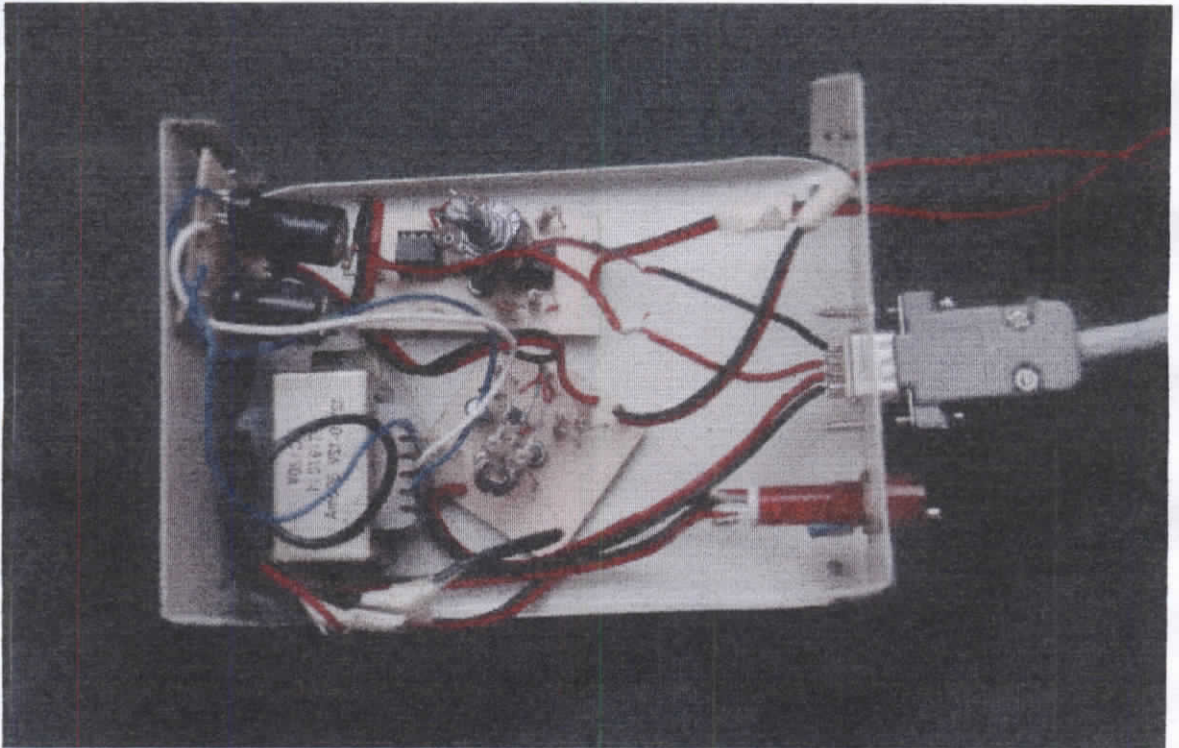


Figura 5.1: Circuito electrónico construido

5.1 Pruebas y resultados de los circuitos construidos

El circuito construido acepta ondas hasta frecuencias de 40 KHz., con un valor máximo de 10 Voltios, la sensibilidad puede ser calibrada con un potenciómetro interno del circuito electrónico del monitor fetal

El prototipo funciona apropiadamente si la frecuencia de la señal emitida esta en el rango dada por el fabricante del sensor, Un filtro pasa bajos de 25 Hz dentro del programa filtra los pulsos tomados por el sensor, eliminando el ruido estático en el micrófono.

5.2 Pruebas y resultados del prototipo completo

Una vez que se encuentran interconectados todos los elementos para detectar el ritmo cardíaco de un bebé en estado de gestación. Se puede realizar las pruebas del sistema total.

Las pruebas que se realizan están encaminadas a determinar el rango de respuesta del prototipo y el comportamiento del mismo ante variaciones dinámicas del nivel de frecuencia del ritmo cardíaco.

Para determinar el rango de respuesta del prototipo se debe realizar la siguiente prueba bajo el siguiente esquema: colocar el sensor o un amplificador en el vientre de la madre, mantenerlo allí hasta realizar la adquisición de la frecuencia cardíaca, el programa realiza tres pruebas y saca el valor del nivel de la frecuencia del ritmo cardíaco en un promedio de 60 segundo, se mantiene este tiempo ya que el promedio para la toma de la frecuencia cardíaca es generalmente de 1 minuto.

El tiempo de adquisición puede ser modificado en el panel control correspondiente módulo Medición del programa desarrollado en LabVIEW, razón por la cual el tiempo que se tome puede ser cualquier otro sin alterar de ninguna manera el funcionamiento.

Los resultados obtenidos de esta forma se registran en los indicadores del panel frontal, queda a criterio utilizar este prototipo con la supervisión de un profesional médico, que pueda evaluar los resultados conseguidos, a continuación se encuentran las pruebas realizadas.

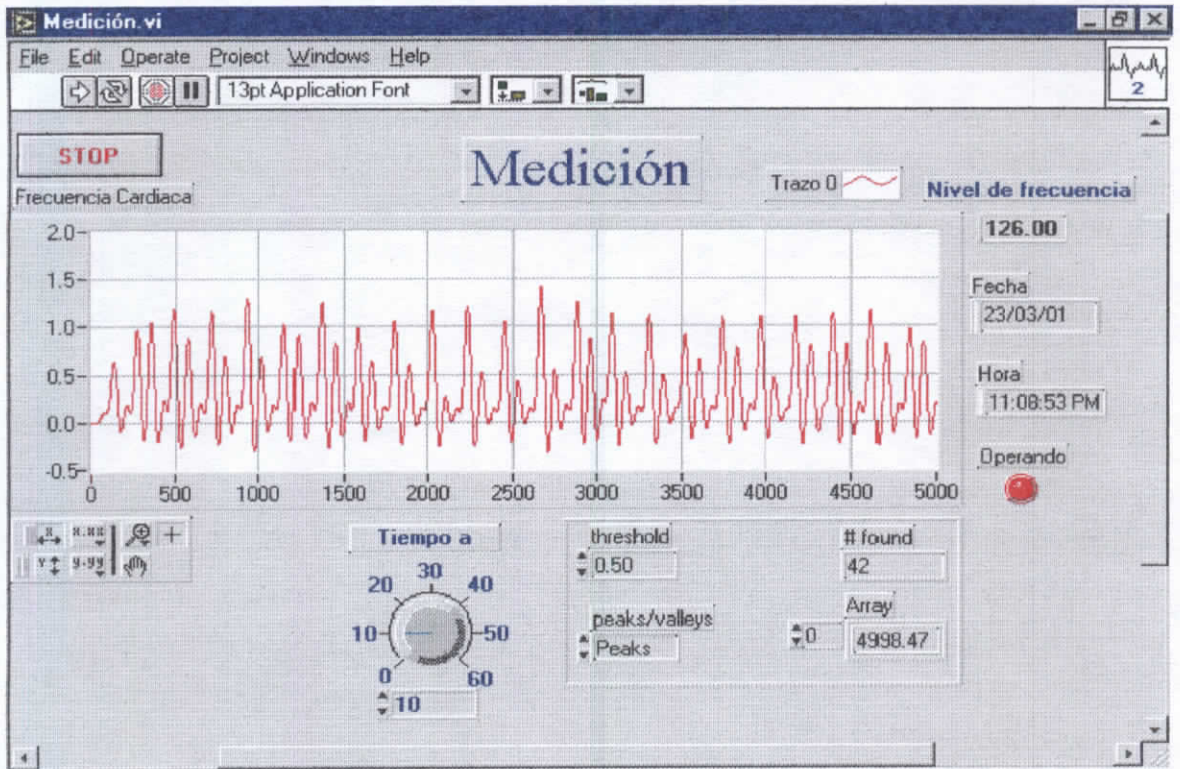


Figura 5.2: Frecuencia cardíaca de un bebé de 24 semanas en gestación

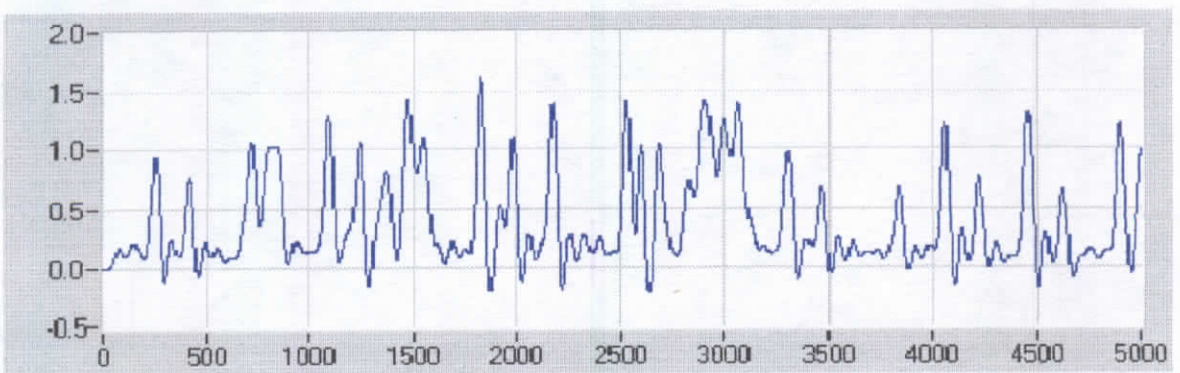


Figura 5.3: Frecuencia cardíaca de una mujer de 24 semanas de embarazo (84 latidos por minuto)

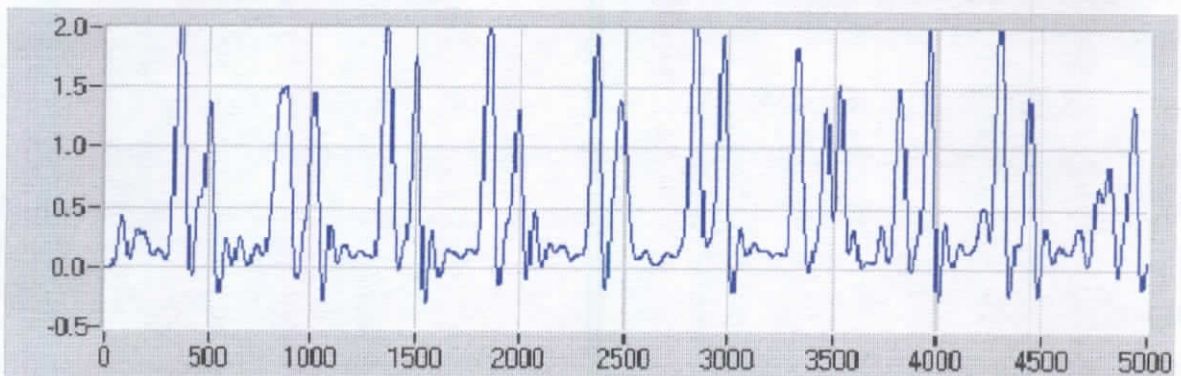


Figura 5.4: Frecuencia cardíaca de un hombre de 32 años (66 latidos por minuto)

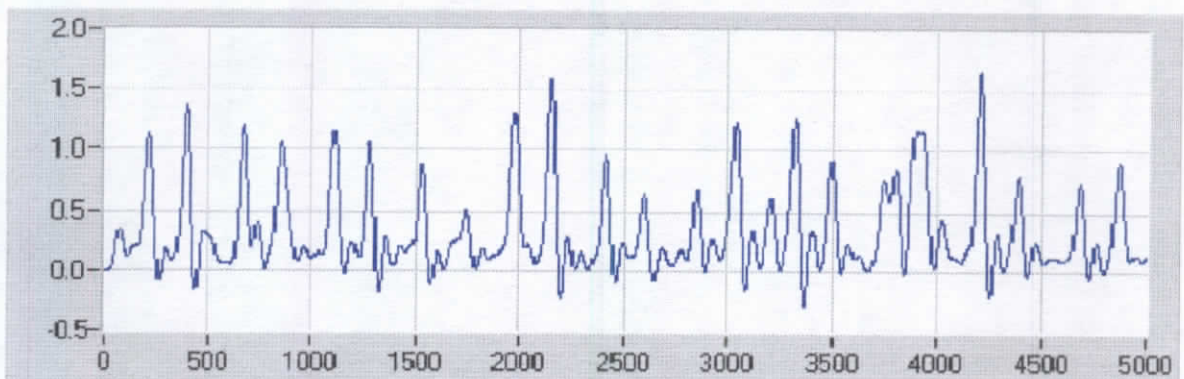


Figura 5.5: Frecuencia cardíaca de una mujer de 47 años (72 latidos por minuto)

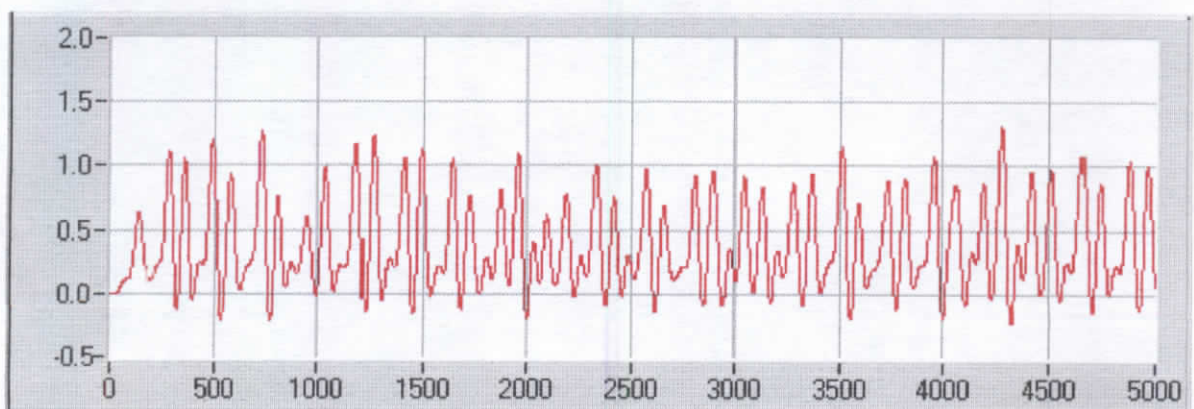


Figura 5.6: Frecuencia cardíaca de un hombre de 52 años (66 latidos por minuto)

CONCLUSIONES

Las conclusiones de un proyecto, son sin duda los indicadores más importantes del cumplimiento de los objetivos y metas planteados previo a su realización y sintetizan las diversas experiencias obtenidas durante el desarrollo del proyecto. Por esto se puede decir, que la realización de esta tesis, deja una gran satisfacción por la obtención de los objetivos y metas planteados y poder aportar con esta idea en la solución de un problema planteado desde el campo médico, lo que aporta en la comunicación que debe fomentarse entre la universidad y el sector médico del país.

- El sistema combina hardware y software para obtener la solución a un problema planteado específico, señalando que la tendencia tecnológica se basa en el desarrollo de software más poderosos, para el manejo y manipulación de hardware.
- Mientras en un sistema se disminuya la implementación de hardware, reemplazándolo por software, el sistema tiende a ser más fiable y menos dependiente de mantenimiento, aumentando la eficiencia del sistema.
- Para resolver problemas de aplicación específicos, es útil y de alta eficiencia el uso de tarjetas de adquisición de datos (Lab-Pc+) en base al uso de un computador, ya que la transferencia de datos por el canal de E/S del PC es mucho más eficiente y rápido lo que aprovecha de mejor manera los recursos del PC, llámese a estos DMA, uso de interrupción y líneas de control.
- En la realización de proyectos como éste, las especificaciones y requerimientos deben ser compatibles, con las normas estándar industriales y con la disponibilidad de elementos o aparatos adicionales.
- Sin duda la utilización de un software de programación gráfica, como el LabVIEW es una novedad por la manera como este trabaja en relación a los

programas convencionales de este tipo. No obstante su utilización requiere de conocimientos básicos de programación y de bases sustentables en instrumentación.

- La modularidad que ofrece el programa LabVIEW para desarrollo de aplicaciones presenta enormes ventajas, en la facilidad de fragmentar la solución de un problema mayor en diferentes módulos o partes.
- El sistema que está desarrollado en base a una tarjeta de adquisición de datos a un PC lo hace flexible y manipulable, para poder utilizarlo en cualquier medición estándar, ya que el uso de Pc como interface de comunicación entre el usuario y un sistema de control o supervisión están difundiendo rápidamente.
- No se debe escatimar gastos en la implantación de hardware por más pequeño que este sea, ya que la eficiencia de software depende directamente de la fidelidad del hardware. Buscar soluciones improvisadas o más baratas en hardware, al final representa presencia de errores, pérdida de tiempo, y decremento de eficiencia y fidelidad en el producto final.
- El aprovechar recursos de hardware y software de alta tecnología ya creados para la realización de aplicaciones, no significa de ninguna manera limitar la capacidad de diseño en la ingeniería en un medio como el nuestro, sino más bien significa aprender y aplicar lo que está realizado para en un futuro proyectar una tecnología propia en base a lo ya creado. Se puede recordar, uno de los postulados de calidad que llevó a Japón a su revolución industrial *“La tecnología no es de quien lo crea sino de quien lo utiliza”*.
- La realización de una tesis de grado en base al desarrollo de un proyecto, debe basarse en la investigación al rodearse de la mayor cantidad posible de información con respecto al tema y a las posibles herramientas de ayuda para su desarrollo. En éste ámbito se debe recurrir a la ayuda o asesoría técnica que ofrezca el medio interno o externo, es imposible culminar un proyecto sino se

busca la información y para esto es importante relacionarse con las personas que conozcan sobre el tema. Es por esto que la realización del proyecto además de cumplir con los objetivos técnicos planteados, deja la satisfacción de tener una relación con el medio, algo que sin duda será importante en el desarrollo profesional futuro.

RECOMENDACIONES

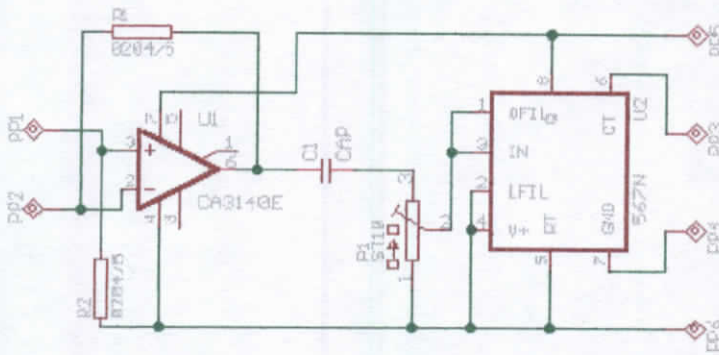
- El prototipo desarrollado presenta resultados aceptables, sin embargo el sistema puede ser mejorado y adaptado para cubrir otros tipos de aplicaciones.
- Es recomendable que el PC esté dotado de Windows 95 y 16 MB en RAM como mínimo, para que el programa funcione de manera correcta.
- Es importante que para el desarrollo de un software de control, supervisión o análisis de datos en base a la adquisición de datos, se disponga una plataforma de hardware de alta fidelidad, que tenga a su vez requerimientos compatibles con recursos disponibles para el usuario.
- Verificar que las señales de entrada a la tarjeta no exceda los límites máximos de entrada, antes de su conexión.
- El programa general realizado en LabVIEW, no tiene todavía autonomía propia, porque no se a creado un ejecutable de éste. Lo que en otros programas se conoce como compilación, en el LabVIEW no se encuentra directamente esta opción por lo que es necesario un software adicional denominado Application Builder de la misma firma comercial (National Instruments) que se encarga de compilar la aplicación realizada en LabVIEW. No obstante hay que sujetarse a las normas y reglamentos legales que implican el uso de estos lenguajes. Una mayor información al respecto de esto se puede obtener del Manual de Usuario y del Application Builder.

- Es importante que los SubVI del programa general se incluyan a éste, como parte de una biblioteca general (LLB), opción que facilita el LabVIEW. Esto proporciona tanto en la ejecución como en el proceso de compilación, un ahorro de memoria y una mayor velocidad de ejecución del programa.
- Es recomendable que para el uso eficiente del programa el usuario tenga bases en el manejo del ambiente Windows que es en el que se desarrollo el programa, además un poco de conocimientos médicos, en este caso lo del corazón.

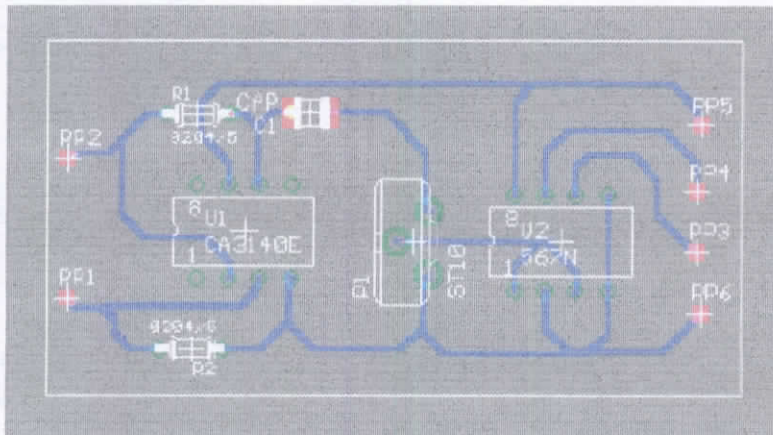
Anexo A

Circuito electrónico y tarjeta impresa del monitor fetal

Circuito electrónico del monitor fetal



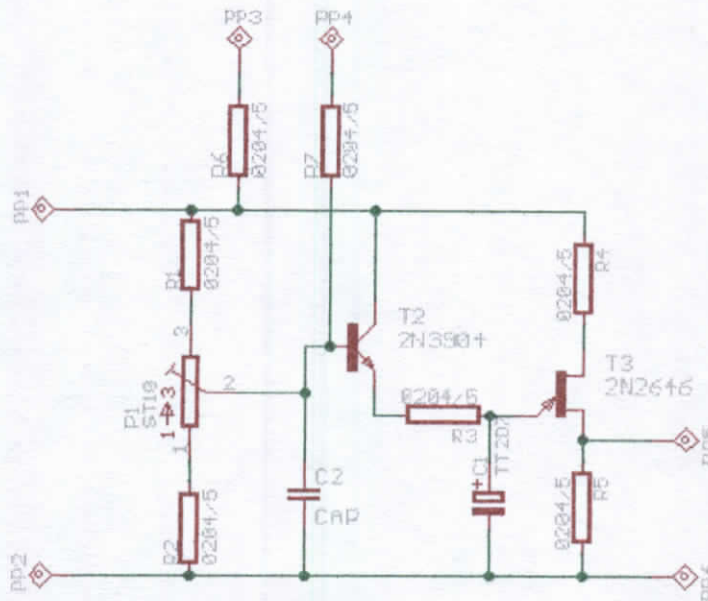
Tarjeta impresa del circuito electrónico del monitor fetal



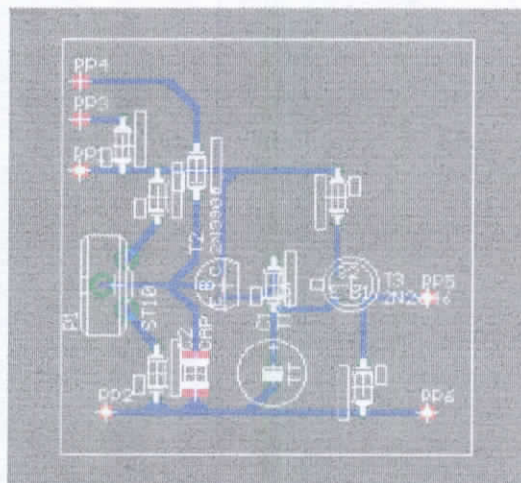
Anexo B

Circuito y tarjeta impresa del biofeedback

Circuito electrónico del biofeedback



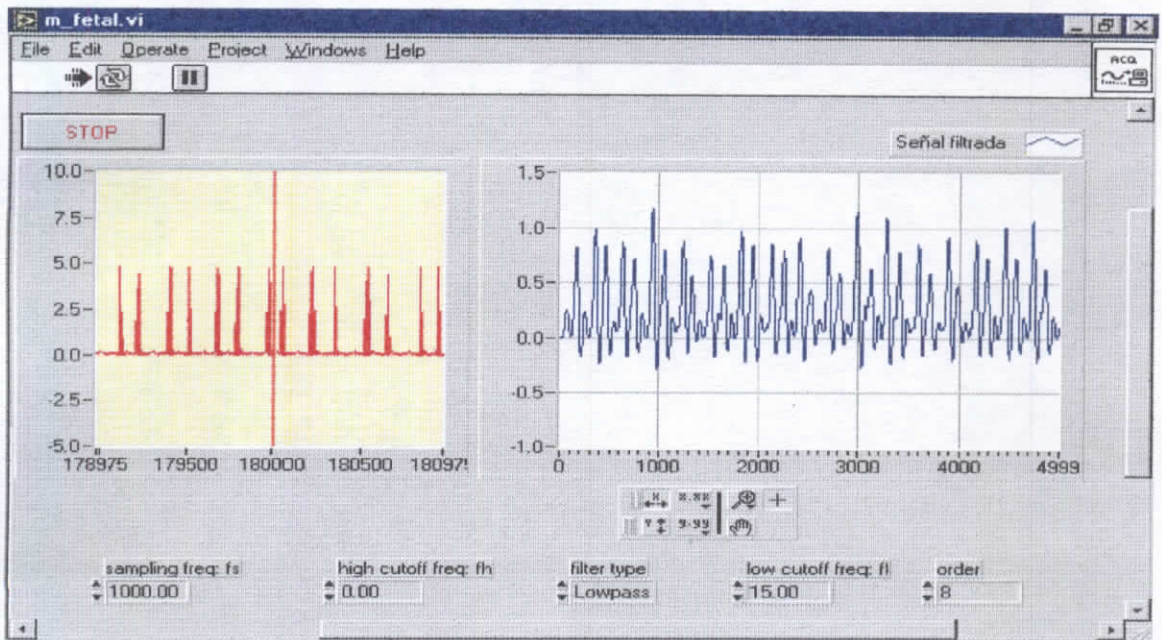
Tarjeta impresa del circuito electrónico del biofeedback



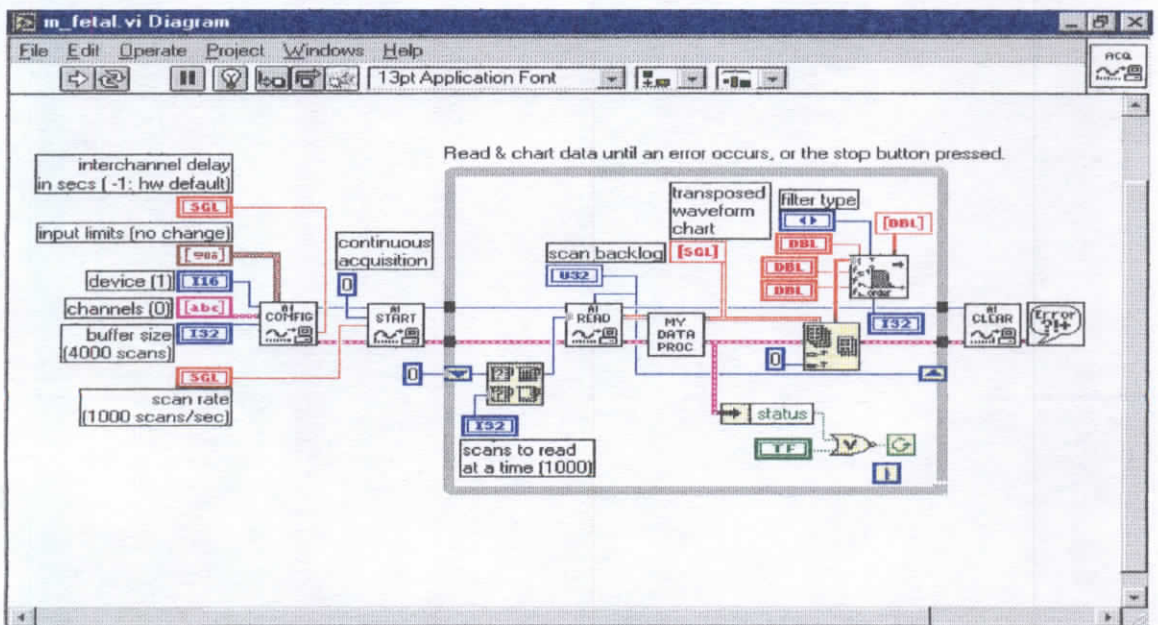
Anexo C

Documentación de los programas desarrollados en el LabVIEW

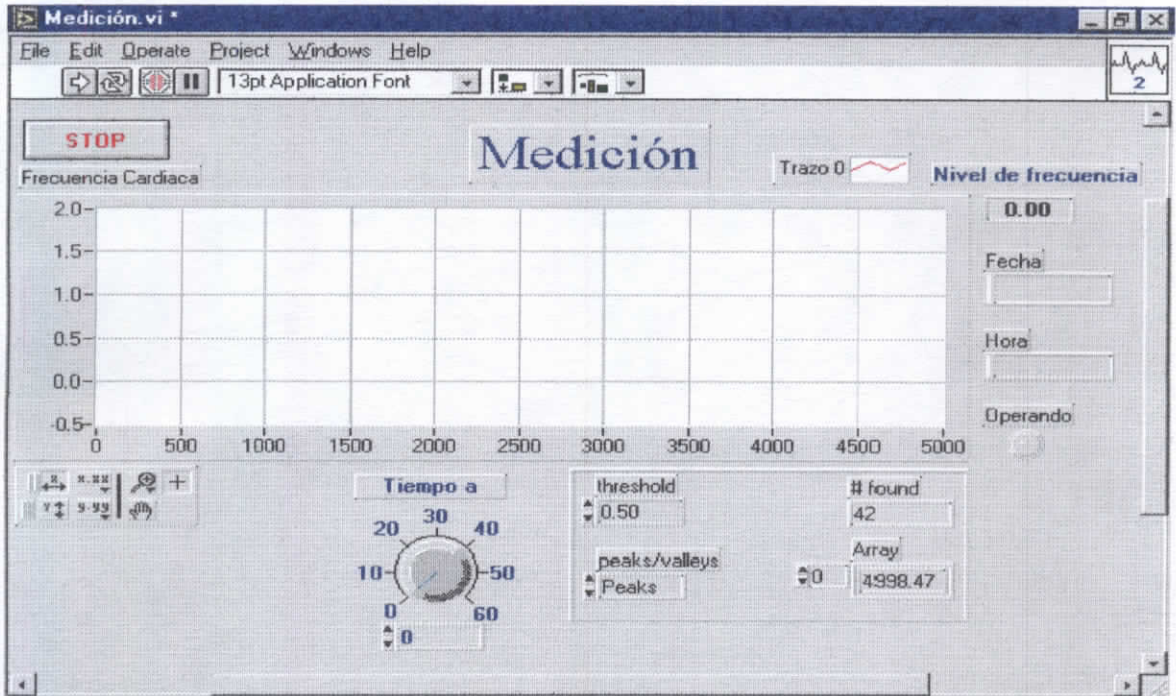
Front Panel



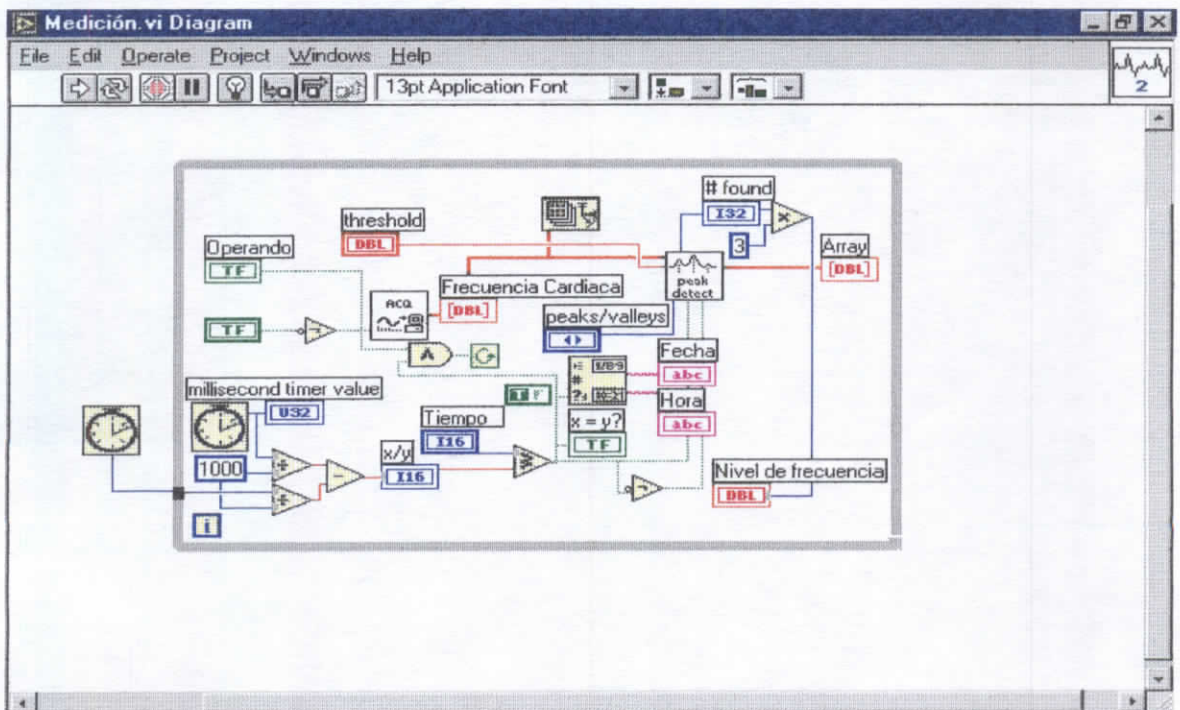
Block Diagram



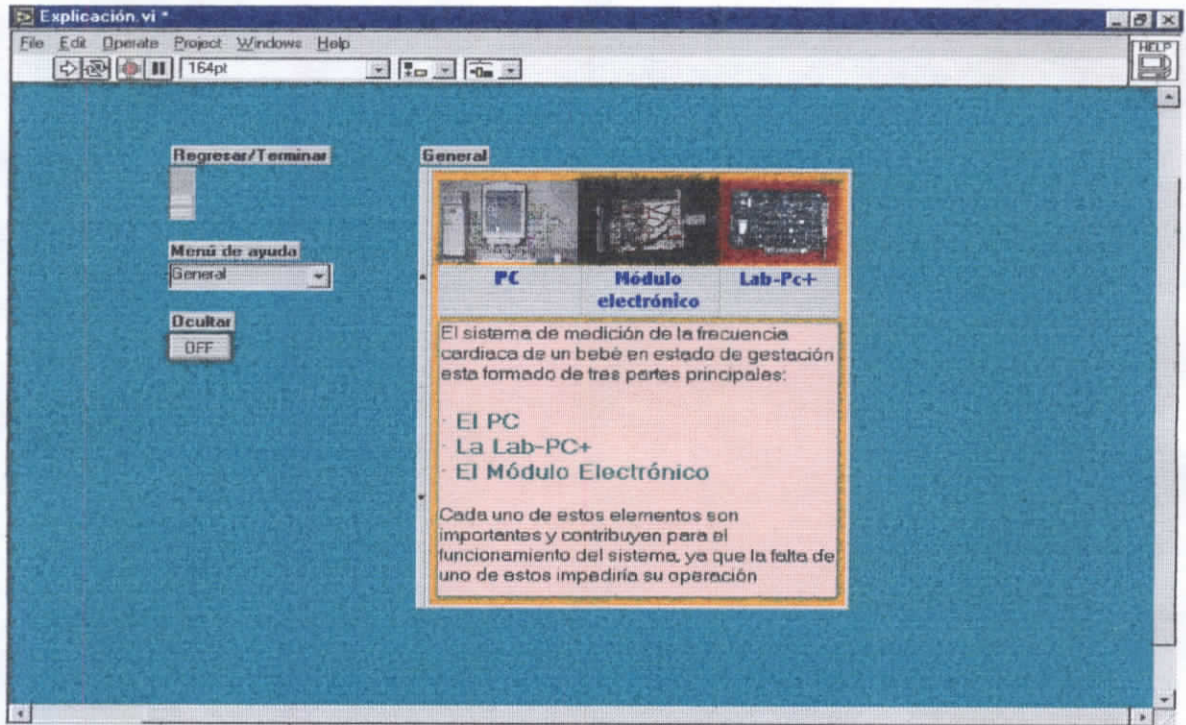
Front Panel



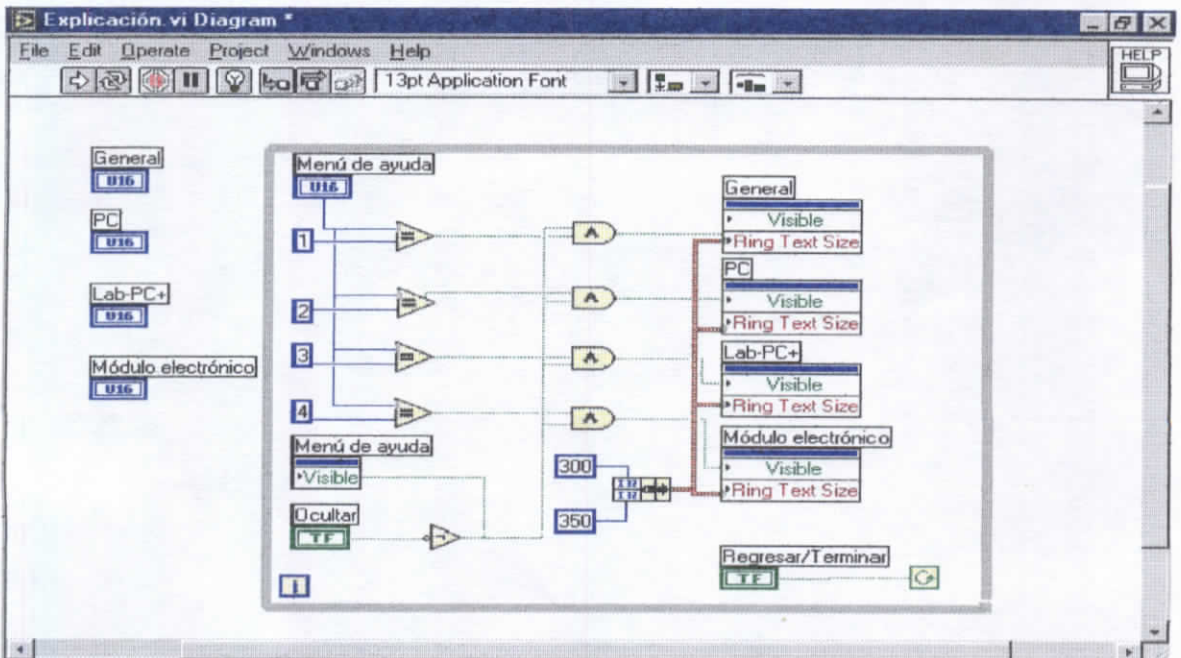
Block Diagram



Front Panel



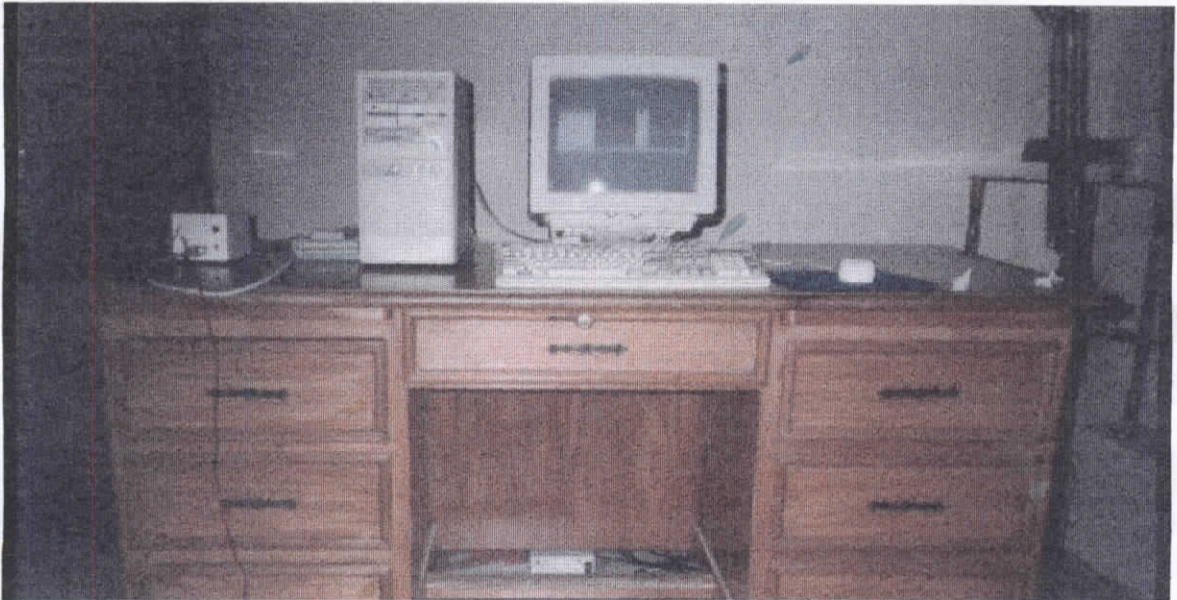
Block Diagram



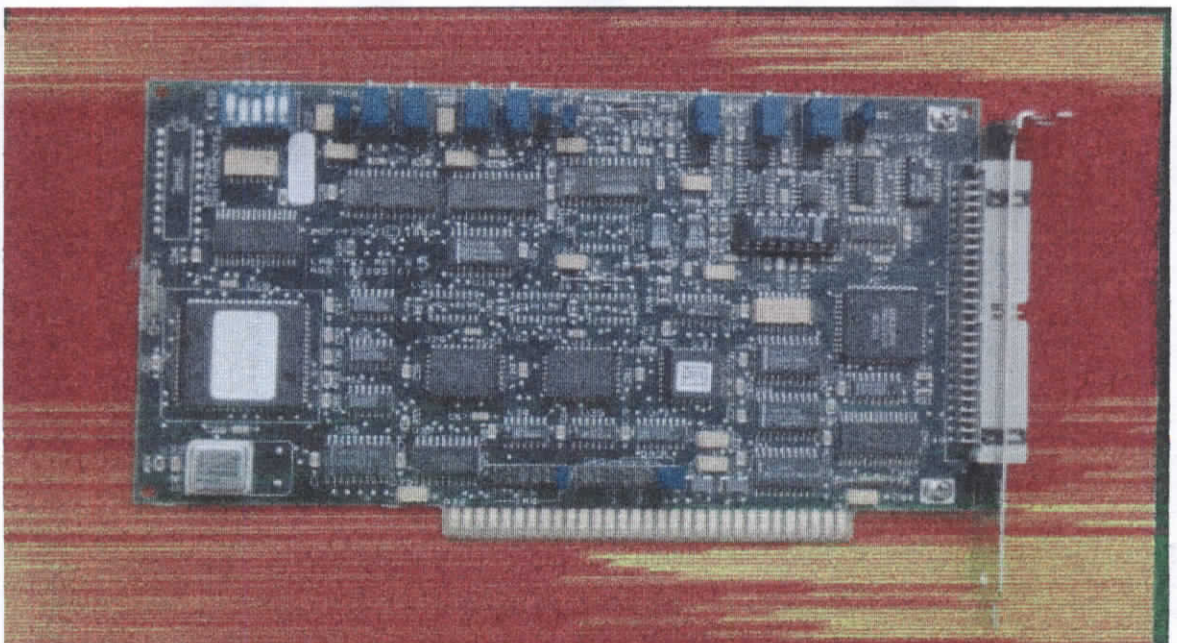
Anexo D

Fotografías del prototipo

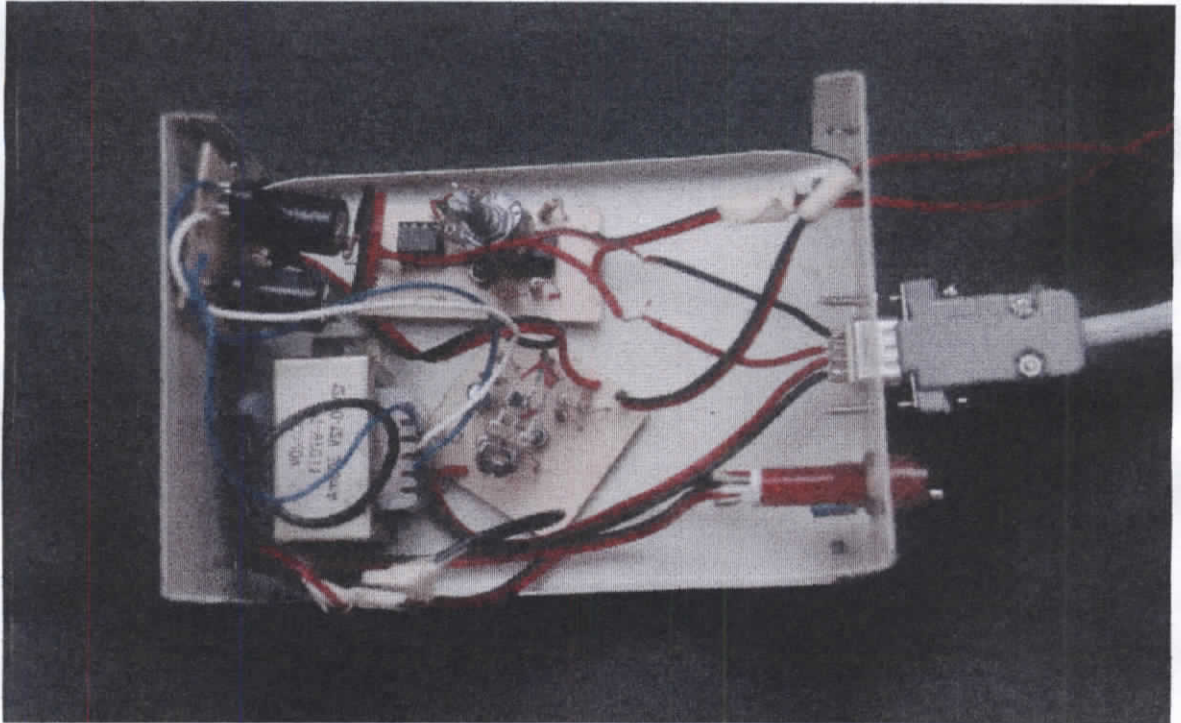
Prototipo en funcionamiento



Tarjeta de adquisición de datos *Lab-Pc+*



Circuito electrónico construido



BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. National Instruments “Manuales de la Tarjeta Lab-PC+”, USA, Octubre 1993
 - Usuario, Número de Parte 320502-01
 - Referencia, Número de Parte 320499-01
2. National Instruments “Manuales del Lab-View”, USA, Septiembre 1994
 - Adquisición de Datos VI, Número de Parte 320536B-01
 - Tutorial, Número de Parte 320593B-01
3. “Atlas de Anatomía - El Cuerpo y la Salud”, Xavier Crespo y Nuria Corell, Editorial Cultural S.A., Madrid – España.
4. “Anatomía Humana”, M. Latarjet – A. Ruiz Liad, Editorial Médica Panamericana, 1983.
5. “IBM PC para Ingenieros” Manuales Técnicos, Zelenovsky Ricardo, Facultad de Ingeniería Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército, Quito – Ecuador, 1994
6. “Principios de Electrocardiografía Clínica”, Nora Goldschlager, Editorial Manual Moderno, 1990
7. “Interpretación de ECG, Melvin J. Goldman, Editorial Manual Moderno, 1990
8. “Introducción a la Electrocardiografía Clínica”, Dubin, Editorial Addison Wesley, 1992
9. “Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales”, Robert F. Coughlin y Frederick F. Driscoll, Cuarta Edición Prentice Hall, 1993
10. “Electrónica Fundamental”, Goodlet, Montesó Editor

11. "Curso Básico de Electricidad", W.H. Timbie, Montesó Editor
12. "The Conduction of the Cardiac Impulse", Cramfield P.F., Futura Publishing
13. "New Bases of the Electrocardiography", Sodi Pallares, Olby Company
14. Manuales técnicos

URLS:

1. Tema: Osciloscopio:
http://usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc_1.htm
2. Tema: Osciloscopio:
http://usuarios.iponet.es/agusbo/osc/osc_2.htm
3. Tema: Osciloscopio:
http://personal.redestb.es/antoniot/ind_osc.htm
4. Tema: Monitor Cardíaco/Electrocardiógrafo:
<http://www.quiron.com/quiron34.htm>
5. Tema: ECG (Electrocardiograma):
http://www.bica.comar/fundac/taller_1/anatomia/ecg.htm
6. Tema: Electrocardiograma por medio de un PC
<http://proton.ucting.udg.mx/expodec/sep98/memoria/cc21/cc21.htm>
7. Tema: Electrocardiograma
<http://www.uat.mx/Vinculos/planeta/electro.html>
8. Tema: Estetoscopio Electrónico
<http://abmedic.com/caditec.htm>

9. Tema: Electrocardiograma

<http://misalud.com/fflorimonmd/navbtn.htm>

10. Tema: ECG empleando una computadora personal

<http://proton.ucting.udg.mx/espodiel/Enero93/PY20VI.html>

11. Tema: Ecografía

<http://mastercom.bme.es/pbueno/51.html>

