



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL PARA LA
CAPTURA, SIMULACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE TRAMAS
DE DATOS DE SENSORES CINEMÁTICOS EN TRAMA TCP/IP
PARA LAS CORBETAS MISILERAS CLASE ESMERALDAS DE
LA ARMADA DEL ECUADOR”**

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Presentada por:

**ANDRES ISRAEL MEDINA ROBAYO
CRISTINA ELIZABETH PEÑAFIEL PEÑAFIEL**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

A Dios, ESPOL, a nuestro director de tesis M.Sc. César Yépez e ingeniero encargado en la Armada Nacional Ing. Marcos Andrade quienes nos han sabido guiar y compartir sus conocimientos para poder lograr nuestros objetivos planteados, a nuestros profesores y a la Armada del Nacional por darnos la oportunidad de utilizar sus instalaciones para la elaboración del proyecto.

Andres Medina Robayo

Cristina Peñafiel Peñafiel

DEDICATORIA

Primeramente dedicamos este trabajo a Dios, a nuestros padres, a toda nuestra familia y a todos nuestros amigos que nos han apoyado y dado aminos para seguir adelante durante toda nuestra preparación profesional, igualmente queremos agradecer a nuestro tutor quien siempre nos brindó su apoyo y conocimientos guiándonos en nuestro trabajo de investigación.

Andres Medina Robayo

Cristina Peñafiel Peñafiel

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



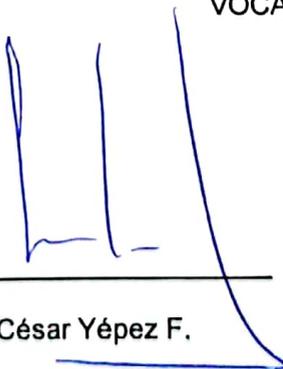
M.Sc. Sara Ríos

SUB-DECANA DE LA FIEC



Ph.D. Boris Ramos S.

VOCAL PRINCIPAL

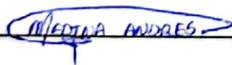


M.Sc. César Yépez F.

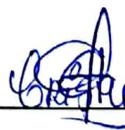
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”



Sr. Andres Medina R.



Srta. Cristina Peñafiel

RESUMEN

El presente documento tiene por objetivo, presentar una propuesta para desarrollar un sistema basado en LABVIEW que permita adquirir datos en tiempo real proporcionados por la ESTACIÓN CLIMÁTICA, la CORREDERA, el GPS y la ECOSONDA que son sensores cinemáticos de diferentes marcas; cuya información entregada está basada en el protocolo NMEA0183 y transmitida mediante estándar RS422/485. Estos datos serán analizados y mediante los VI realizados serán encapsulados y convertidos al protocolo TCP/IP para transmitirlos a través de una red Ethernet de alta velocidad al Sistema de Mando y Control en los Corbetas Misileras clase Esmeraldas.

Para efectos de prueba se realizará simuladores de los sensores cinemáticos ya antes mencionados, logrando tener este tipo de tramas en cualquier momento sin necesidad de tener los equipos reales, sirviendo así de ayuda para poder efectuar una oportuna corrección de errores en caso de ser necesario. La adquisición y simulación de los datos se encuentran desarrolladas en la plataforma LABVIEW.

La aplicación será realizada utilizando hardware y software industrial debido a que este prototipo tiene como finalidad ser implementado en las embarcaciones que posee La Armada Nacional, por lo que se debe garantizar su resistencia y durabilidad.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
ABREVIATURAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXII
CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. SOLUCIÓN PROPUESTA	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. <i>OBJETIVO GENERAL</i>	5
1.3.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	5
1.4. METODOLOGÍA.....	6
1.5. CONTRIBUCIÓN.....	6

1.6. PERFIL DE LA TESIS.....	7
CAPÍTULO 2	
2. SENSORES CINEMÁTICOS.....	9
2.1. ESTACIÓN CLIMÁTICA – SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642).....	9
2.2. GPS Y ECOSONDA – FURUNO GP – 1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER.....	17
2.3. CORREDERA - CPLATH NAVIKNOT III MF.....	22
CAPÍTULO 3	
3. INTERFACES Y PROTOCOLOS.....	28
3.1. ESTÁNDAR NMEA 0183.....	28
3.2. ESTÁNDARES RS-422 Y RS-485.....	31
3.3. MODELO TCP/IP.....	37
CAPÍTULO 4	
4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN.....	41
4.1. HARDWARE UTILIZADO.....	41
4.2. INTRODUCCIÓN A LABVIEW.....	48
4.3. BLOQUES UTILIZADOS.....	50
4.4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS APLICACIONES PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS.....	63
4.4.1. ESTACIÓN CLIMÁTICA.....	70
4.4.2. CORREDERA.....	74
4.4.3. GPS.....	76

4.4.4.	ECOSONDA.....	78
4.5.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SIMULADORES DE DATOS EN TIEMPO REAL DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS	80
4.5.1.	ESTACIÓN CLIMÁTICA	85
4.5.2.	CORREDERA	94
4.5.3.	GPS.....	99
4.5.4.	ECOSONDA.....	105
4.6.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN PARA HOST REMOTO	108
CAPÍTULO 5		
5.	PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS / RESULTADOS	116
5.1.	APLICACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS	116
5.1.1.	PRUEBAS REALIZADAS	116
5.1.2.	RESULTADOS.....	122
5.1.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	127
5.2.	APLICACIÓN PARA LA SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL DE DATOS DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS	128
5.2.1.	PRUEBAS REALIZADAS	128
5.2.2.	RESULTADOS.....	129
5.2.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	132
CONCLUSIONES.....		133
RECOMENDACIONES.....		136
ANEXOS		138

BIBLIOGRAFÍA.....181

ABREVIATURAS

<u>ABREVIATURA</u>	<u>SIGNIFICADO</u>
CR	Retorno de carro (<i>Carriage Return</i>)
CTR.	Control
FIFO	Primera en Entrar – Primera en Salir (<i>First In – First Out</i>)
GPS	Sistema de posicionamiento global (<i>Global Positioning System</i>)
IP	Protocolo de Internet (<i>Internet Protocol</i>)
ID	Identificación (<i>Identification</i>)
LABVIEW	Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench
LF	Salto de línea (<i>Line Feed</i>)
NMEA	Asociación Nacional de Electrónicos Marinos (<i>National Marine Electronics Association</i>)
NI	Instrumentos Nacionales (<i>National Instruments</i>)

SO	Sistema Operativo
SATA	Tecnología de acoplamiento serial avanzada (<i>Serial Advanced Technology Attachment</i>)
TCP	Protocolo de Control de Transmisión (<i>Transmission Control Protocol</i>)
USB	Bus Universal Serial (<i>Universal Serial Bus</i>)
VI	Instrumentación Virtual (<i>Virtual Instrumentation</i>)

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. 1 SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642) [2].....	11
FIGURA 2. 2 FUNCIONAMIENTO DE ECOSONDA.....	18
FIGURA 2. 3 GPS FURUNO GP – 1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER [5].	19
FIGURA 2. 4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS CORREDERAS CON SENSORES ELECTROMAGNÉTICOS [6].....	23
FIGURA 2. 5 CORREDERA [7]	23
FIGURA 3. 1 RS-422/RS-485 TRANSMISIÓN DE DATOS BALANCEADOS [9]	33
FIGURA 3. 2 RS – 422 ENLACE PUNTO A PUNTO [9]	34
FIGURA 3. 3 RS – 485 DOS CABLES [9]	35
FIGURA 3. 4 RS – 485 CUATRO CABLES [9]	35
FIGURA 3. 5 MODELO TCP/IP	38
FIGURA 4. 1 NI PXIe-1082: CHASIS PXI EXPRESS 3U DE 8 RANURAS CON AC - HASTA 7 GB/S. [13]	43

FIGURA 4. 2 NI PXIE-8102: CONTROLADOR EMBEBIDO DUAL-CORE INTEL CELERON T3100 DE 1.9 GHZ. [14].....	44
FIGURA 4. 3 NI PXI-8431/8: INTERFACES SERIALES PARA PXI, PCI, PCMCIA, ETHERNET, Y USB. [15]	45
FIGURA 4. 4 NI PCIE-8431/8 (RS485/RS422) INTERFAZ RS485/422 DE 8 PUERTOS DE ALTO RENDIMIENTO PARA PCI EXPRESS [16].....	46
FIGURA 4. 5 CONTROLADOR DE ESTADO SÓLIDO SATA DE 80 GB PARA CONTROLADORES EMBEBIDOS PXI. [18].....	47
FIGURA 4. 6 CABLES SERIALES/PARALELOS PARA GPIB (IEEE 488). [19].....	47
FIGURA 4. 7 CABLES EJEMPLO - PANEL FRONTAL.....	49
FIGURA 4. 8 EJEMPLO – DIAGRAMA DE BLOQUES	49
FIGURA 4. 9 ESQUEMA DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y/O SIMULACIÓN DE DATOS.....	64
FIGURA 4. 10 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROGRAMACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS.....	65
FIGURA 4. 11 ADQUISICIÓN DE DATOS PXIE – 8102.....	66
FIGURA 4. 12 CONFIGURACIÓN DE RED – NI PXIE-8102	67
FIGURA 4. 13 VALIDACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN TCP – NI PXIE-8102	68
FIGURA 4. 14 CONFIGURACIÓN DE PUERTO PARA CONEXIÓN SERIAL	69
FIGURA 4. 15 EXTRACCIÓN CABECERA DE UNA TRAMA.....	69
FIGURA 4. 16 APLICACIÓN PARA LA COMPUTADORA CENTRAL – ADQUISICIÓN PANEL FRONTAL	70
FIGURA 4. 17 RECONOCIMIENTO DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA NI PXIE – 8102.71	

FIGURA 4. 18 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS EN LA COMPUTADORA CENTRAL – ESTACIÓN CLIMÁTICA	74
FIGURA 4. 19 RECONOCIMIENTO DE LA CORREDERA.....	74
FIGURA 4. 20 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – CORREDERA.....	76
FIGURA 4. 21 RECONOCIMIENTO DEL GPS	77
FIGURA 4. 22 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – GPS.....	78
FIGURA 4. 23 RECONOCIMIENTO DE LA ECOSONDA	79
FIGURA 4. 24 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – ECOSONDA	80
FIGURA 4. 25 DIAGRAMA DE FLUJO – CONECTIVIDAD TCP/IP PARA SIMULADORES	81
FIGURA 4. 26 TRANSMISIÓN DE DATOS SIMULADOS – PXIE 8102.....	82
FIGURA 4. 27 GENERADOR DE CHECKSUM	83
FIGURA 4. 28 CASE CHECKSUM	84
FIGURA 4. 29 CONDICIÓN DE PARADA PARA SIMULADORES.....	84
FIGURA 4. 30 APLICACIÓN PARA LA COMPUTADORA CENTRAL – SIMULACIÓN PANEL FRONTAL	85
FIGURA 4. 31 DIAGRAMA DE FLUJO – ESTACIÓN CLIMÁTICA	86
FIGURA 4. 32 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS WIMWV	87
FIGURA 4. 33 CASE 1 – WIMWV.....	88
FIGURA 4. 34 CASE 2 – WIMWV.....	88
FIGURA 4. 35 CASE 3 – WIMWV.....	89
FIGURA 4. 36 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS WIMTA	90
FIGURA 4. 37 CASE 1 – WIMTA.....	90
FIGURA 4. 38 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS WIMMB.....	91

FIGURA 4. 39 CASE 1 – WIMMB	91
FIGURA 4. 40 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS WIMHU	93
FIGURA 4. 41 CASE 1 – WIMHU	94
FIGURA 4. 42 DIAGRAMA DE FLUJO - CORREDERA.....	95
FIGURA 4. 43 SIMULACIÓN DE PROTOCOLOS DE DATOS WMVHW	96
FIGURA 4. 44 SIMULACIÓN DE PROTOCOLOS DE DATOS WMVLW	97
FIGURA 4. 45 SIMULACIÓN DEL PROTOCOLO DE DATOS PPNK3.....	98
FIGURA 4. 46 DIAGRAMA DE FLUJO – GPS COMPUTADORA CENTRAL	99
FIGURA 4. 47 INGRESO DE PUNTOS PARA GPS.....	100
FIGURA 4. 48 CONVERSIÓN DE GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS A GRADOS DECIMALES.....	101
FIGURA 4. 49 CAMBIO DE ARREGLOS DE DOS DIMENSIONES A UNA DIMENSIÓN - GPS.....	102
FIGURA 4. 50 GRAFICACIÓN DE PUNTOS INGRESADOS.....	103
FIGURA 4. 51 FORMACIÓN DE TRAMA GPGLL.....	105
FIGURA 4. 52 DIAGRAMA DE FLUJO – ECOSONDA SIMULACIÓN.....	106
FIGURA 4. 53 VALIDACIÓN DE DATOS – PROFUNDIDAD EN PIES.....	107
FIGURA 4. 54 VALIDACIÓN Y CONVERSIÓN DE PROFUNDIDAD EN PIES A METROS Y A BRAZAS.....	108
FIGURA 4. 55 SIMULADOR DE ECOSONDA.....	108
FIGURA 4. 56 APLICACIÓN PARA HOST REMOTO	109
FIGURA 4. 57 DIAGRAMA DE FLUJO – HOST REMOTO.....	109
FIGURA 4. 58 LECTURA DE TRAMAS RECIBIDAS POR TCP/IP.....	110
FIGURA 4. 59 PRESENTACIÓN DE DATOS DEL GPS – RECEPTOR TCP/IP	111

FIGURA 4. 60 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMWV – RECEPTOR TCP/IP	112
FIGURA 4. 61 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMTA – RECEPTOR TCP/IP	112
FIGURA 4. 62 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMHU – RECEPTOR TCP/IP	113
FIGURA 4. 63 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMMB – RECEPTOR TCP/IP	113
FIGURA 4. 64 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ECOSONDA – RECEPTOR TCP/IP.....	114
FIGURA 4. 65 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA CORREDERA TRAMA VMVHW – RECEPTOR TCP/IP.....	114
FIGURA 4. 66 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA CORREDERA TRAMA VMVLW – RECEPTOR TCP/IP.....	115
FIGURA 4. 67 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA CORREDERA TRAMA PPNK3 – RECEPTOR TCP/IP.....	115
FIGURA 5. 1 RED LAN	117
FIGURA 5. 2 INCORPORACIÓN DE UNA TARJETA O DISPOSITIVO A UN PROYECTO EN LABVIEW	118
FIGURA 5. 3 INTEGRACIÓN DEL PXIE – 8102 A UN PROYECTO EN LABVIEW...	119
FIGURA 5. 4 CABLES NI PXI-8431/8 (RS485/RS422) - PRUEBAS REALES.....	120
FIGURA 5. 5 ADQUISICIÓN DE DATOS REALES DE CORREDERA.....	121
FIGURA 5. 6 ADQUISICIÓN DE DATOS REALES DEL GPS, ECOSONDA Y ESTACIÓN CLIMÁTICA.....	121

FIGURA 5. 7 PING REALIZADO DESDE LA COMPUTADORA CENTRAL AL HOST REMOTO Y AL PXIE – 8102.....	123
FIGURA 5. 8 PING REALIZADO DESDE HOST REMOTO A LA COMPUTADORA CENTRAL Y EL PXIE – 8102.....	123
FIGURA 5. 9 PROYECTO PARA LA COMPUTADORA CENTRAL	124
FIGURA 5. 10 COMPROBACIÓN DE RECEPCIÓN DE DATOS	125
FIGURA 5. 11 VI ADQUISICIÓN EN LA COMPUTADORA CENTRAL – PRUEBAS REALES	126
FIGURA 5. 12 VI RECEPCIÓN DE DATOS – ADQUISICIÓN DE DATOS REALES.	127
FIGURA 5. 13 SIMULADOR DE DATOS DE SENSORES CINEMÁTICOS.....	130
FIGURA 5. 14 COLA DE ENVÍO DE DATOS SIMULADOS	131
FIGURA 5. 15 RECEPCIÓN DE DATOS SIMULADOS	131

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PROTOCOLO DE DATOS WIMWV – SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642).....	13
TABLA 2 PROTOCOLO DE DATOS WIMTA – SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642).....	14
TABLA 3 PROTOCOLO DE DATOS WIMHU – SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642).....	15
TABLA 4 PROTOCOLO DE DATOS WIMMB – SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642).....	17
TABLA 5 PROTOCOLO DE DATOS GPGLL – GPS FURUNO GP – 1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER	20
TABLA 6 PROTOCOLO DE DATOS GBT – GPS FURUNO GP – 1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER)	21
TABLA 7 PROTOCOLO DE DATOS VMVHW – VELOCIDAD Y RUMBO DEL AGUA – C. PLATH NAVIKNOT III MF	24

TABLA 8 ROTOCOLO DE DATOS VMVLW – DISTANCIA RECORRIDA A TRAVÉS DEL AGUA – C. PLATH NAVIKNOT III MF	25
TABLA 9 CABECERA \$PPNK3 – ESTADO – C. PLATH NAVIKNOT III MF.....	26
TABLA 10 TALKERS IDENTIFIERS [8].....	30
TABLA 11 DATA TYPE IDENTIFIERS [8]	31
TABLA 12 CARACTERISTICAS RS 422 Y RS 485 [9].....	35

INTRODUCCIÓN

La Armada Nacional tiene dentro de su flota de combate, unidades que se encuentran en proceso de modernización y una de las metas específicas dentro de la modernización propuesta es lograr integrar todos los diferentes sensores cinemáticos dentro de una plataforma que coordine la transmisión de ésta importante información a los sistemas que requieren de estas señales de manera permanente, segura y en tiempo real.

Los sensores cinemáticos están formados por los siguientes equipos: ESTACIÓN CLIMÁTICA, CORREDERA, GPS Y ECOSONDA, que son equipos de uso comercial de diferentes marcas y basados en el protocolo NMEA 0183. Estos sensores sirven de ayuda para los diferentes equipos de Comando y Control, Navegación y Designación de Armas en la nave para que esta pueda tomar decisiones rápidas y correctas sobre las maniobras que deben realizar para garantizar la operación que se encuentra ejecutando. Debido a la importancia que representa la información obtenida por dichos sensores su transmisión debe ser fiable y rápida.

CAPÍTULO 1.

1. ANTECEDENTES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las unidades Clase Esmeraldas son corbetas lanzamisiles tipo Fincantieri, construidas en Italia para la Armada del Ecuador a inicios de los años 80's. Estas corbetas Misileras han sido mantenidas y modernizadas por la Armada del Ecuador a través de la Dirección Técnica pertinente (Dirección General del Material) en varios de sus equipos y sistemas a lo largo de sus años de vida útil.

La misión de la Armada del Ecuador es:

“Desarrollar las capacidades marítimas y proveer la seguridad integral en los espacios acuáticos que fortalezcan el Poder Naval y que contribuyan a la defensa de la soberanía y la integridad territorial; y, con su contingente apoyar al desarrollo marítimo nacional y a la seguridad pública y del Estado”. [1]

Para que la institución pueda cumplir a cabalidad con dicha misión es necesario que sus embarcaciones se encuentren en buen estado y modernizadas acorde con las tecnologías actuales. El presente documento analizará la recepción de datos de los sensores cinemáticos que se encuentran integrados en la embarcación, los cuales son ESTACIÓN CLIMÁTICA, CORREDERA, GPS y ECOSONDA, estos equipos son de uso comercial de diferentes marcas y basados en el protocolo de comunicaciones entre instrumentación marina NMEA 0183; estos son de gran importancia ya que los tripulantes dependen de estos datos para una correcta navegación.

Aunque el estándar industrial de la norma indicada garantiza su utilización dentro de buques actualmente estos protocolos presentan importantes desventajas tales como:

- La longitud del cable es limitada de 30 a 60 m (el mayor problema es la resistencia).
- Mayor dificultad de instalación del cable
- Velocidad de transmisión (10 Mbps).
- Dificulta el manejo de información en Tiempo Real por la falta de velocidad.
- Falta de compatibilidad al momento de integrar todos los sensores e interactuar con otros equipos sobre todo si se quiere trabajar en red ya que el protocolo que se utiliza es el TCP/IP.

1.2. SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución que se propone para suplir las falencias encontradas y presentadas con anterioridad es de elaborar un sistema desarrollado en LabVIEW que permita adquirir en tiempo real datos proporcionados por sensores cinemáticos, de diferentes marcas cuya información generada por cada uno de ellos son transmitidas bajo el protocolo NMEA0183 utilizando el estándar RS422/485, para los cables de conexión. Estos datos receptados serán analizados y convertidos al protocolo TCP/IP, para posteriormente transmitirlos a través de una red LAN de alta velocidad desde donde se encuentren ubicados los sensores al Sistema de Mando y Control en las Corbetas Misileras clase Esmeraldas.

Para efectos de prueba se elaborarán simuladores de los sensores cinemáticos, teniendo como objetivo proporcionar tramas con características similares a las generadas por los sensores reales cuando estos no se encuentren a disposición del personal, al mismo tiempo servirá de ayuda para realizar un oportuno análisis y si el caso amerita la corrección de errores. La simulación de estos datos también será realizado en tiempo real y capaz de transmitir las tramas generadas a un host remoto que se encuentre dentro de la misma red. Con el objetivo de que este proyecto pueda ser implementado en las embarcaciones que posee La Armada Nacional (Unidades Clase Esmeraldas) se utilizará para la realización de la aplicación hardware y software industrial perteneciente a National

Instruments, ya que estas herramientas de desarrollo garantizan resistencia y fiabilidad del sistema.

Se plantea dicha solución con el propósito de corregir los problemas descritos en la sección anterior debido a que estos sensores sirven de ayuda para los diferentes equipos de Comando y Control, Navegación y Designación de Armas en la nave. Ya que con la información que estos sensores proporcionan la tripulación a cargo de la embarcación puede tomar decisiones rápidas y correctas sobre las maniobras que deben realizar para garantizar la operación que se encuentra ejecutando. Debido a la importancia que representa la información obtenida por dichos sensores su transmisión debe ser fiable y rápida.

Al convertir los datos de diferentes protocolos a TCP/IP se evita la falta de compatibilidad de envío de datos entre sensores debido a que se logrará “estandarizar” el protocolo de transmisión de datos permitiendo así una fácil comunicación de dichos datos a los diferentes equipos que lo requieran. Otra de las ventajas que se puede mencionar es que al implementar una red LAN vía Ethernet se aumentará la velocidad de transmisión de 10Mbps a 100Mbps (Fast Ethernet) o a 1Gbps (Giga Ethernet), teniendo como alternativa utilizar cable de fibra óptica en lugar de cable UTP logrando así eliminar problemas de interferencias si llega a ser necesario.

Dentro de los laboratorios de la Unidad de Desarrollo e Innovación Tecnológica (UNIDET) se cuenta con los implementos necesarios para poder realizar este proyecto por lo que se evitaría realizar un gasto adicional a la institución logrando al mismo tiempo contribuir al desarrollo de sistemas dentro del Ecuador.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos en tiempo real para la captura, simulación para efectos de prueba y transformación de tramas de datos de sensores cinemáticos en trama TCP/IP basado en LABVIEW.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos se tiene a los siguientes:

- Desarrollar simuladores de sensores cinemáticos por cada equipo en trama NMEA0183 de manera individual y sintetizada.
- Desarrollar Adquisición de datos para sensores cinemáticos e integrar las tramas medidas en un sistema RT (Real Time).
- Integrar tramas de sensores cinemáticos en un sistema informático sobre protocolo TCP/IP.

1.4. METODOLOGÍA

Se desarrollará un proceso metodológico cuantitativo mediante el cual las aplicaciones desarrolladas podrán ser tabuladas, medidas y contrastadas con las normas indicadas, tanto en el cumplimiento del formato, tiempos de transmisión, compatibilidad y susceptibilidad a las interferencias. Para lo cual recolectaremos información de cada uno de los equipos a utilizar así como de los sensores cinemáticos para su posterior estudio, teniendo como objetivo entender su funcionamiento y proceso de comunicación.

Una vez realizado el análisis técnico se procederá a desarrollar en LABVIEW los VI's necesarios para la recepción de tramas, simuladores de sensores, transformación y envío de datos en tiempo real, teniendo como siguiente paso la prueba con equipos reales de cada uno de ellos y análisis de resultados observados.

1.5. CONTRIBUCIÓN

Con el desarrollo de la tesis se busca lograr tener un gran aporte tanto a la facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC), como a la Armada del Ecuador por lo tanto indirectamente a la sociedad ecuatoriana. Debido a que el tema propuesto no solo busca incursionar en el ámbito investigativo sino que a más de esta tesis se la desarrollará de tal manera que pueda ser implementado lo que se ha investigado, teniendo como resultado un proyecto aplicativo a la vida real.

Al momento de analizar las falencias antes citadas se buscó optimizar la solución planteada para que esta sea viable, económica y aplicativa.

1.6. PERFIL DE LA TESIS

A continuación se presenta en breves rasgos lo que contiene cada capítulo desarrollado en el documento:

En el primer capítulo se describe cuál es la problemática que se busca solucionar, como solucionar tales problemas, objetivos planteados, metodología y contribución de la tesis.

El segundo y tercer capítulo corresponde al marco teórico sobre los sensores cinemáticos; interfaces y protocolos que se van a utilizar en el desarrollo de la tesis.

El cuarto capítulo se explica de manera resumida la plataforma y bloques que se va a utilizar para el desarrollo de las aplicaciones. Mientras que la elaboración de los programas correspondientes a la adquisición, simulación, transmisión y recepción de datos se encuentra ampliamente detallada en este capítulo.

En el quinto capítulo muestra cuales son las pruebas realizadas, resultados obtenidos y el análisis de cada uno de estos, tanto para la adquisición como para la simulación de datos.

Como parte final del documento se muestran las conclusiones y recomendaciones, anexos y la bibliografía pertinente.

CAPÍTULO 2.

2. SENSORES CINEMÁTICOS

2.1. ESTACIÓN CLIMÁTICA – SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642)

La estación climática nos proporcionará información para poder pronosticar y estudiar el clima. Para realizar esta función dicha estación nos entrega la temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica y temperatura del punto de rocío (valor calculado), junto con la información entregada por el anemómetro (velocidad y dirección del viento).

Los instrumentos que las estaciones climáticas típicas, también llamadas estaciones meteorológicas poseen son los siguientes:

- Termómetro
- Barómetro
- Higrómetro

- Pluviómetro
- Anemómetro

TERMÓMETRO

Este instrumento es el encargado de medir la temperatura atmosférica. Existen termómetros que se dividen por el tipo de mediciones que realizan entre los cuales tenemos:

- Termómetro de máxima: Registra la temperatura más alta alcanzada en un día.
- Termómetro de suelo: Se utiliza para medir la temperatura del suelo y a distancias profundas.
- Termómetro de mínima: Registra la temperatura más baja alcanzada en un día.

BARÓMETRO

Se encarga de medir y registrar la variación a través del tiempo de la presión atmosférica. Donde la presión atmosférica es la fuerza por unidad de superficie ejercida por el peso de la atmosfera.

HIGRÓMETRO

Mide la humedad ambiental a través del tiempo.

PLUVIÓMETRO

Se lo utiliza para medir la precipitación líquida durante un periodo de tiempo determinado.

ANEMÓMETRO

El anemómetro es un instrumento para medir la velocidad y dirección del viento, para poder determinar tales datos se emplean una veleta y un pequeño generador impulsado por aspas respectivamente. Cuando este dispositivo se encuentra fijo en la tierra mide la velocidad del viento reinante pero si está ubicado en un objeto que se encuentra en movimiento como las embarcaciones marinas, este sirve para estimar la velocidad relativa del objeto con respecto al viento en calma.

Para la elaboración de este proyecto se utilizará el SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642) de LAMBRECHT mostrado en la *Figura 2. 1*, por lo que las especificaciones técnicas fueron tomadas del manual del equipo [2].



**Figura 2. 1 SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO
BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642) [2]**

A partir de los datos proporcionados por los instrumentos mencionados anteriormente podremos obtener:

- Velocidad del viento.
- Dirección del viento.
- Temperatura del aire.
- Humedad relativa.
- Presión atmosférica y la temperatura del punto de rocío (Valor calculado)

DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO

Los datos receptados sobre la dirección y velocidad del viento están dados por el protocolo de datos WIMWV, y esta se encuentra encapsulada tramas como la siguiente:

\$WIMWV,114.0,R,08.1,M,A*CS<CR><LF> (2.1)

Los valores de la dirección y velocidad del viento varían ya que este no tiene valores fijos. Por tal motivo para una correcta lectura de los datos en la *Tabla 1* mostrada a continuación se detalla la estructura de esta:

**Tabla 1 PROTOCOLO DE DATOS WIMWV – SENSOR
METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND
(1642)**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$WIMWV
DIRECCIÓN DEL VIENTO	Desde 000.0 hasta 360.0
DIRECCIÓN RELATIVA DEL VIENTO	R o T
VELOCIDAD DEL VIENTO	Desde 00.0 hasta 85.0
UNIDADES MÉTRICAS [m/s]	M
ESTADO	A=valido / V=no valido
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*
CHEKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR><LF>

TEMPERATURA DEL AIRE

La temperatura del aire se encuentra dada bajo el protocolo de datos WIMTA, formado por el enviando su información en tramas como la siguiente:

.

\$WIMTA,015.3,C*CS<CR><LF> (2.2)

Para poder interpretar la trama recibida en la *Tabla 2* se precisa saber cómo se encuentra constituida dicha trama.

**Tabla 2 PROTOCOLO DE DATOS WIMTA – SENSOR
METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND
(1642)**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$WIMTA
TEMPERATURA	Desde -40.0 hasta 070.0
UNIDAD DE TEMPERATURA [°C]	C
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*
CHEKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR><LF>

HUMEDAD RELATIVA Y PUNTO DE ROCÍO

La información acerca de la humedad relativa y el punto de rocío se encuentra basada en el protocolo de datos WIMHU, enviando su información en tramas como la siguiente:

$$\text{\$WIMHU,008.8,, -17.6,C*CS<CR><LF>} \quad (2.3)$$

La medida del punto de rocío depende del valor de la humedad relativa y temperatura ya que esta se la obtiene por medio de la fórmula matemática mostrada a continuación:

$$P_r = \left[\left(\frac{H}{100} \right)^{0.125} \times (110 + T) \right] - 100 \quad (2.4)$$

Donde:

- P_r : Punto de rocío.
- H : Humedad relativa.
- T : Temperatura.

La estructura de esta trama se especifica en la *Tabla 3* mostrada a continuación:

**Tabla 3 PROTOCOLO DE DATOS WIMHU – SENSOR
METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND
(1642)**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\\$WIMHU
HUMEDAD RELATIVA	Desde 000.0 hasta 100.0

PUNTO DE ROCÍO	Desde -40 hasta 070.0
UNIDAD DE TEMPERATURA [°C]	C
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*
CHEKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR><LF>

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Los datos receptados sobre la presión atmosférica están dados por el protocolo de datos WIMMB, enviando su información en tramas como la siguiente:

$$\text{\$WIMMB,,,1050.0,B*CS<CR><LF>} \quad (2.5)$$

La configuración de la trama recibida se la da en la *Tabla 4* que se encuentra a continuación:

**Tabla 4 PROTOCOLO DE DATOS WIMMB – SENSOR
METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND
(1642)**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$WIMMB
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	Desde 0600.0 hasta 1100.0
PRESIÓN ATMOSFÉRICA DADAS EN hPa	B
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*
CHEKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR><LF>

2.2. GPS Y ECOSONDA – FURUNO GP – 1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER

GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de satélites que permite determinar una ubicación, en cualquier parte del mundo en todo momento. Este sistema consiste en un conjunto de 24 satélites operativos que bordean la tierra emitiendo señales de radio a la superficie las cuales son receptadas por un dispositivo electrónico, en la tierra. [3]

El porcentaje de fallo de la ubicación proporcionada por el sistema depende de que tan preciso sea el receptor terrestre. Normalmente se escoge el nivel de exactitud del GPS según el uso que se le vaya a dar. El nivel de acierto de los GPS convencionales es suficiente para el uso que se les da (carros, caminata, bicicleta, etc.); pero para la Marina, Aviación y uso militar las características de los GPS son mucho más exigentes.

ECOSONDA

Este dispositivo permite medir a que profundidad se encuentra un objeto del fondo donde se encuentra sumergido. Para su funcionamiento utiliza el principio de la reflexión de un haz de ultrasonidos emitidos por un transductor y al ser reflejados sus ecos son captados otorgándonos así la información requerida. En la *Figura 2. 2* tomado del Manual Del Chartplotter Furuno Gp-1850wf podemos observar el comportamiento del ecosonda [4]. De este mismo manual se puede obtener las características técnicas del GPS y ECOSONDA.

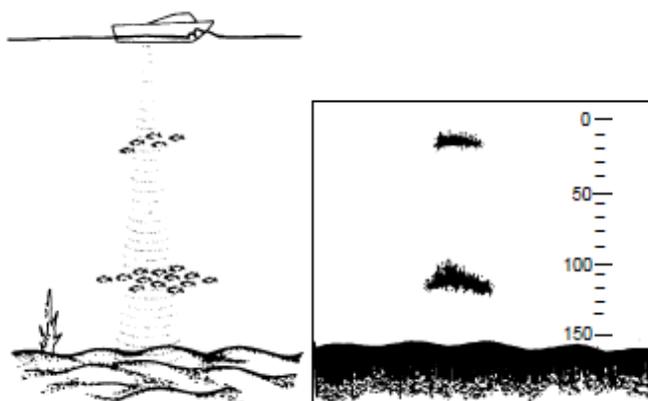


Figura 2. 2 FUNCIONAMIENTO DE ECOSONDA

El dispositivo que se va a utilizar será el FURUNO GP – 1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER mostrado en la *Figura 2. 3*.



**Figura 2. 3 GPS FURUNO GP – 1850WF COLOR
GPS/PLOTEER/SOUNDER [5]**

Este dispositivo nos puede entregar los siguientes datos:

- Función WAAS para corrección de señal de GPS.
- Graficador (*Plotter*) a color.
- Ecosonda.
- Información en pantalla:
 - Posición.
 - Rango.
 - Ubicación del cursor.
 - Distancia.
 - Ruta.

Los datos receptados por el GPS están dados por el protocolo de datos GPGLL, siendo GP su Talker Identifier y GLL su Data Type Identifier, enviando su información en tramas como la siguiente:

\$GPGLL,2600.467,N,08100.084,O,153526,A*CS (2.6)

Los datos receptados por el GPS pueden variar en cada medición. En la *Tabla 5* se detalla cómo se encuentra estructurada la trama proporcionada por el GPS.

**Tabla 5 PROTOCOLO DE DATOS GPGLL – GPS FURUNO GP –
1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$GPGLL
LATITUD	XXXX,XXX
N/S INDICADOR	N=norte o S= sur
LONGITUD	XXXXX,XXX
E/O INDICADOR	E=este o W=oeste
UTC POSITION	hh.mmss.ss
ESTADO	A=dato valido o V=dato no valido
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*

CHEKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR><LF>

Los datos receptados por la Ecosonda están dados por el protocolo de datos GPDBT, enviando su información en tramas como la siguiente:

\$GPDBT,53,3,f,16,2,M,8,8,F*CS<CR><LF> (2.7)

La cual se encuentra estructurada como se muestra en la *Tabla 6* dada a continuación:

**Tabla 6 PROTOCOLO DE DATOS GBT – GPS FURUNO GP – 1850WF
(COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER)**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$GPDBT
PROFUNDIDAD	XXX.X
UNIDAD [pies]	F
PROFUNDIDAD	XX.X
UNIDAD [metros]	M

BRAZAS DE PROFUNDIDAD	XX.X
UNIDAD [Brazas]	F
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*
CHEKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR><LF>

2.3. CORREDERA - CPLATH NAVIKNOT III MF

La corredera es la herramienta que se utiliza para obtener la distancia recorrida, velocidad a la cual se encuentra navegando un barco en nudos. Existen correderas con diferentes tipos de sensores, los que podemos mencionar los siguientes: sensor electromagnético, transductor doppler y sensor satelital los cuales se encuentran detallados en el catálogo de correderas NAVIKNOT [6]. La corredera que se utilizará para las pruebas reales es la C. PLATH NAVIKNOT III MF, la cual contiene el sistema de sensor electromagnético descrito a continuación.

Sensor Electromagnético: Alberga una bobina que, cuando se energiza con una corriente alterna, produce un campo magnético alrededor del sensor en el agua circundante. El movimiento de la nave a través del agua produce un campo eléctrico (E) perpendicular al campo magnético (B) y el movimiento de la nave (V), como se muestra en la *Figura 2. 4*. La señal

resultante es recogida por los electrodos del sensor y se alimenta al preamplificador donde se convierte en un formato digital y se transmite a la unidad electrónica NAVIKNOT [6]. La ventaja de este tipo de sensor es que no se distorsiona la información cuando se encuentran en aguas pocas profundas.

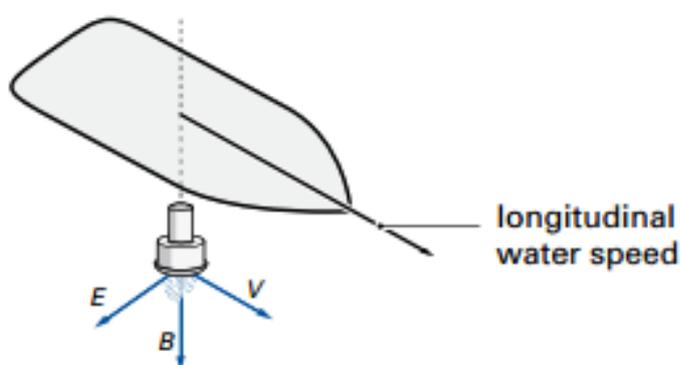


Figura 2. 4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS CORREDERAS CON SENSORES ELECTROMAGNÉTICOS [6]

En la *Figura 2. 5* se puede observar una imagen de dicha corredera obtenida del manual del fabricante.

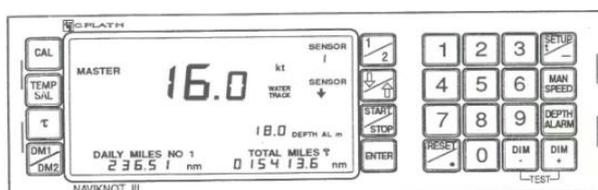


Figura 2. 5 CORREDERA [7]

Dicha corredera envía las siguientes tramas:

\$VMVHW,,,,,00.00,N,00.00,K*CS<CR><LF> (2.8)

\$VMVLW,30365.84,N,193.98,N,193.98,N*CS<CR><LF> (2.9)

\$PPNK3,1,1,0,1,0,0,0,1*CS<CR><LF> (2.10)

De las cuales se obtiene datos sobre la velocidad y rumbo del agua con el protocolo de datos VMVHM; distancia recorrida a través del agua bajo el protocolo VMVLW; la trama con cabecera PPNK3 está destinada a proporcionar información sobre el estado en que se encuentra funcionando la corredera. Las estructuras de las tramas referidas anteriormente se encuentran detalladas en la *Tabla 7*, *Tabla 8* y *Tabla 9* respectivamente.

Tabla 7 PROTOCOLO DE DATOS VMVHW – VELOCIDAD Y RUMBO DEL AGUA – C. PLATH NAVIKNOT III MF

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$VMVHW
VELOCIDAD	XX.XX
UNIDAD [Nudos]	N
VELOCIDAD	XX.XX

UNIDAD [km/h]	K
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*
CHECKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR> <LF>

**Tabla 8 PROTOCOLO DE DATOS VMVLW – DISTANCIA RECORRIDA
A TRAVÉS DEL AGUA – C. PLATH NAVIKNOT III MF**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$VMVLW
DISTANCIA TOTAL ACUMULADA	XXXXX.XX
UNIDAD [Millas Náuticas]	N
MILLAS DIARIAS 1	XXXX.XX
UNIDAD [Millas Náuticas]	N
MILLAS DIARIAS 2	XXXX.XX
UNIDAD [Millas Náuticas]	N
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*

CHECKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR><LF>

Tabla 9 CABECERA \$PPNK3 – ESTADO – C. PLATH NAVIKNOT III MF

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
CABECERA	\$PPNK3
CONTROL DE LA OPERACIÓN GENERAL FALLO- 0 CONTROL DE LA OPERACIÓN GENERAL OPERATIVO- 1	X
CONTROL DE OPERACIÓN SENSOR 1 FALLO- 0 CONTROL DE OPERACIÓN SENSOR 1 OPERATIVO- 1	X
CTR. DE OPERACIÓN SENSOR 2 FALLO O NO CONECTADO - 0 CTR. DE OPERACIÓN SENSOR 2 OPERATIVO - 1	X
CONTROL DE NIVEL SENSOR 1 ELEVADO- 0	X

CONTROL DE NIVEL SENSOR 1 BAJADO- 1	
CONTROL DE NIVEL SENSOR 2 ELEVADO- 0 CONTROL DE NIVEL SENSOR 2 BAJADO- 1	X
MODO DE REGISTRO DE VELOCIDAD MANUAL- 0 MODO DE REGISTRO DE VELOCIDAD SENSOR- 1	X
INTERFAZ DE ALARMA DE PROFUNDIDAD FALLO- 0 INTERFAZ DE ALARMA DE PROFUNDIDAD OPERATIVO- 1	X
VALORES DE CALIBRACIÓN OFF- 0 VALORES DE CALIBRACIÓN ON- 1	X
DELIMITADOR DEL CHEKSUM	*
CHECKSUM	CS
DELIMITADORES DE PARADA	<CR> <LF>

CAPÍTULO 3.

3. INTERFACES Y PROTOCOLOS

3.1. ESTÁNDAR NMEA 0183

El estándar NMEA 0183 pertenece a la Asociación Nacional de Electrónica Marina (*National Marine Electronics Association*), de cuyo nombre provienen sus siglas NMEA, y esta asociación dice que el estándar NMEA 0183 define la interfaz de la señal eléctrica, protocolo y tiempo de transmisión de datos, y un formato específico para un bus de datos de 4800 baudios. Cada bus puede tener sólo un hablador pero muchos oyentes. Esta norma tiene por objeto apoyar una vía de transmisión de datos en serie a partir de un único interlocutor a uno o más oyentes. Estos datos están en formato ASCII imprimible y puede incluir información tal como la posición, la velocidad, la profundidad, la asignación de frecuencia, etc. [8]

De esta manera se pueden intercomunicar equipos electrónicos marinos o de navegación que comparten el estándar como GPS, Estaciones

climáticas, sonares, ecosondas, etc. Estos equipos son llamados “talkers” si envían datos y “listeners” si reciben datos y emplean una interfaz asíncrona con los siguientes parámetros:

Velocidad de transmisión: 4800

Número de bits de datos: 8

Bits de parada: 1 (o más)

Paridad: Ninguno

Handshake: Ninguno

El nuevo estándar NMEA 0183-HS tiene una velocidad de datos de 38400 baudios. Los estándares anteriores NMEA 0180 y NMEA 0182, son las versiones anteriores al NMEA 0183 e incompatibles con este debido a que su velocidad y parámetros de transmisión son completamente diferentes.

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS

NMEA 0183 utiliza el estándar eléctrico EIA-422-A más conocido como RS-422 aunque también soporta el estándar EIA-232 (RS-232). Para reducir la interferencia y eliminar la falla de los efectos de los efectos de bucle de tierra se requiere que todos los equipos de recepción deben ser opto – aislados, se debe utilizar cable de par trenzado blindado en todas las conexiones, para que no se produzcan bucles de masa, el blindaje sólo debe ser conectado en un extremo que según la norma es en el Talker chassis.

FORMATO GENERAL DE SENTENCIA

El texto NMEA dado en código ASCII tiene el siguiente formato:

$$\$tddd,.....*xx<CR><LF> \quad (3.1)$$

Dónde:

- \$ o ! indican el inicio de la frase.
- tt Identifica al Talker (Talker Identifiers)
- ddd Identifica el tipo de datos (Data Type Identifiers)
- , la coma indica separación de datos
- *xx Indica el checksum
- <CR> Indica el acarreo de retorno.
- <LF> Indica el salto de línea.

TALKERS IDENTIFIERS

El listado completo de los Talker Identifiers se encuentra en el ANEXO 1 mientras que en la *Tabla 10* presentada a continuación muestran los utilizados en el proyecto.

Tabla 10 TALKERS IDENTIFIERS [8]

CÓDIGO	SIGNIFICADO

GP	Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
WI	Instrumentos Meteorológicos (Weather Instruments)

DATA TYPE IDENTIFIERS

En la *Tabla 11* detallan solo los Data Type Identifiers que se utilizarán en el sistema, la lista completa de estos se encuentra en el ANEXO 1.

Tabla 11 DATA TYPE IDENTIFIERS [8]

CÓDIGO	SIGNIFICADO
DBT	Profundidad por debajo del transductor (Depth Below Transducer)
GLL	Posición Geográfica – Latitud/Longitud (Geographic Position – Latitude/Longitude)
MTA	Temperatura del Viento(Wind Temperature)
MWV	Velocidad del viento y Ángulo (Wind Speed and Angle)
VHW	Velocidad en el Agua y Rumbo (Water Speed and Heading)

3.2. ESTÁNDARES RS-422 Y RS-485

EIA/TIA-422-N y EIA/TIA-485, comúnmente son llamados RS-422 y RS-485 respectivamente. Son estándares de comunicaciones seriales definidos por la Asociación de Industrias Electrónicas y revisados periódicamente por el TR-30.2 DTE-DCE Interfaces y Protocolos Subcomité para la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA) TR-30 Sistemas de Transmisión de Datos y Comité de Equipamiento.

Ambas normas son utilizadas al nivel industrial que se lo utiliza en un sistema transmisión de datos balanceados o también llamado transmisión de voltaje diferencial, el cual consiste en que el voltaje originado por el amplificador final aparezca entre dos líneas de señal. Estas líneas producen señales de salida complementarias. Cuando uno está en bajo, el otro se encuentra como un alto, y viceversa. En este tipo de transmisión también se requiere una línea para conexión a tierra o GND. Las interfaces diferenciales tienen mayor inmunidad al ruido o a picos de tensión en las líneas de comunicación. Esta configuración se encuentra mostrada en la *Figura 3. 1*.

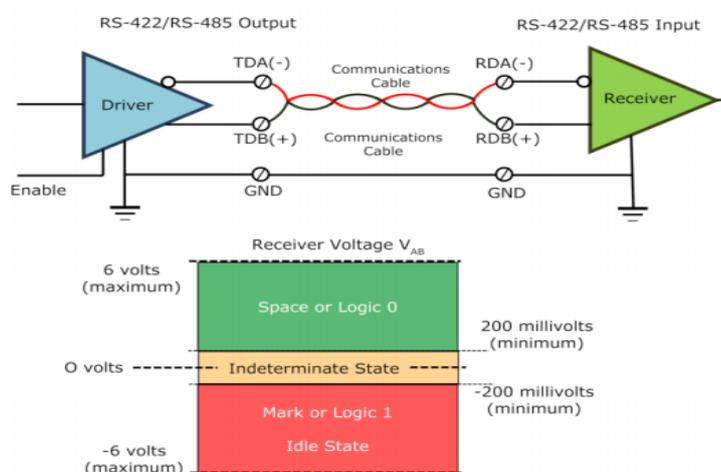


Figura 3. 1 RS-422/RS-485 TRANSMISIÓN DE DATOS BALANCEADOS

[9]

Debido a esto las comunicaciones utilizan cable de par trenzado como conductores diferenciales, receptores y transmisores diferenciales. El cable puede llegar hasta los 1200 metros o 4000 pies sin necesidad de colocar repetidores a una velocidad de 10Mbps la cual se va disminuyendo a medida que se recorre el cable, cabe recordar que en la mayoría de sistemas se opera con velocidades de transmisión más bajas.

La diferencia entre RS – 422 y RS – 485 es el tipo de comunicación que ofrecen. Es decir RS – 422 está destinado para una comunicación punto a punto o multipunto mientras que RS – 485 se utiliza en para comunicaciones multipunto empleando para ello una arquitectura Maestro/Esclavo donde cada dispositivo que funciona como Esclavo tiene una dirección lo cual ayudará a que los paquetes emitidos por el Maestro sean respondidos solo por el dispositivo correcto [10]. RS – 422 permite 1 transmisor y hasta 32 receptores mientras que RS – 485 permite 32 transmisores y 32 receptores [11]. En la *Figura 3. 2* se puede apreciar una conexión Punto a punto.

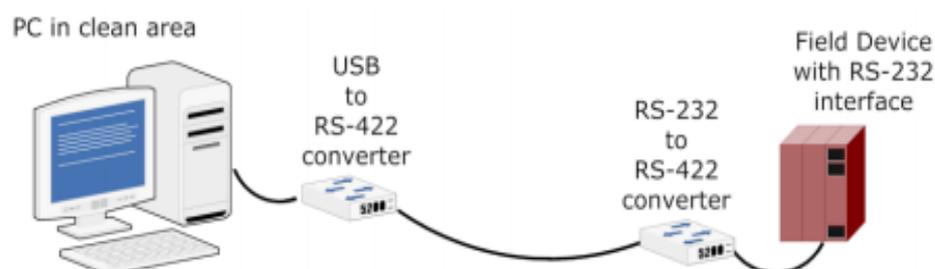


Figura 3. 2 RS – 422 ENLACE PUNTO A PUNTO [9]

Las normas EIA / TIA-422 y EIA / TIA-485 son estándares de la capa física pero no especifica conectores o pines ya que de esto lo definen protocolos, dando como resultado la fácil implementación en diferentes sistemas y/o aplicaciones que se encuentren conectados en serie. [9]

La interfaz RS-485 puede ser cableada de dos formas: con dos cables o con cuatro cables. La conexión mediante dos cables permite una comunicación half dúplex donde se conectan los dos pines de transmisión con los dos pines de recepción y estos deben estar con su misma polarización es decir Tx+ a Rx+ y Tx- a Rx-. El modo de conexión mediante cuatro cables permite la transferencia de datos full duplex [11].

A continuación en la *Figura 3. 3* y *Figura 3. 4* se muestra gráficamente cual es el proceso de conexión con dos cables y con cuatro cables respectivamente:

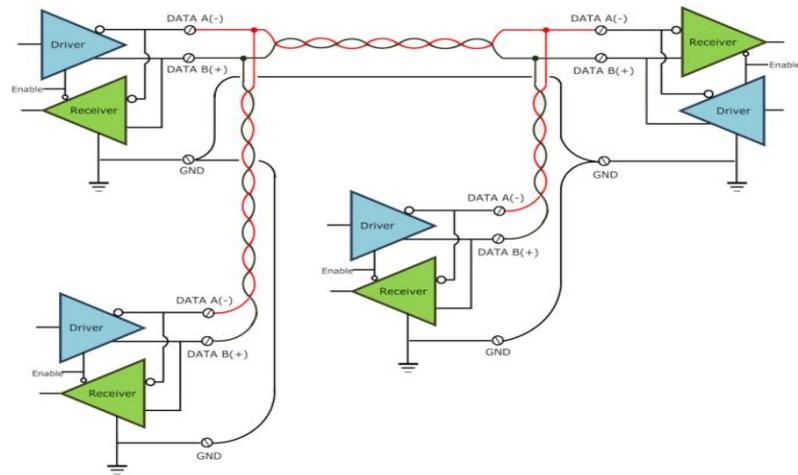


Figura 3. 3 RS – 485 DOS CABLES [9]

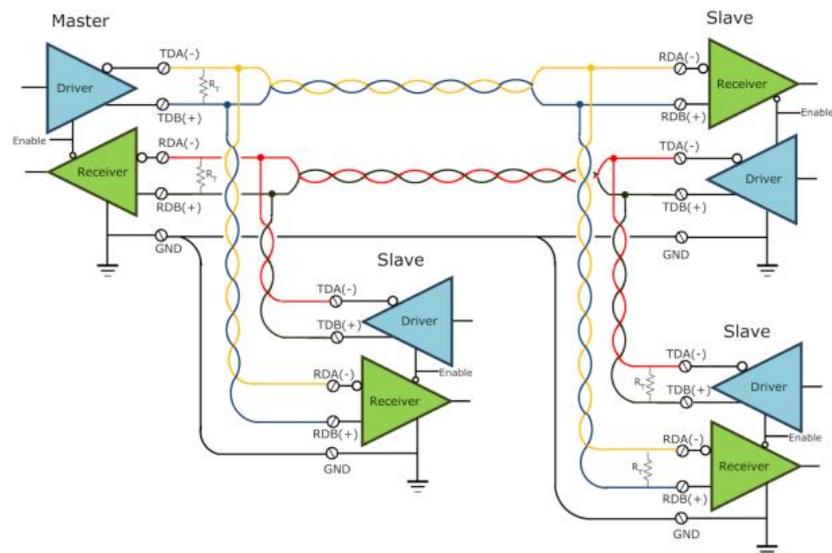


Figura 3. 4 RS – 485 CUATRO CABLES [9]

En la *Tabla 12* se detalla un resumen de las características de los estándares RS – 422 y RS – 485:

Tabla 12 CARACTERÍSTICAS RS 422 y RS 485 [9]

	RS – 422	RS – 485
MODO DE OPERACIÓN	Diferencial	Diferencial
NÚMERO TOTAL DE CONDUCTORES Y RECEPTORES EN UNA SOLA LÍNEA	1 Conductor 10 Receptores	32 Conductores 32 Receptores
LONGITUD MÁXIMA DEL CABLE	4000 ft	4000 ft
VELOCIDAD DE DATOS MÁXIMO (40ft – 4000ft)	100 Kbps - 10 Mbps	100 Kbps - 10 Mbps
CONDUCTOR MÁXIMO DE VOLTAJE DE SALIDA	-0.25 V to +6 V	-7 V to +12 V
SALIDA DEL CONTROLADOR DE NIVEL DE SEÑAL (CARGA MIN.) – CARGADO	±2 V	±1.5 V
SALIDA DEL CONTROLADOR DE NIVEL DE SEÑAL (DESCARGA MAX.) – DESCARGADO	±6 V	±6 V

DRIVER LOAD IMPEDANCE (OHMS)	100 ohm	54 ohm
RANGO DEL VOLTAJE DE ENTRADA DEL RECEPTOR	-10 V to +10 V -	-10 V to +10 V -
SENSIBILIDAD DE ENTRADA DEL RECEPTOR	± 200 mV	± 200 mV
RESISTENCIA DE ENTRADA DEL RECEPTOR (Ohms), (1 CARGA ESTÁNDAR PARA RS – 485)	4 kohm min	>12KOhm

3.3. MODELO TCP/IP

El modelo TCP / IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el departamento de defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en el ARPANET una red de área extensa del departamento de defensa. Protocolo de Control de Trasmisión / Protocolo de Internet o Trasnmission Control Protocol / Internet Protocol con sus siglas TCP/IP, es conjunto de protocolos o reglas que permiten el intercambio de información.

Es utilizado en la comunicación entre equipos ya sea que pertenezcan a su red LAN o no, pero es necesario que posean una dirección IP y este principio es la base para el internet. Su nombre se debe a que los dos protocolos más importantes para su funcionamiento son IP y TCP, los cuales junto a otros protocolos suman alrededor de cien integrantes entre los cuales se puede mencionar a HTTP, SMTP, TELNET, DNS, etc. [12] Cada uno de los protocolos están encuentran ubicados mediante capas los cuales se detallan junto con una breve explicación de su función presentan en *Figura 3. 5* dada a continuación:

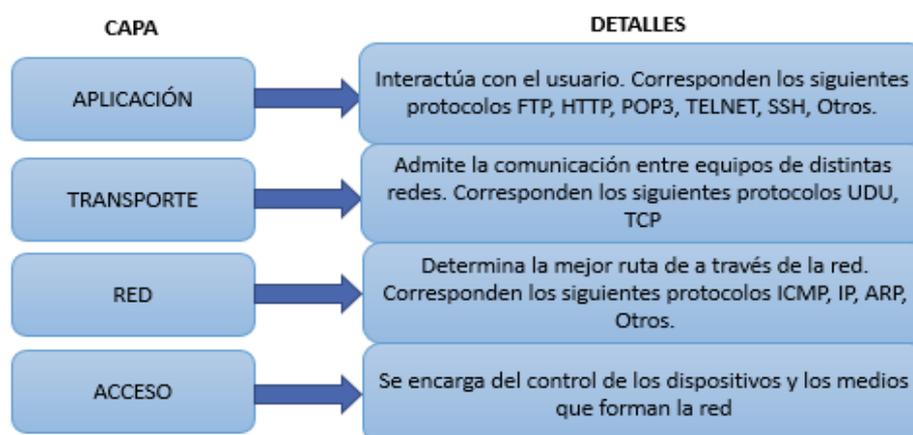


Figura 3. 5 MODELO TCP/IP

PROTOCOLO TCP – TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL

TCP es un protocolo orientado a conexión perteneciente a la capa de transporte, el cual es encargado de verificar la entrega de los datos de

cliente a servidor. Durante la transmisión de datos puede existir pérdida de los datos enviados, si esto sucede el protocolo procede a retransmitir los datos perdidos hasta que se confirme su correcta y completa recepción debido a que posee funciones de detección y corrección de errores. Entre otras características se mencionan las siguientes:

- Fiabilidad
- Ordenamiento de datagramas
- Corrección de errores
- Control de flujo
- Segmentos de longitud variada
- Establece conexión mediante 3 – way – hand shake

IP – INTERNET PROTOCOL

Tiene como finalidad trasladar un paquete de datos de nodo a nodo. Dentro de las características de IP se puede mencionar lo siguiente:

- Pertenece a la capa de red
- Protocolo no orientado a conexión.
- Entrega de datos no confiable, esta función la cumple la capa de transporte.
- Servicio del mejor Esfuerzo

Las cabeceras IP contienen las direcciones pertenecientes a los dispositivos de origen y destino. Dentro de una red se puede implementar direccionamiento estático o dinámico, dependiendo del diseño de la red

donde se lo aplicará. Durante la existencia de este protocolo han existido diferentes versiones, en la actualidad todavía se encuentra funcionando IPv4 pero su sucesor IPv6 ya está comenzando a ser implementado debido a que su antecesor ya tiene sus direcciones prácticamente agotadas. Las direcciones IPv4 están conformadas por 32 bits mientras que IPv6 utiliza 128 bits.

CAPÍTULO 4.

4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN

4.1. HARDWARE UTILIZADO

Para la implementación del proyecto se utilizó equipos pertenecientes a National Instruments, debido a que estos son de tipo industrial lo cual proporcionará la robustez necesaria para que el sistema trabaje óptimamente en las corbetas. Los dispositivos a que se van a utilizar son los siguientes:

- NI PXIe-1082
- NI PXIe-8102
- NI PXI-8431/8
- NI PCIe-8431/8 (RS485/RS422)
- Controlador de estado sólido SATA de 80 GB para controladores embebidos PXI.
- Cables seriales/paralelos para GPLB (IEEE 488)

A continuación se presenta ciertas especificaciones técnicas proporcionadas por la página del fabricante de cada uno de los equipos ya mencionados.

NI PXIe-1082

Dentro de las características que se pueden nombrar al NI PXIe-1082 CHASIS PXI EXPRESS 3U DE 8 RANURAS CON AC - HASTA 7 GB/S mostrado en la

Figura 4. 1 se puede mencionar lo siguiente:

- 4 ranuras híbridas, 3 ranuras PXI Express, 1 ranura de temporización del sistema PXI Express.
- Potencia total de 420 W disponible desde 0 a 55 °C
- Alto rendimiento - hasta 1 GB/s por ranura de ancho de banda dedicado y 7 GB/s de ancho de banda del sistema.
- Teclado y monitor portátil y robusto, caja dura robusta y otros accesorios disponibles.
- Compatibilidad con módulos PXI, PXI Express, Compact PCI y Compact PCI Express



**Figura 4. 1 NI PXIe-1082: CHASIS PXI EXPRESS 3U DE 8 RANURAS
CON AC - HASTA 7 GB/S. [13]**

NI PXIe-8102

Dentro de las características que se pueden nombrar al NI PXIe-8102 controlador embebido dual – core Intel Celeron T3100 DE 1.9 GHZ mostrado en la *Figura 4. 2* se puede mencionar lo siguiente:

- Procesador Dual – Core Intel Celeron T3100 de 1.9 GHz
- Hasta 1 GB/s de ancho de banda del sistema y ancho de banda en ranura de 250 MB/s (cuatro enlaces x1 PCI Express)
- Incluye memoria RAM estándar DDR2 de 1 GB (1 DIMM x 1 GB) de 800 MHz, máximo 4 GB
- HDD de 80 GB (o mayor), 10/100/1000BASE-TX (Gigabit) Ethernet, 2 puertos de alta velocidad USB, serial y otras E/S
- SO Windows y controladores ya instalados; recuperación del sistema desde el disco duro



**Figura 4. 2 NI PXIe-8102: CONTROLADOR EMBEBIDO DUAL-CORE
INTEL CELERON T3100 DE 1.9 GHZ. [14]**

NI PXI-8431/8

Él NI PXI-8431/8 interfaces seriales para PXI, PCI, PCMCIA, Ethernet, y USB mostrado en la *Figura 4. 2* tiene las siguientes características:

- Tasas de transmisión flexibles desde 57 b/s hasta 2 Mb/s (NI 843x)
- Hasta 128 B transmisión/recepción FIFO (NI 843x, USB, ENET).
- Multiprocesador completo y compatibilidad hyper threading (NI 843x)
- Memoria asignada para evitar conflictos de recursos de E/S (NI 843x).
- Compatible con ranuras de 3.3 y 5 V PCI slot-compatible (NI 843x).
- Controlador de dispositivo NI-Serial, trabaja con NI-VISA para un fácil desarrollo.
- Compatibilidad con LabVIEW Real-Time para un control determinístico (Standard plug-in, ENET).



Figura 4. 3 NI PXI-8431/8: INTERFACES SERIALES PARA PXI, PCI, PCMCIA, ETHERNET, Y USB. [15]

NI PCIe-8431/8 (RS485/RS422)

Entre las características técnicas proporcionadas por la página del fabricante se tienen las siguientes:

- Compatible con SO Windows y LabVIEW Real-Time
- Modos de transceptor seleccionables de 4 y 2 cables para comunicación dúplex media y completa
- La interfaz DMA de alta velocidad minimiza la sobrecarga del CPU, transmisión y recepción FIFO de 128 B
- Velocidades de transferencia flexibles estándares y no estándares desde 2 baudios a 3,000,000 baudios
- Incluye conexión de cable de 8 puertos (VHDCI de 68 pines a ocho puertos machos D-Sub de 9 pines)

- El controlador NI-Serial incluye API NI-VISA gratis para fácil programación



Figura 4. 4 NI PCIe-8431/8 (RS485/RS422) INTERFAZ RS485/422 DE 8 PUERTOS DE ALTO RENDIMIENTO PARA PCI EXPRESS [16]

CONTROLADOR DE ESTADO SÓLIDO SATA DE 80 GB PARA CONTROLADORES EMBEBIDOS PXI

Entre las características técnicas proporcionadas por la página del fabricante se tienen las siguientes:

- Controlador de Estado Sólido SATA de 80 GB de 2.5 in.
- Compatibilidad con los últimos controladores NI PXI y PXI Express Windows y controladores embebidos en tiempo real
- Rango de temperatura de operación de 0 a 55 °C
- Cumple con los requerimientos para que los controladores PXI/PXI Express sean clasificado como "temperatura extendida".



**Figura 4. 5 CONTROLADOR DE ESTADO SÓLIDO SATA DE 80 GB
PARA CONTROLADORES EMBEBIDOS PXI. [18]**

CABLES SERIALES/PARALELOS PARA GPIB (IEEE 488)

Entre las características técnicas proporcionadas por la página del fabricante se tienen las siguientes:

- Cables para el GPIB-1284CT
- Cables Seriales de Módem Nulo
- Cables para el GPIB-232x y GPIB-485



Figura 4. 6 CABLES SERIALES/PARALELOS PARA GPIB (IEEE 488).

[19]

4.2. INTRODUCCIÓN A LABVIEW

El software LabVIEW es una herramienta de desarrollo de sistemas perteneciente a National Instruments, que utiliza un lenguaje de programación gráfico. Se puede implementar desde programas para pruebas hasta grandes sistemas de escala industrial. Cada programa elaborado recibe el nombre de VI's que quiere decir Virtual Instruments. Un VI está compuesto por un Panel Frontal y un Diagrama de Bloques, si bien es cierto que el desarrollador trabaja en estas dos secciones Panel Frontal está destinado a la interacción con el usuario final de la aplicación sin necesidad de este tenga conocimientos sobre programación utilizado en LabVIEW.

PANEL FRONTAL

Esta sección es la que interactúa con el usuario con el programa se ejecuta. El usuario puede controlar los datos que se ingresan o simplemente observar los datos generados por el programa. En la *Figura 4. 7* se muestra un ejemplo de cómo es el panel frontal de un VI.

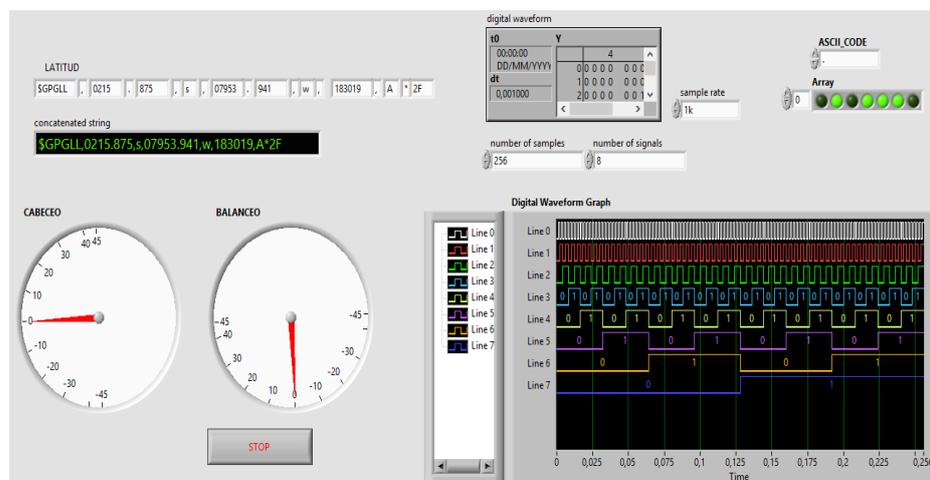


Figura 4. 7 CABLES EJEMPLO - PANEL FRONTAL

DIAGRAMA DE BLOQUES

Se encarga de definir las condiciones utilizadas para que el programa funcione correctamente y cumpla con las especificaciones requeridas. En la Figura 4. 8 se puede observar como luce la sección Diagrama de Bloques con una programación realizada.

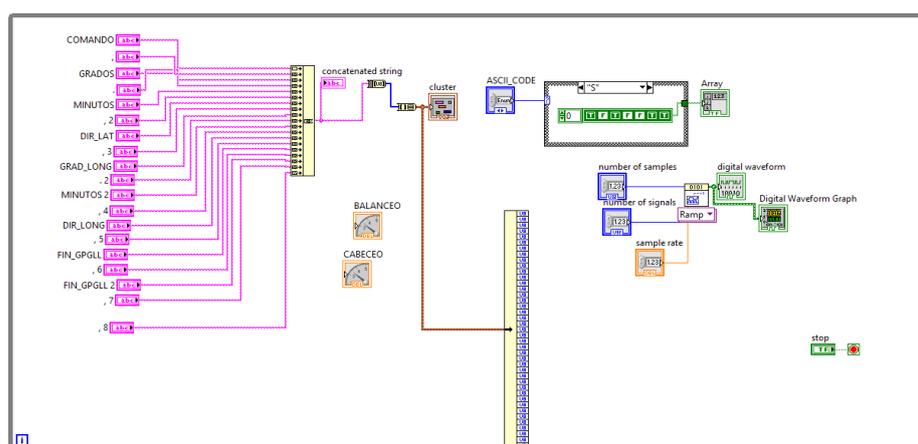
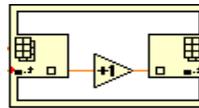


Figura 4. 8 EJEMPLO – DIAGRAMA DE BLOQUES

4.3. BLOQUES UTILIZADOS

Dentro de los bloques más importantes que se utilizaron para la elaboración de los VI's se puede mencionar los siguientes:

- **Índice de arreglo / Reemplazar elementos del nodo de borde (*Array Index / Replace Elements Border Node*):** Permite reemplazar un elemento de un arreglo de dimensión n .



- **Función arreglo a cluster (*Array To Cluster Function*):** Convierte un arreglo de una dimensión a un cluster del mismo tipo de elementos que el arreglo.



- **Función tamaño de arreglo (*Array Size Function*):** Devuelve el número de elementos en cada dimensión del arreglo.



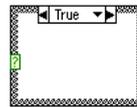
- **Función Bundle (*Bundle Function*):** Agrupa varios elementos.



- **Convierte una cadena en un número de punto flotante (*Converts a string to a floating point number*):** Devuelve un número de punto flotante a partir del ingreso de una cadena.



- **Estructura Case (Case Structure):** Contiene uno o más casos, o sub-diagramas, de los cuales solo se ejecutará uno de ellos el cual será determinado por el cable al terminal selector



- **Función aritmética compuesta (Compound Arithmetic Function):** Realiza aritmética de uno o más números, array, clúster o entradas booleanas. Se puede escoger el tipo de operaciones a realizar (sumar, multiplicar, and, or o xor),



- **Función concatenar cadenas (Concatenate Strings Function):** Concatena las cadenas y arreglos de una dimensión entrantes en una cadena simple. Con la cual podemos obtener una parte específica de la trama analizada.



- **Función cerrar archivo (Close File Function):** Cierra un archivo de texto antes abierto.



- **Convertir datos dinámicos desde VI Express (Convert from Dynamic Data Express VI):** Convierte datos dinámicos a otros tipos de datos.



- **Función cadena decimal a número (*Decimal String To Number Function*):** Convierte los caracteres numéricos en una cadena, el inicio de la nueva cadena viene dado por un valor offset. Con esta opción se puede obtener solo ciertos datos que se encuentran dentro de la trama



- **Función desencolar elemento (*Dequeue Element Function*):** Desencola un elemento.



- **Función de división (*Divide Function*):** Permite realizar la división entre los dos datos ingresados.



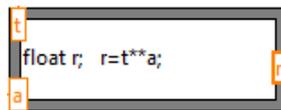
- **Función Igual? (*Equal? Function*):** Devuelve Verdadero si ambas entradas son iguales. Ayuda a establecer condiciones de tipo booleano.



- **Función Or Exclusivo (*Exclusive Or Function*):** Realiza la operación lógica de las entradas, retornando falso si ambas entradas son iguales caso contrario retorna verdadero.



- **Nodo de Formula (*Formula Node*):** Evalúa una fórmula matemática y expresiones similares a C en un diagrama de bloque. En este caso se lo utilizó para poder generar los datos de temperatura de rocío.



- **Función formato fecha/cadena hora (*Format Date/Time String Function*):** Especifica el formato en que se mostrará fecha y hora.



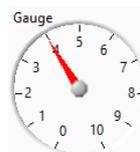
- **Función Fracción/Expresión de cadena a número (*Fract/Exp String To Number Function*):** Permite extraer números que se encuentran dentro de una cadena de caracteres. Se lo utiliza para poder representar en los indicadores el valor del dato ingresado.



- **Lazo For (*For Loop*):** Ejecuta el sub-diagrama desarrollado dentro del lazo n veces. El número de veces que se repetirá el lazo dependerá del tamaño de la trama ingresada.



- **Gauge:** Es un tipo de indicador gráfico donde se representará la humedad relativa generada por la aplicación.



- **Función Obtener Fecha/cadena hora (*Get Date/Time String Function*):** Permite Obtener la hora y fecha configurada en el equipo.



- **Función inicializar arreglo (*Initialize Array Function*):** Crea un arreglo de dimensión n, cada elemento se inicializa con un mismo valor



- **Función en rango y forzar (*In Range and Coerce Function*):** Permite establecer rangos, es decir establece un valor máximo y mínimo para un conjunto de valores que pueden ser generados.



- **Función índice de arreglo (*Index Array Function*):** Retorna un elemento o un sub-arreglo obtenido del arreglo de dimensión n ingresado.



- **Función insertar dentro de un arreglo (*Insert Into Array Function*):** Inserta un elemento o sub-arreglo dentro de un arreglo de dimensión n.



- **Lazo While:** Ciclo While repite el código hasta que se cumpla una condición específica.



- **Función ¿menor o igual? (Less Or Equal? Function):** Retorna Verdadero si x es menor o igual a y. Se utiliza para establecer una condición para la cual permitirá reconocer solo la longitud deseada.



- **Función coinciden cadena verdadero/falso (Match True/False String Function):** Examina el comienzo de la cadena para ver si coincide con la verdadera cadena o falsa cadena, retorna true o false dependiendo que tipo de cadena que ingreso. Se lo utiliza para poder reconocer que tipo de protocolo ingresa a través de los puertos.



- **Función combinar señales (Merge Signals Function):** Combina las señales entrantes y devuelve una sola señal.



- **Función combinar errores (Merge Errors Function):** Se utiliza esta función para poder detectar un error o alguna advertencia.



- **Función multiplicación (Multiply Function):** Retorna el resultado de la multiplicación entre los dos valores entrantes.



- **Función ¿No es igual? (*Not Equal? Function*):** Retorna Verdadero si los datos ingresados no son iguales entre sí, caso contrario retorna Falso. En este caso se lo utiliza para generar condiciones de tipo booleano.



- **Función No (*Not Function*):** Realiza la negación lógica del valor ingresado. Si se ingresa un valor verdadero retorna como falso y viceversa, normalmente se lo utiliza para realizar operaciones booleanas que permitan realizar una acción en una condición específica.



- **Función número a cadena fraccional (*Number To Fractional String Function*):** Convierte un número fraccionario en una cadena.



- **Función número a cadena hexadecimal (*Number To Hexadecimal String Function*):** Convierte un número a una cadena de dígitos hexadecimales.



- **NXT numero a cadena (*NXT Number to String*):** Realiza la conversión de un número a una cadena.



- **Función OR (*Or Function*):** Realiza la operación lógica OR entre las entradas, Normalmente e las utiliza para expresar condiciones.



- **Función obtener cola (*Obtain Queue Function*):** Retorna una referencia a una cola.



- **Función abrir/crear/reemplazar archivos (*Open/Create/Replace File Function*):** Crea o abre un archivo ya existente. Nos permitirá especificar en qué archivo .txt guardaremos la información recolectada.



- **Botón pulsador (*Push Button*):** Es un botón booleano el cual nos dirá si realizamos o no un procedimiento.



- **Función cociente y residuo (*Quotient & Remainder Function*):** Nos devuelve un resultado entero y fracconario de la división realizada.



- **Función número aleatorio (0-1) (*Random Number (0-1)* Function):** Genera un número aleatorio en el rango de 0 a 1. El dato es de tipo flotante de doble precisión.



- **Función cadena a arreglo de byte (*String To Byte Array* Function):** Convierte una cadena entrante en un arreglo de bytes sin signo.



- **Indicador de cadena (*String Indicador*):** Permite mostrar un dato tipo string en el panel frontal.



- **Función longitud de cadena (*String Length Function*):** Retorna la longitud del número de caracteres en una cadena. Esta opción nos servirá para poder reconocer el tipo de trama ingresada.



- **Función subconjunto de cadena (*String Subset Function*):** Devuelve una sub-cadena de la cadena de entrada. Esta función ayudará a obtener la cabecera de la trama ingresada para poder identificar su procedencia.



- **Función de selección:** Devuelve un valor t si la entrada es verdadera o f si es falso.



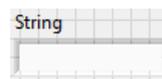
- **Función resta (*Subtract Function*):** Devuelve el resultado de la Sustracción entre los dos datos ingresados.



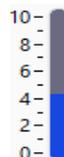
- **Botón de parada (*Stop Button*):** Al colocar este botón se está creando una opción para que el usuario detenga la ejecución del programa de manera forzada.



- **Control de cadena (*String Control*):** Permite al usuario ingresar una cadena de caracteres. Por medio de esta opción se ingresará la dirección IP, Puerto, etc.

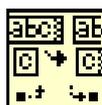


- **Botón deslizante (*Slide Button*):** Este indicador gráfico está colocado en el panel frontal, con este se podrá indicar los valores medidos de temperatura, presión, etc.



- **Función buscar/dividir cadena (*Search/Split String Function*):**

Divide una cadena simple en dos sub-cadenas. Esta función nos permite escoger la parte de la trama que se requiere analizar.

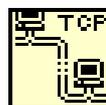


- **Escribir TCP (*TCP Write*):** Escribe los datos a una conexión de red TCP.



- **Función abrir conexión TCP (*TCP Open Connection Function*):**

Abre una conexión de red TCP con la dirección y el puerto o nombre de servicio.



- **Función cerrar conexión TCP (*TCP Close Connection Function*):**

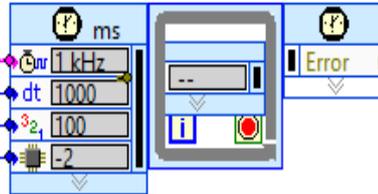
Cierra la conexión de una red TCP antes abierta.



- **Función a mayúsculas (*To Upper Case Function*):** Convierte todos los caracteres alfabéticos en una cadena a mayúsculas.



- **Lazo de tiempo (*Timed Loop*):** define un tiempo en el cual el ciclo vuelve a repetir.



- **Función unbundle (*Unbundle Function*):** Divide un cluster en cada uno de sus elementos individuales. Se lo utiliza mayormente extrayendo las coordenadas necesarias para poder realizar gráficas.



- **Función unbundle por nombre (*Unbundle By Name Function*):** Retorna el valor de cada uno de los elementos que se encuentren dentro del cluster.



- **Variables Globales:** Nos permite interconectar diferentes VI's.



- **Nombre de recurso VISA (*VISA resource name*):** Utilizaremos el VISA resource name para seleccionar que puerto serial se va a utilizar al momento de adquirir los datos.



- **Configurar puerto VI serial VISA (*VISA Configure Serial Port VI*):** Inicializa el puerto serial especificado por VISA resource name



- **Función leer VISA (*VISA Read Function*):** Lee el número especificado de bytes desde el dispositivo o interfaz especificada por VISA resource name y devuelve los datos en búfer de lectura.



- **Función cerrar VISA (*VISA Close Function*):** Cierra la sesión iniciada por un dispositivo o evento especificado por VISA resource name.



- **Escribir en un archivo de texto (*Write to Text File Function*):** Escribe una cadena o un arreglo de cadenas como una línea de un archivo. Se utiliza esta función para poder guardar la trama recibida en el archivo antes abierto.



- **Función esperar (ms) (*Wait (ms) Function*):** Espera un número específico de milisegundos y retorna el valor del temporizador.



- **Gráfico de formas de onda (*WaveForm Graph*):** Mediante esta opción nos permite graficar los valores recibidos, los cuales han sido colocados en un arreglo de dimensión n.



4.4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS APLICACIONES PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS

Las aplicaciones desarrolladas para la adquisición de datos en tiempo real se implementarán en un solo programa principal el cual se encontrará corriendo en él NI-PXIe 8102 debido a que esta tarjeta contiene las herramientas necesarias para trabajar en Tiempo Real. La elaboración de este VI se encuentra concentrada en la sección del panel frontal por lo que estos no interactuarán directamente con el usuario final. Para la interacción con el usuario máster que se encuentra en la computadora principal y el host remoto se ha elaborado una aplicación correspondiente para cada una de ellos.

Los datos proporcionados por los sensores cinemáticos ingresarán por cualquiera de los puertos RS-422 provenientes del NI PXI-8431/8. Con el programa principal se determinará el tipo de dato y el puerto por el que está siendo adquirido para que la información recibida se guarde en sus respectivas variables globales, las cuales se utilizarán en las aplicaciones que serán controladas por la computadora central la misma que se encarga de decidir a qué host remoto se enviará el dato adquirido o simulado. La *Figura 4. 9* presenta un breve esquema de cómo se realiza la adquisición de datos proporcionados por los sensores cinemáticos.

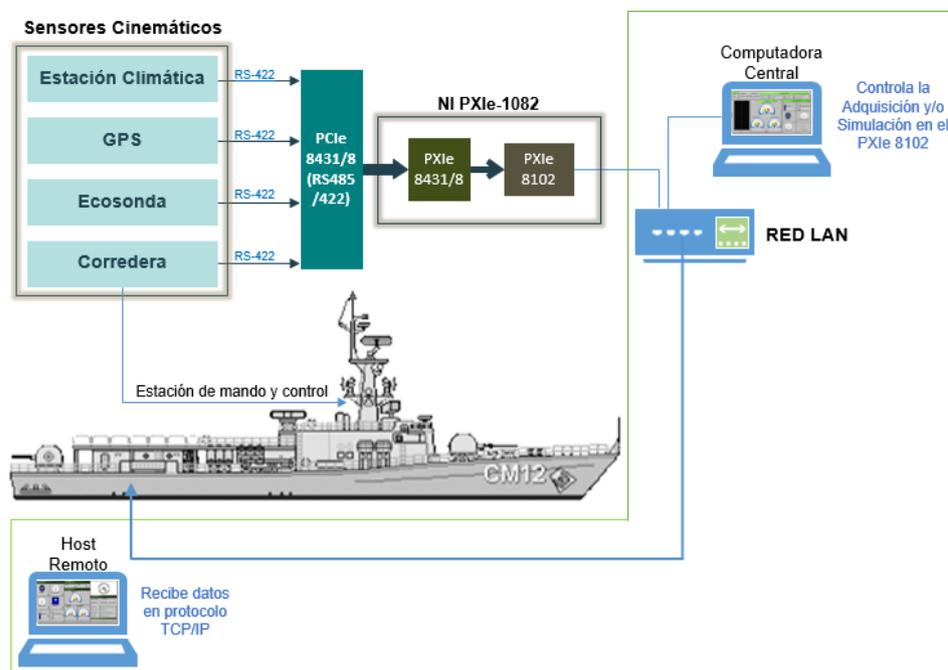


Figura 4. 9 ESQUEMA DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y/O SIMULACIÓN DE DATOS

Cada uno de los sensores cinemáticos posee su propio Talker Identifier con el cual se puede reconocer el tipo de sensor evitando así fijar un puerto específico para cada uno de los sensores, brindando mayor flexibilidad de manejo al usuario del sistema. Para ello se configura a cada uno de los puertos de recepción de tal forma que la aplicación determine el tipo de trama adquirida esta información se guardará en una variable global que a su vez envía los datos por TCP/IP al host remoto.

En el diagrama de flujo mostrado en la *Figura 4.10* se muestra de manera general la lógica implementada para el desarrollo de los programas para la adquisición de datos.

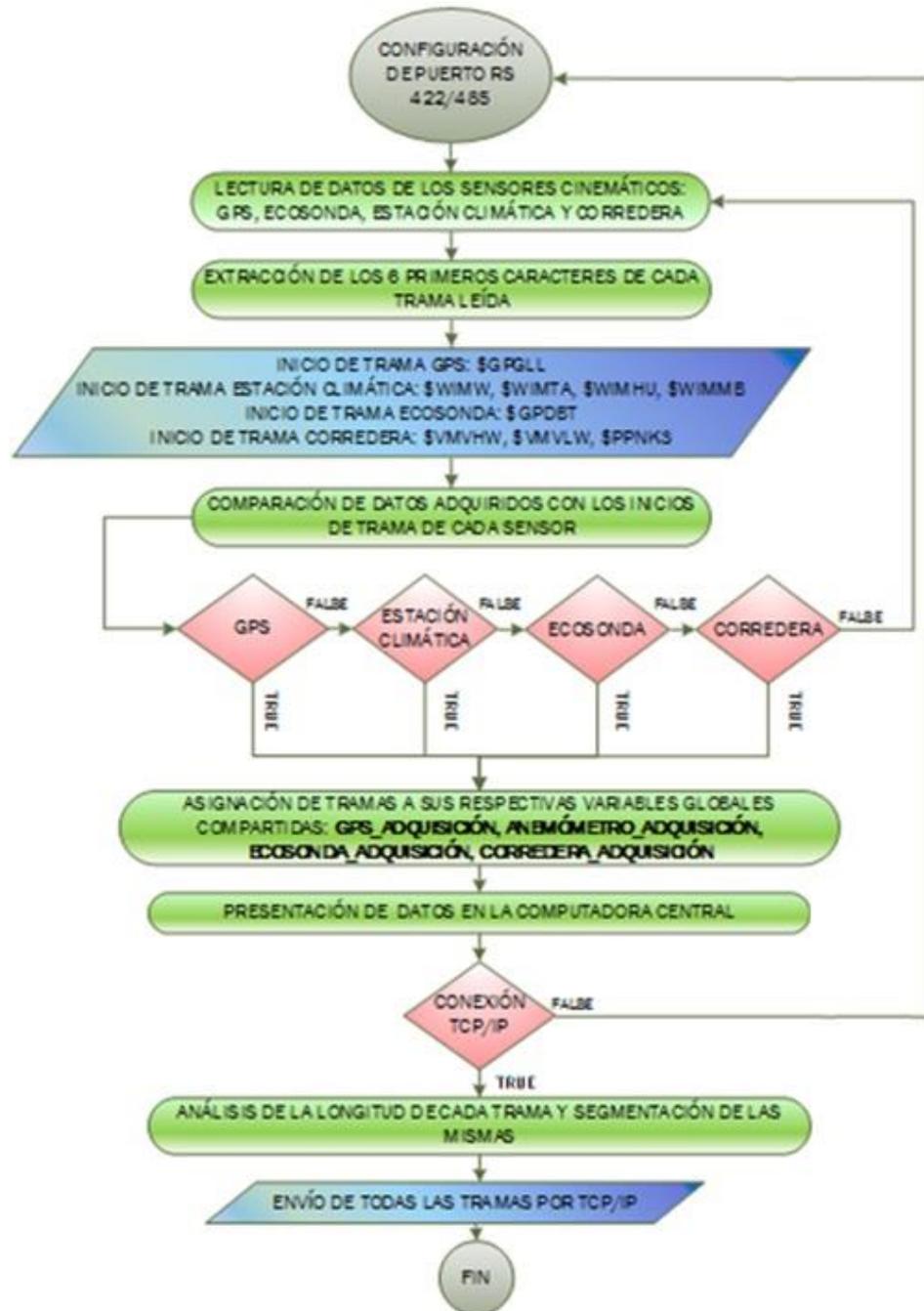


Figura 4. 10 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROGRAMACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS

En el diagrama de flujo se especificó que una vez leídos los datos provenientes de los sensores cinemáticos se deben extraer los inicios de cada trama para posteriormente ser comparadas para el respectivo reconocimiento del sensor conectado. La programación realizada en el PXIe – 8102 usando LabVIEW que cumple con estos requisitos se muestra en la *Figura 4. 11* la cual que será repetitiva para todos los demás puertos, es decir se tendrá tantas configuraciones semejantes en el mismo VI como puertos disponibles se tenga.

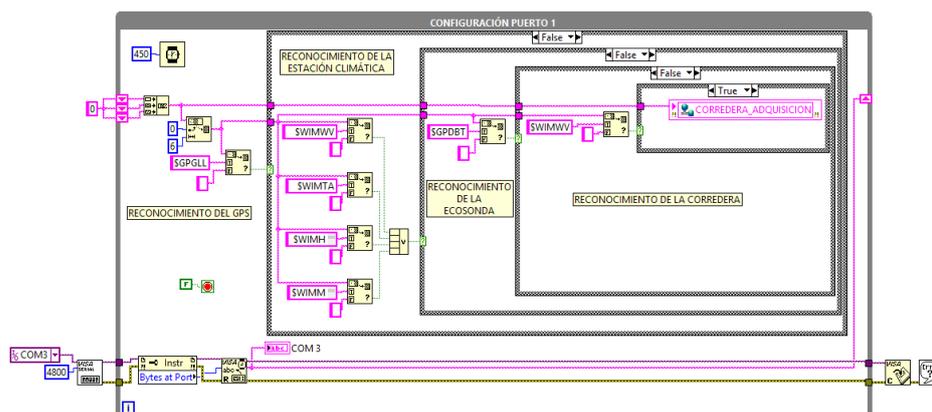


Figura 4. 11 ADQUISICIÓN DE DATOS PXIe – 8102

CONECTIVIDAD TCP / IP

Una vez que se ha armado la red LAN con los equipos con los que se va a trabajar, para que el NI PXIe-8102 pueda tener conectividad con el host remoto se debe establecer la conexión TCP/IP para lo cual ambos equipos deben estar configurados cada uno con una dirección IP perteneciente a la misma red. Desde el NI MAX de LabVIEW se puede realizar la configuración IP en el PXIe – 8102 tal como se muestra en la *Figura 4. 12*.

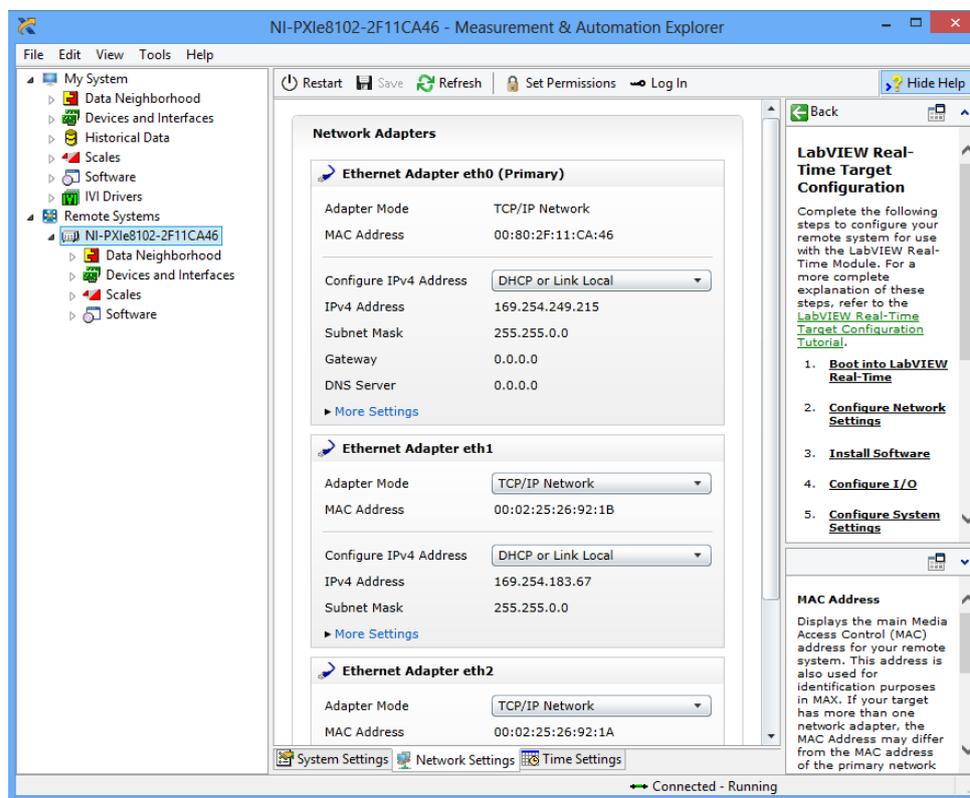


Figura 4. 12 CONFIGURACIÓN DE RED – NI PXIe-8102

Una vez formada la red LAN entre los equipos y que esta se encuentre funcionando correctamente para que se pueda enviar los datos adquiridos al host remoto, se necesita establecer la comunicación TCP/IP dentro de la aplicación desarrollada en el NI PXIe – 8101. En la *Figura 4. 13* se puede apreciar que se debe colocar la dirección IP y el número de puerto del dispositivo al cual se desea conectar, en este caso sería el host remoto. Ésta validación se encuentra dentro de un lazo while el cual tiene como objetivo repetir la configuración hasta que se haya establecido la conexión TCP correctamente y por ende obtenido el ID conexión para comenzar a

transmitir los datos adquiridos de cualquiera de los sensores cinemáticos ya sea que solo esté conectado uno de ellos o todos a la vez

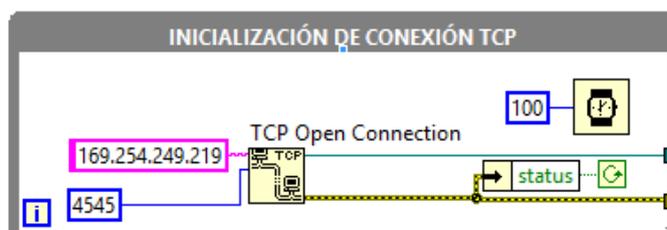


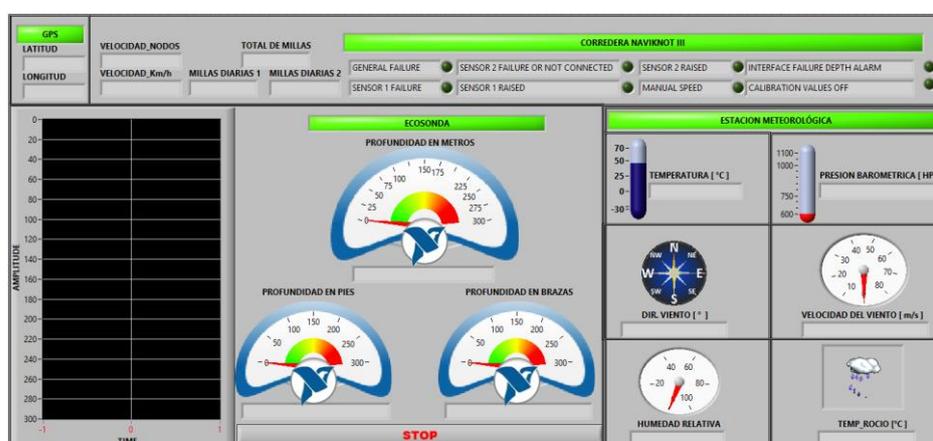
Figura 4. 13 VALIDACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN TCP – NI PXIe-8102

Para realizar el envío de los datos recolectados por TCP se debe retirar los dos caracteres que representan el fin de línea y retorno del carro (CR y LF) de cada una de las tramas, posteriormente todas las tramas resultantes se ubican en un solo arreglo. Finalmente se envía cada uno de los casilleros del arreglo formado al host remoto, para evitar errores se debe cerrar la conexión establecida. Cada una de las tramas adquiridas tienen diferente cantidad de caracteres por lo que la extracción de CR y LF se debe efectuar en cada una de ellas la validación para que solo se envíe el número de carácter requeridos, en el ANEXO 2 se muestra la programación realizada.

CONFIGURACIÓN DE LOS PUERTOS PARA CONEXIÓN SERIAL

Para lograr la comunicación serial entre el dispositivo que al que se desea realizar una medición se debe inicializar el puerto y definir los parámetros principales, en este caso serán nombre de puerto y la velocidad de

separados para poder ser visualizados en una interfaz más amigable con el usuario final, logrando una correcta lectura de la información proporcionada por los sensores sin necesidad de tener conocimientos técnicos. El procedimiento realizado para poder lograr lo descrito se lo tratará en los puntos posteriores.



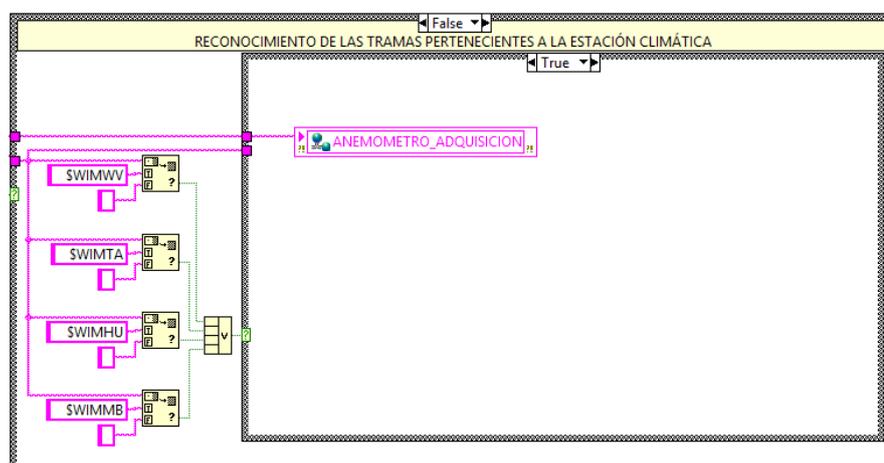
**Figura 4. 16 APLICACIÓN PARA LA COMPUTADORA CENTRAL –
ADQUISICIÓN PANEL FRONTAL**

4.4.1. ESTACIÓN CLIMÁTICA

RECONOCIMIENTO DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA - NI PXIe – 8102

Se debe recordar que en la estación climática se encuentran integrados varios sensores meteorológicos por lo que este dispositivo recibe cuatro tramas diferentes las cuales fueron descritas en el capítulo dos. La información proporcionada por todos los sensores meteorológicos contenidos en la estación. La *Figura 4. 17* describe como se compara la cabecera extraída de la trama que en ese

momento ha ingresado, con todas las opciones de cabeceras que puede tener la estación. Si el dato ingresado pertenece a la estación este es enviado a la variable global llamada ANEMÓMETRO_ADQUISICIÓN para su posterior análisis y transmisión TCP/IP. Este procedimiento se realiza en todos los puertos habilitados, dando así la posibilidad al usuario de que conecte este equipo a cualquiera de los puertos de adquisición RS – 422.



**Figura 4. 17 RECONOCIMIENTO DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA NI
PXIe – 8102**

PRESENTACIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – COMPUTADORA CENTRAL

El propósito de desarrollar un VI para la computadora central es de presentar los datos adquiridos, de tal manera que cualquier usuario

pueda realizar una correcta lectura de tales datos sea que este tenga o no conocimientos técnicos.

Para poder extraer de las tramas recibidas solo los campos que contienen la información que se desea presentar se debe distinguir cada una de las tramas utilizando el mismo principio que se usó para reconocer el tipo de sensor conectado en el PXIe – 8102 para la adquisición ya que la estación climática tiene cuatro tramas diferentes y cada una de ellas con campos diferentes.

Todas estas tramas tienen un número de caracteres distintos en total y un formato fijo, por lo que el campo que se desea exhibir en pantalla se lo obtiene separando la sección deseada del resto conociendo la ubicación exacta de los caracteres que contienen la información requerida. Una vez obtenido el campo requerido se procede a presentar este valor en un indicador en el panel frontal del VI, así como una luz indicadora que se activará en caso que se esté adquiriendo datos provenientes de este sensor.

En la *Figura 4. 18* se puede observar cada una de las validaciones realizadas para todos los casos posibles, así como los dos Subvi's que se localizan para el caso de la trama con cabecera \$WIMWV. La función de SUBVI I y SUBVI II es poder validar el rango de valores generados por la estación, correspondientes a la dirección y velocidad

del viento en caso que éstos no cumplan con las condiciones indicadas se produce un mensaje de error.

Otras de las funciones de estos Subvi's es de completar los caracteres de las tramas es decir como el campo puede recibir valores de dirección del viento, el campo debe tener 3 caracteres 000.00 a 360.00 y si a éste le llega un valor de 50.01 a ésta cantidad se le aumenta un 0 a la izquierda para poder tener una trama con un total de caracteres constantes. En el ANEXO 3 se muestra la configuración de estos subvi's de una forma más detallada.

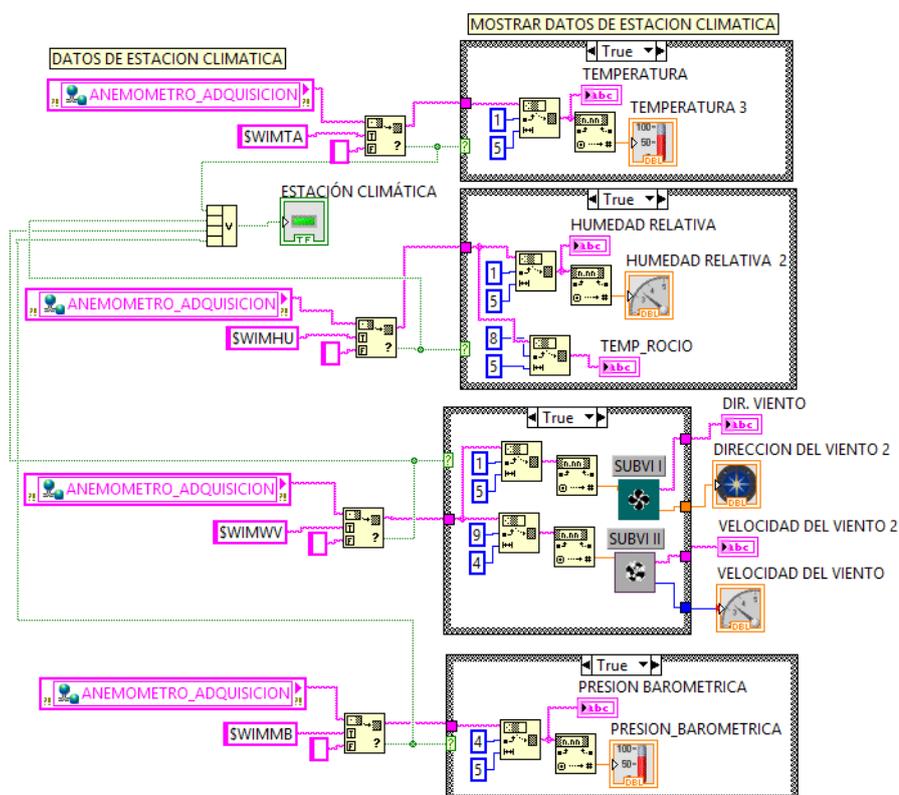


Figura 4. 18 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS EN LA COMPUTADORA CENTRAL – ESTACIÓN CLIMÁTICA

4.4.2. CORREDERA

RECONOCIMIENTO DE LA CORREDERA - NI PXIe – 8102

La corredera recibe un tres tipos de tramas cuyas cabeceras son \$WIMWV, \$VMVLW, \$PPNK3 cuyo significado se encuentra descrito en el CAPÍTULO 2 sección 2.2. La validación está realizada de tal manera que al ingresar cualquiera de los Talker identifiers determinados envíen los datos adquiridos a la variable global llamada CORREDERA_ADQUISICIÓN, la misma que servirá para transmitir la información al host remoto vía TCP/IP. En la *Figura 4. 19* se muestra el ejemplo de cómo se encuentra configurado uno de los puertos y como se realiza la validación de las cabeceras de las tramas ingresadas.

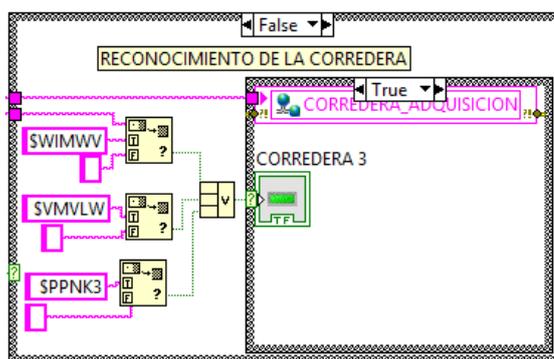


Figura 4. 19 RECONOCIMIENTO DE LA CORREDERA

PRESENTACIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – COMPUTADORA CENTRAL

Si bien es cierto que la corredera nos proporciona tres tipos de tramas diferentes, todas estas llegan encapsuladas de tal forma que se lee como que si fuera una sola. Sin embargo el procedimiento para poder extraer los datos de cada una de ellas se utiliza el mismo principio utilizado anteriormente en la adquisición, es decir se debe conocer en que campos específicos de la trama se encuentra la información buscada para posteriormente presentarla en el panel frontal.

Aunque se realiza el análisis de las tramas adquiridas como que si fuera una, mediante una comparación de las cabeceras de estas se encenderá una alarma para que el usuario sepa identificar a qué tipo de trama pertenece el dato observado. La programación realizada en la sección de diagrama de bloques se puede visualizar en la *Figura 4.20*.

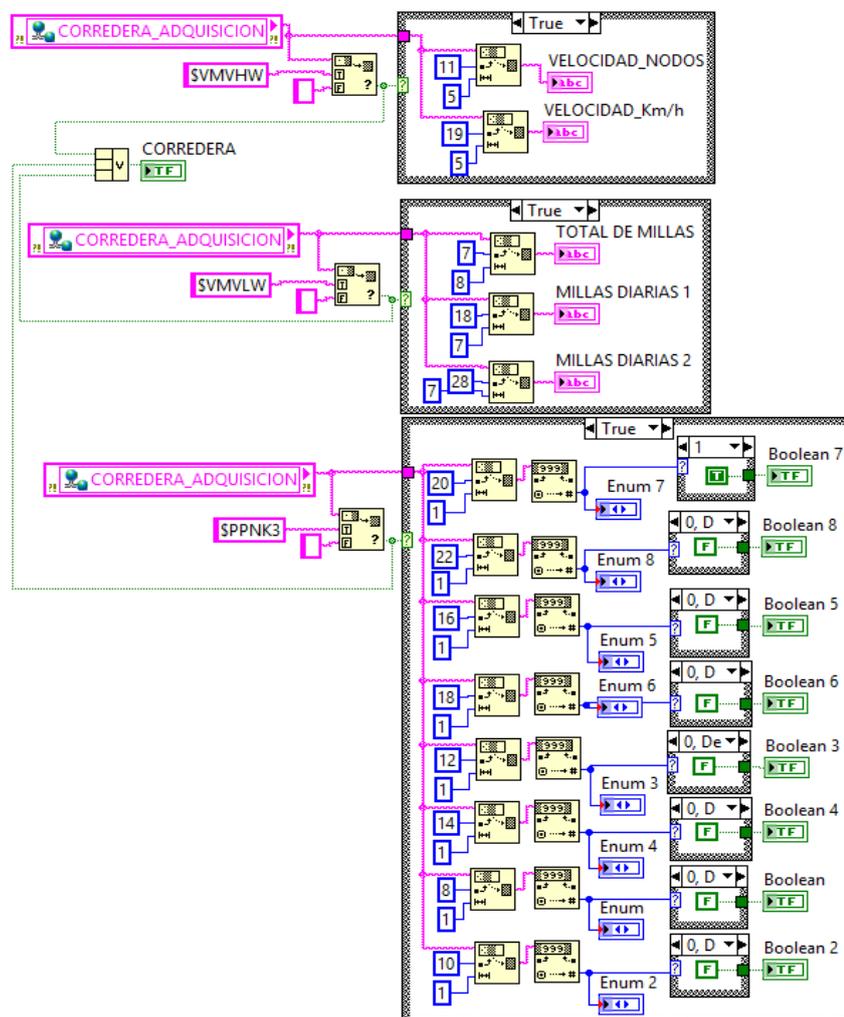


Figura 4. 20 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS –
CORREDERA

4.4.3. GPS

RECONOCIMIENTO DEL GPS - NI PXIe – 8102

La cabecera que identifica que la trama recibida contiene datos proporcionados por el GPS la cual debe ser \$GPGLL. La *Figura 4. 21* describe como se realiza la configuración para poder validar la cabecera receptada en uno de los puertos, este procedimiento se lo

realiza en todos los puertos disponibles para la adquisición. Si el dispositivo en análisis ingresa datos proviene de un GPS la aplicación enviará los datos receptados al host remoto por medio de la variable global llamada GPS_ADQUISICIÓN.

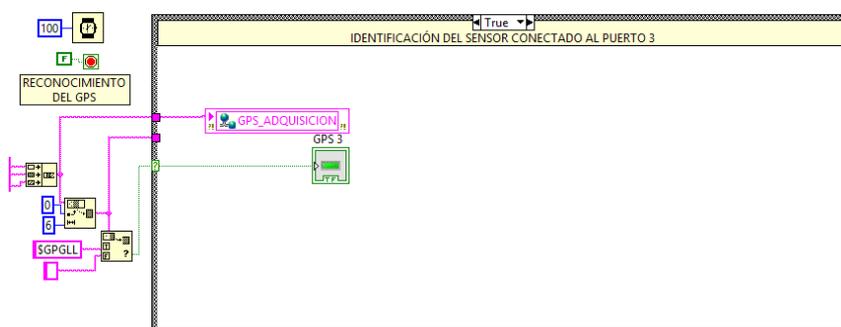


Figura 4. 21 RECONOCIMIENTO DEL GPS

PRESENTACIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – COMPUTADORA CENTRAL

Dentro de la trama proporcionada por el GPS podemos extraer las coordenadas del buque (latitud y longitud), las cuales se encuentran cada una en un campo específico dentro de esta. La

Figura 4. 22 se observa que el procedimiento para la extracción de estos campos es similar a la utilizadas en los otros sensores, básicamente cambia la posición de la cual se está extrayendo la sección a analizar. Sin embargo también existen varias diferencias entre las cuales se puede mencionar que no se utiliza toda la trama descrita teóricamente sino que solo se utiliza los treinta y un primeros

caracteres que los que se adquieren experimentalmente. Una vez obtenida la trama final a considerar se deben separar por datos perteneciente a la longitud y a la latitud. Tanto la latitud como la longitud tienen se dividen en dos partes de las cuales una corresponde al valor del dato y otra a la dirección las cuales pueden ser norte o sur y esto u oeste respectivamente. Para presentar el valor de cada una de las divisiones realizadas se utiliza el Subvi llamado ORDENAR VALORES LATITUD Y LONGITUD GPS el cual se encuentra detallado en ANEXO 6.

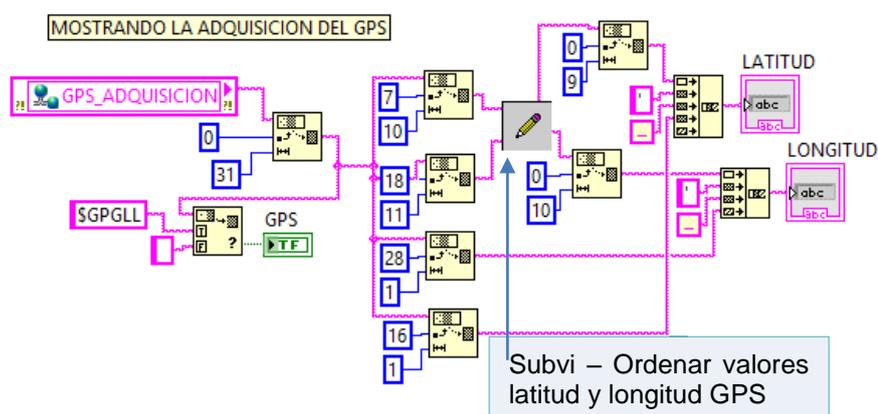


Figura 4. 22 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – GPS

4.4.4. ECOSONDA

RECONOCIMIENTO DE LA ECOSONDA - NI PXIe – 8102

Para reconocer que el dato ingresado pertenecen se debe escoger solo las tramas que tengan como cabecera \$GPDBT tal como se indicón en la sección 2.2. Para la adquisición de este sensor se realiza el mismo procedimiento ya mencionado con anterioridad, en este caso

los datos receptados irán a la variable global llamada ECOSONDA_ADQUISICIÓN tal como se muestra en la *Figura 4. 23*.

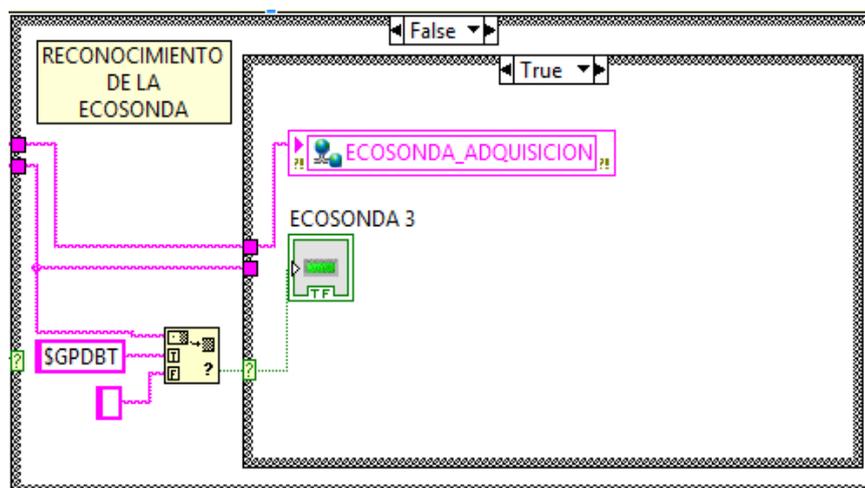
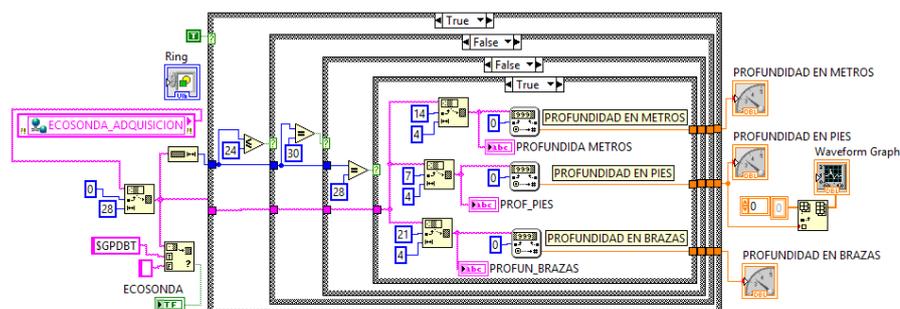


Figura 4. 23 RECONOCIMIENTO DE LA ECOSONDA

PRESENTACIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS – COMPUTADORA CENTRAL

El ecosonda solo tiene una trama con tres campos donde nos da información sobre la profundidad de la embarcación en pies, metros y brazas respectivamente. Como estos valores tiene una longitud variable sujeta a un rango establecido ya estudiado anteriormente, se analiza todas situaciones posibles en cuanto a su extensión de número de caracteres se refiere. En cada una de las ocurrencias que se pueden presentar se realiza el mismo procedimiento, es decir que se extrae la sección donde se localiza la información buscada y seguidamente se presentan los datos en pantalla con ayuda de indicadores en el *ANEXO 4* se muestran todos los casos viables para

los datos provenientes de este sensor, pero en la *Figura 4. 24* se muestra como ejemplo uno de estos sucesos.



**Figura 4. 24 EXTRACCIÓN DE DATOS ADQUIRIDOS –
ECOSONDA**

4.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SIMULADORES DE DATOS EN TIEMPO REAL DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS

La simulación los sensores cinemáticos deben ser transmitidos en tiempo real por lo que para realizar dicha acción se necesitará implementar un VI principal dentro del NI-PXIe 8102, tal como se lo realizó en la adquisición de datos así como en la computadora central. Cada uno de ellos contarán con VI's con funciones específicas en cada uno de ellos. En este caso en el PXIe 8102 se concentrará en realizar la transmisión TCP/IP de los datos simulados que genera la computadora central a él host remoto

NI PXIe 8102 – CONECTIVIDAD TCP/IP PARA SIMULADORES

Sea que se vayan a adquirir o a simular datos se debe realizar el mismo procedimiento para realizar la conexión TCP/IP entre el NI PXIe-8102,

computadora central y host remoto ya mencionado en la adquisición de datos. Como el control del sistema se lo realiza desde una computadora master se debe colocar al inicio de la configuración TCP la dirección IP de dicha PC que se encuentre dentro de la red ya establecida, tal como se mostro en la *Figura 4. 13*.



Figura 4. 25 DIAGRAMA DE FLUJO – CONECTIVIDAD TCP/IP PARA SIMULADORES

La lógica utilizada para la de la conexión TCP/IP se detalla en el diagrama de flujo mostrado en la *Figura 4. 25*. Para transmitir los datos simulados por la computadora central al host remoto se deben añadir todas las tramas provenientes de los simuladores en un solo arreglo y tener en cuenta la longitud de cada trama. Mediante un lazo for se envía cada segmento del arreglo final creado, en la *Figura 4. 26* se observa que este lazo se repite nueve veces y esto es debido a que esta es la cantidad de tramas en total provenientes de todos los sensores.

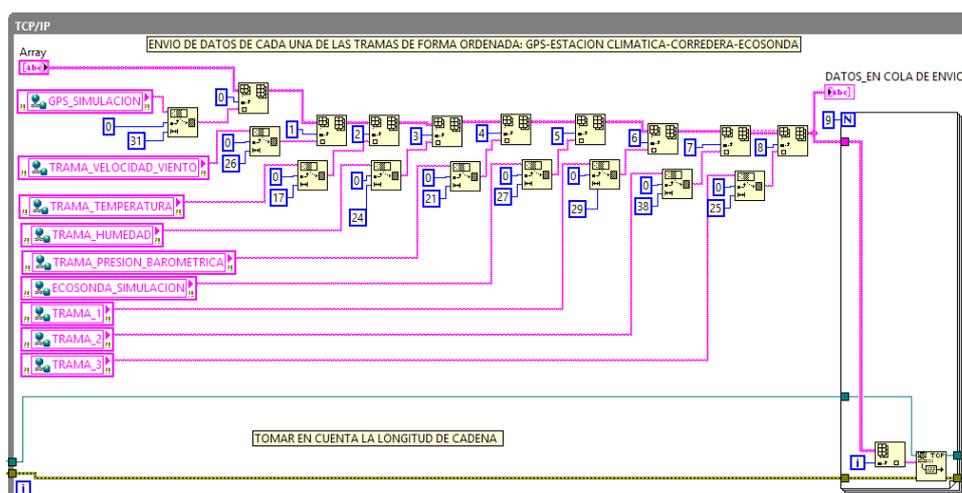


Figura 4. 26 TRANSMISIÓN DE DATOS SIMULADOS – PXIe 8102

CHECKSUM

Todas las tramas deben tener su respectivo checksum, para obtener este valor hay que realizar la operación XOR entre todos los elementos de la trama neta es decir desde la cabecera pero sin el carácter que indica el inicio de esta (\$) hasta antes del delimitador de checksum. Mediante un lazo for

que se repita la misma cantidad de veces que número de caracteres que contiene la trama neta, se obtiene cada carácter de esta y la trama restante se la retroalimenta para ejecutar el mismo procedimiento hasta que se finalice el lazo. a este carácter obtenido se le procede a realizar la operación xor con la variable CHEKSUN que al inicio del lazo debe estar inicializado en cero. Al momento que se hayan finalizado todas las reiteraciones se obtiene el valor del checksum en hexadecimal tal como lo muestra la *Figura 4. 27*.

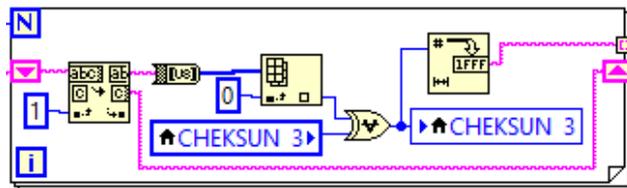
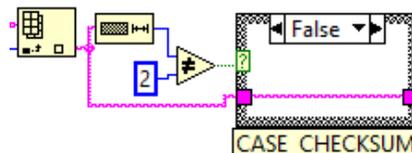


Figura 4. 27 GENERADOR DE CHECKSUM

En caso que el valor generado por el checksum no proporcione los dos caracteres correspondientes, a este campo se aumentará un cero a la izquierda para completar la longitud requerida tal como se muestra en la *Figura 4. 28*. Este procedimiento al igual que la generacion del checksum se debe realizar en cada una de las tramas que serán simuladas.



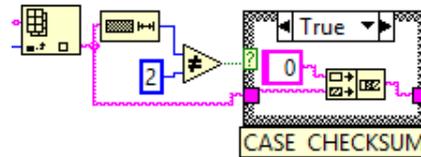


Figura 4. 28 CASE CHECKSUM

APLICACIÓN PARA LA COMPUTADORA CENTRAL

En la aplicación de la computadora máster se colocó todos los sensores cinemáticos dentro de un solo VI, en el cual se puede controlar los valores que se desean simular para lo cual se utilizó colas ya que esta herramienta permite ejecutar varios lazos while al mismo tiempo sin que haya perdidas de datos. Debido a la unión de todos los simuladores para que el programa pueda detener su ejecución en caso de ser necesario se ha establecido una condición de parada la cual se puede observar en la *Figura 4. 29* la cual también debe estar encolado, mientras que en la *Figura 4. 30* se presenta el panel frontal de la aplicación elaborada cuya programación realizada en la sección de diagramas de bloques se desarrollará en los puntos siguientes del capítulo.

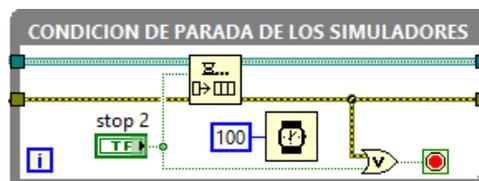
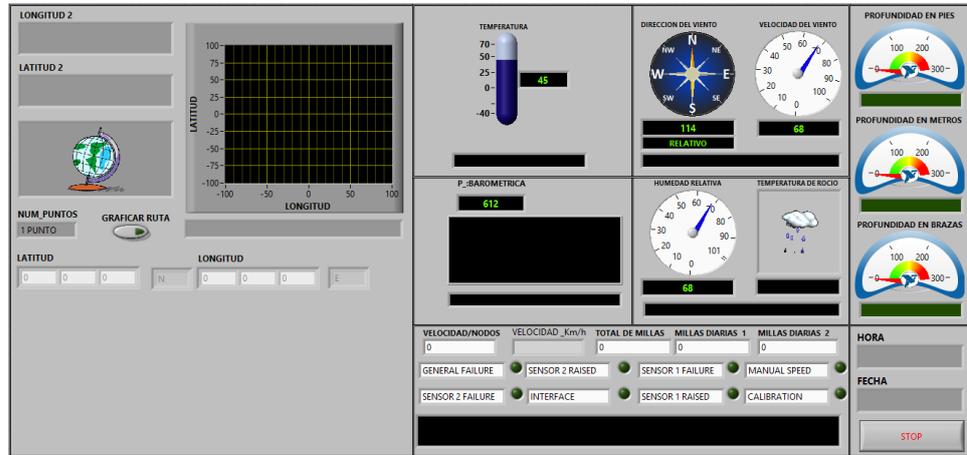


Figura 4. 29 CONDICIÓN DE PARADA PARA SIMULADORES



**Figura 4. 30 APLICACIÓN PARA LA COMPUTADORA CENTRAL –
SIMULACIÓN PANEL FRONTAL**

4.5.1. ESTACIÓN CLIMÁTICA

VI – COMPUTADORA CENTRAL

Como ya se ha analizado en puntos anteriores la estación climática debe proporcionar cuatro tramas diferentes por lo que si bien es cierto que todas estas se generan dentro de un mismo ciclo cada uno de los datos que se encuentran generados de manera separada. La *Figura 4. 31* muestra el diagrama de flujo de la programación desarrollada para la simulación de datos de la estación climática.

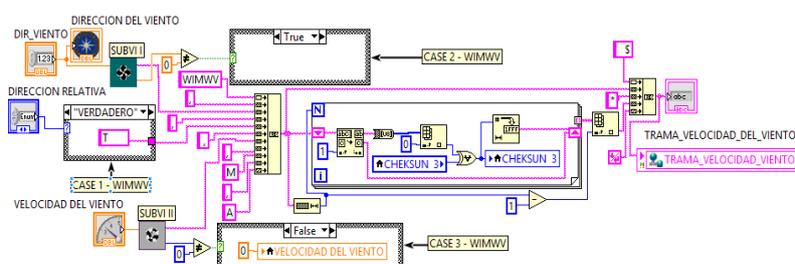


Figura 4. 31 DIAGRAMA DE FLUJO – ESTACIÓN CLIMÁTICA

Los valores que van a tener todas las tramas a generarse serán ingresados por el operador del programa. Tal como en la adquisición de datos la longitud de la trama debe ser fija por lo que si el valor ingresado tiene un número de caracteres menor a la máxima se tendrá que completar la cantidad faltante con ceros a la izquierda, por lo que el desarrollo de este procedimiento para cada una de las tramas que se deben generar se los analiza a continuación.

- **Protocolo de datos WIMWV**

Los valores de la dirección y velocidad del viento son regulados por el SUBVI I y SUBVI II ya descritos en el ANEXO 3. Estos valores se los concatena en una sola cadena junto con los demás campos para formar una trama neta. Ya obtenida la nueva cadena esta y su longitud se ingresan al lazo for que genera el checksum. Después de generar todos los valores que conforman a la trama final se tiene que concatenar finalmente los campos faltantes, tal como lo muestra la *Figura 4. 32*.



**Figura 4. 32 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS
WIMWV**

En la figura presentada se puede observar que hay tres estructuras de casos llamados los cuales se mencionarán a continuación:

- **CASE 1 – WIMWV:** Retorna T si el usuario elige que la dirección del viento es verdadero o R si esta es relativa, tal como se muestra en la *Figura 4. 33*.



Figura 4. 33 CASE 1 – WIMWV

- **CASE 2 – WIMWV:** Si el SUBVI I proporciona un valor distinto de cero en pantalla se seguirá presentando la cantidad que el usuario ingresó caso contrario la dirección del viento se vuelve cero, queriendo decir que el dato ingresado es erróneo, tal como muestra *Figura 4. 34*.

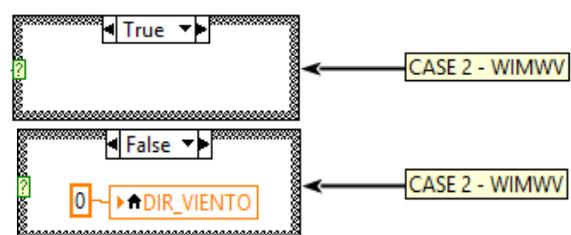


Figura 4. 34 CASE 2 – WIMWV

- **CASE 3 – WIMWV:** Realiza el mismo procedimiento que CASE 2 – WIMWV solo que el dato que se compara lo proporcionaría el SUBVI II que correspondería a la

velocidad del viento, como se presenta en la *Figura 4.*

35.



Figura 4. 35 CASE 3 – WIMWV

- **Protocolo de datos WIMTA**

Tal como se realizó con el protocolo de datos WIMWV los valores que ingrese el operario del simulador serán regulados en este caso por el SUBVI TEMPERATURA el cual se encuentra detallado en el ANEXO 3. Estos valores son concatenados en una sola cadena junto con los demás campos para formar una trama neta.

Ya obtenida la nueva cadena esta y su longitud se ingresan al lazo for que genera el checksum. Después de generar todos los valores que conforman a la trama final se tiene que concatenar finalmente los campos faltantes, tal como lo muestra la *Figura 4. 36.*

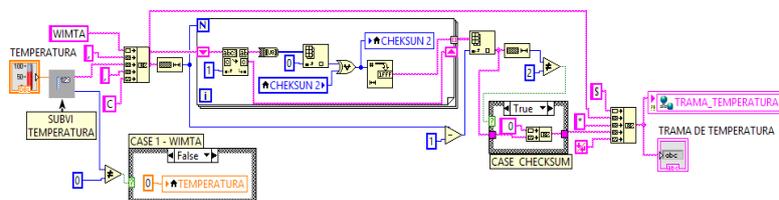


Figura 4. 36 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS

WIMTA

En la figura presentada se puede observar una estructura de caso llamada CASE 1 – WIMTA la cual si el SUBVI TEMPERATURA envía un valor distinto de cero en pantalla se seguirá presentando la cantidad que el usuario ingresó caso contrario la temperatura se hará cero, lo que significa un dato erróneo, tal como muestra la *Figura 4. 37*.

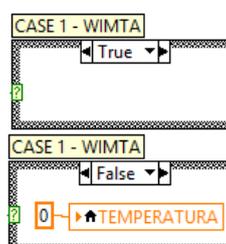


Figura 4. 37 CASE 1 – WIMTA

- **Protocolo de datos WIMMB**

En este protocolo el subvi P. BAROMÉTRICA es el encargado de realizar la validación del dato ingresado se ha realizado en las tramas anteriores, la en el ANEXO 3. Estos valores son concatenados en una misma cadena junto con los demás campos para formar una trama neta. Ya obtenida la nueva

cadena esta y su longitud se ingresan al lazo for que genera el checksum. Después de generar todos los valores que conforman a la trama final se tiene que concatenar finalmente los campos faltantes, tal como lo muestra la *Figura 4. 38*.

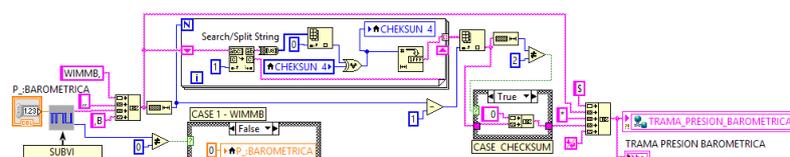


Figura 4. 38 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS

WIMMB

En la figura anteriormente presentada se puede observar una estructura de caso llamada CASE 1 – WIMMB la cual si el SUBVI P. BAROMÉTRICA envía un valor distinto de cero en pantalla se seguirá presentando la cantidad que el usuario ingresó caso contrario la temperatura se hará cero, lo que significa el dato es erróneo, tal como muestra la *Figura 4. 39*.

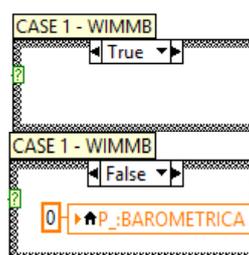


Figura 4. 39 CASE 1 – WIMMB

- **Protocolo de datos WIMHU**

El usuario es quien ingresará el valor de la humedad relativa mientras que la medida del punto de rocío es calculada utilizando el comando *Formula Node* y otras operaciones matemáticas para lograr expresar la fórmula teórica y obtener el valor correcto. Los valores de estos dos campos serán corroborados por los subvi's HUMEDAD RELATIVA y PUNTO DE ROCÍO respectivamente, los cuales se encuentran detallados en el ANEXO 3 al igual que los demás subvi's utilizados en la estación climática.

Se realiza el mismo procedimiento ya empleado en los protocolos de datos anteriores de concatenar en una sola cadena todos los campos que pertenecientes a la trama neta. Ya obtenida esta nueva cadena y con ello su longitud se ingresan al lazo for generador del checksum.

Por último se concatenan todos los campos formados y faltantes en el siguiente orden: carácter de inicio de trama (\$), trama neta, delimitador de checksum, checksum y comandos de fin de línea tal como lo muestra la *Figura 4. 40*.

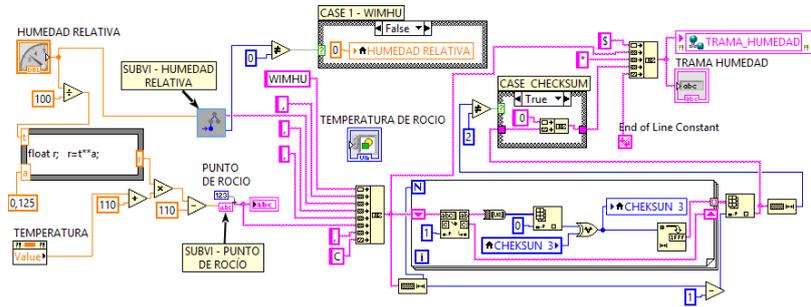


Figura 4. 40 SIMULACIÓN DE PROTOCOLO DE DATOS WIMHU

En la elaboración de este simulador también se ha utilizado una estructura de caso llamada CASE 1 – WIMHU que encerrará el valor de la humedad relativa y por consiguiente el punto de rocío en caso que esta cantidad no sea un dato valido. Para que la cifra ingresada sea válida el subvi HUMEDAD RELATIVA debe entregar un valor distinto a cero, si la condición se cumple no se cambia esta suma dada por el operario caso contrario no se encuentra dentro de los parámetros datos. Estas dos opciones que pueden ser dadas por esta estructura se hallan en la Figura 4. 41.

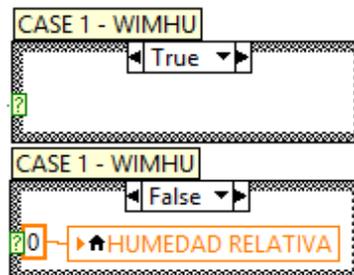


Figura 4. 41 CASE 1 – WIMHU

4.5.2. CORREDERA

El sensor real proporciona tres protocolos de datos diferentes pero enviados por una sola trama por lo que se aplicará el mismo principio que en la estación climática, es decir cada trama se generará de manera independiente aunque se encuentren ubicados en el mismo bucle posteriormente se concatenarán para conseguir la trama final y presentarla en el panel frontal ya que cada una de estas se van a guardar en sus respectivas variables globales.

El procedimiento mencionado se encuentra detallado en el diagrama de flujo presentado en la *Figura 4. 42* para posteriormente analizar la programación en LabVIEW.

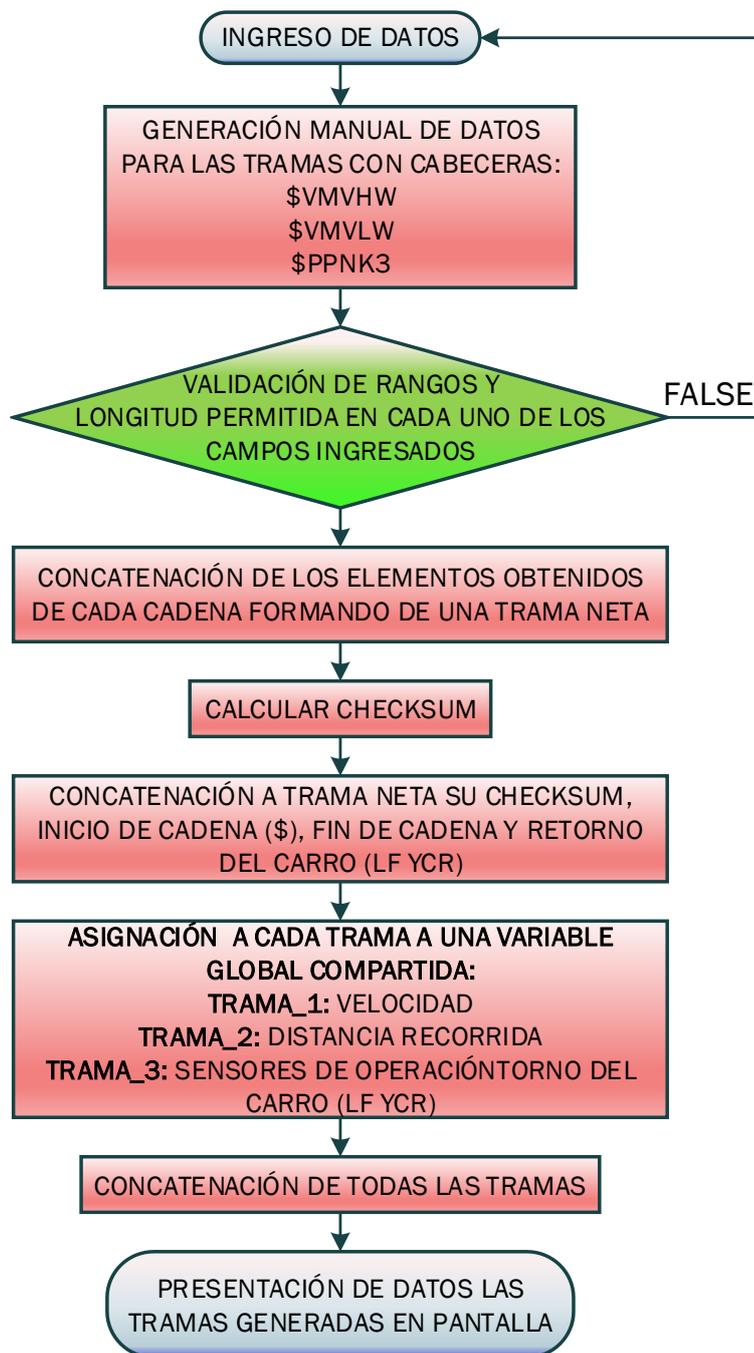


Figura 4. 42 DIAGRAMA DE FLUJO - CORREDERA

A continuación se presenta la programación realizada para cada uno de los protocolos.

- **Protocolo de datos VMVHW**

El usuario solo podrá variar la velocidad presentadas en nodos ya que automáticamente esta cantidad será convertida para poder presentar este mismo valor pero esta vez en km/h . Las cifras generadas deben ser validadas por el subvi respectivo que en este caso se llama SUBVI – VELOCIDAD el cual se encuentra detallado en el ANEXO 5. Ya realizado este procedimiento se forma la trama neta para luego obtener su checksum respectivo, finalmente se encapsula todos los campos en la variable global TRAMA_1 la cual se concatenará con las demás tramas generadas por cada protocolo de datos generados por la corredera para formar una final. En la Figura 4. 43 se presenta la programación realizada.

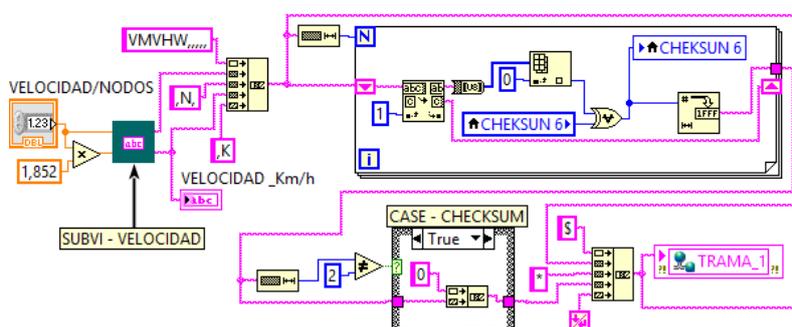


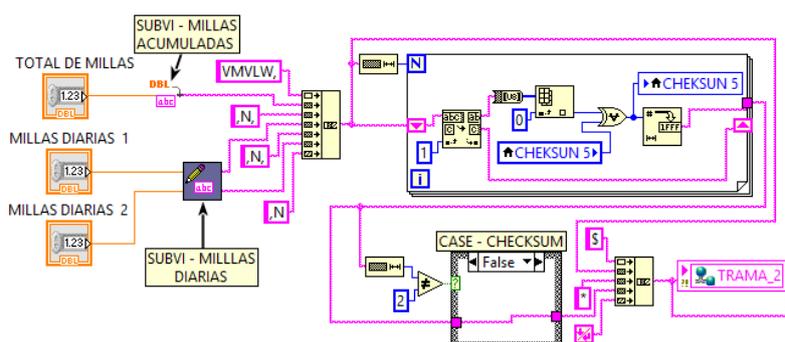
Figura 4. 43 SIMULACIÓN DE PROTOCOLOS DE DATOS

WMVHW

- **Protocolo de datos VMVLW**

Para simular esta cadena se deben ingresar los valores de todos los campos que contiene la trama, estos datos serán ingresados a los subvi's MILLAS ACUMULADAS y MILLAS DIARIAS detallados en el ANEXO 5 para las validaciones respectivas. En caso de que estos campos que no cumplan con los requisitos para ser considerados correctos se procedan a hacer cero estas cifras ingresadas.

Ya realizado este procedimiento se forma la trama neta para luego obtener su checksum respectivo, finalmente se encapsula todos los campos en la variable global TRAMA_2 la cual se concatenará con las demás tramas generadas por cada protocolo de datos generados por la corredera para formar una fina tal como se muestra en la Figura 4. 44.



**Figura 4. 44 SIMULACIÓN DE PROTOCOLOS DE DATOS
WMVLW**

- **Protocolo de datos PPNK3**

Este protocolo tiene varios campos los cuales cada uno solo tienen dos alternativas para ser ingresados, que son 0 o 1 representando un valor falso o positivo respectivamente. Con estos datos se forma la trama neta para poder obtener el checksum y formar la trama completa como muestra la Figura 4. 45, en esta se puede observar las estructuras de casos que ayudarán a identificar qué valor ha sido ingresado.

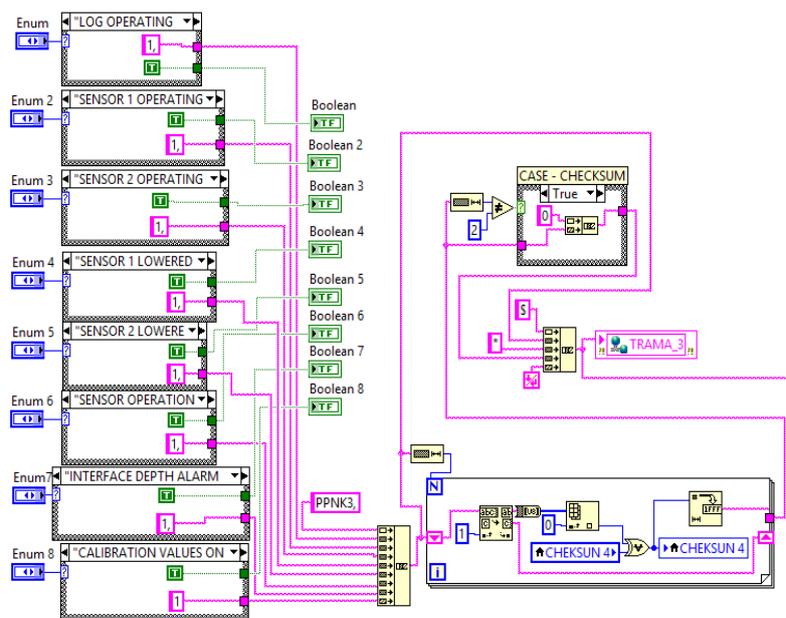


Figura 4. 45 SIMULACIÓN DEL PROTOCOLO DE DATOS PPNK3

4.5.3. GPS

Mediante el diagrama de flujo mostrado en la *Figura 4. 46* se presenta la lógica que se utilizó en la programación del simulador del GPS, la cual se analizará posteriormente.

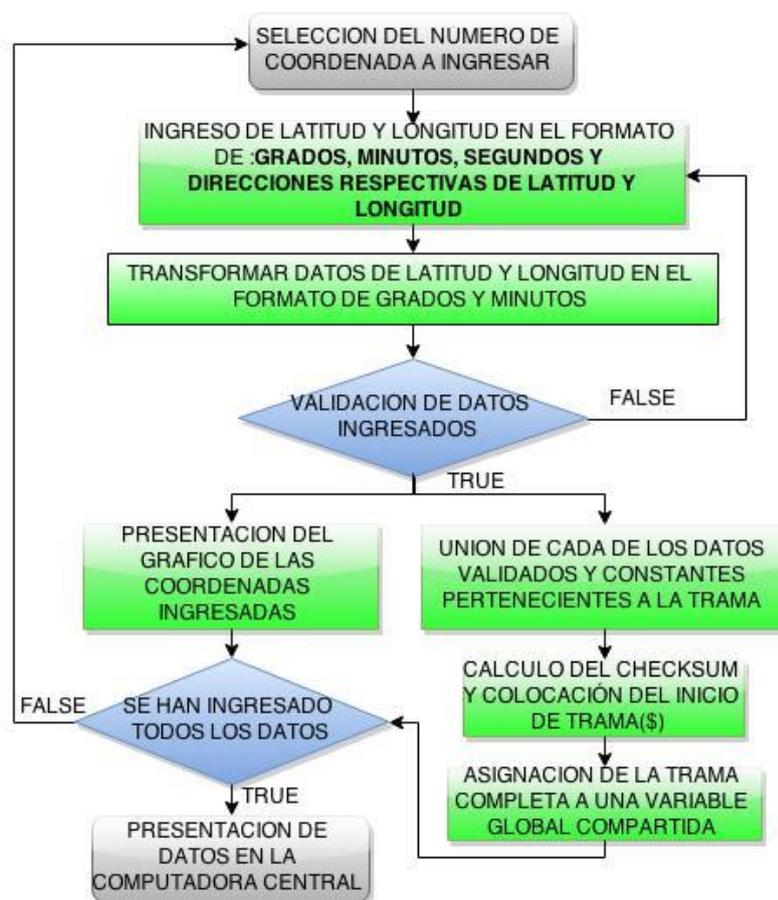


Figura 4. 46 DIAGRAMA DE FLUJO – GPS COMPUTADORA CENTRAL

Se puede seleccionar cuantas posiciones de latitud y longitud van a ser ingresadas, para lo cual se tiene como opción 1, 5 y 10 puntos

ingresados por el operador del VI los cuales son graficados y cada uno de éstos son valores se forman las respectivas tramas. Se empleó estructuras de casos para separar cada una de las alternativas dadas en las cuales se programó de tal manera que solo se permita mostrar la cantidad de puntos seleccionados mientras que las opciones no seleccionadas serán invisibles a la vista del usuario en el panel frontal. En la *Figura 4. 47* se muestra la programación realizada para un punto, la misma que será repetitiva para los demás casos.

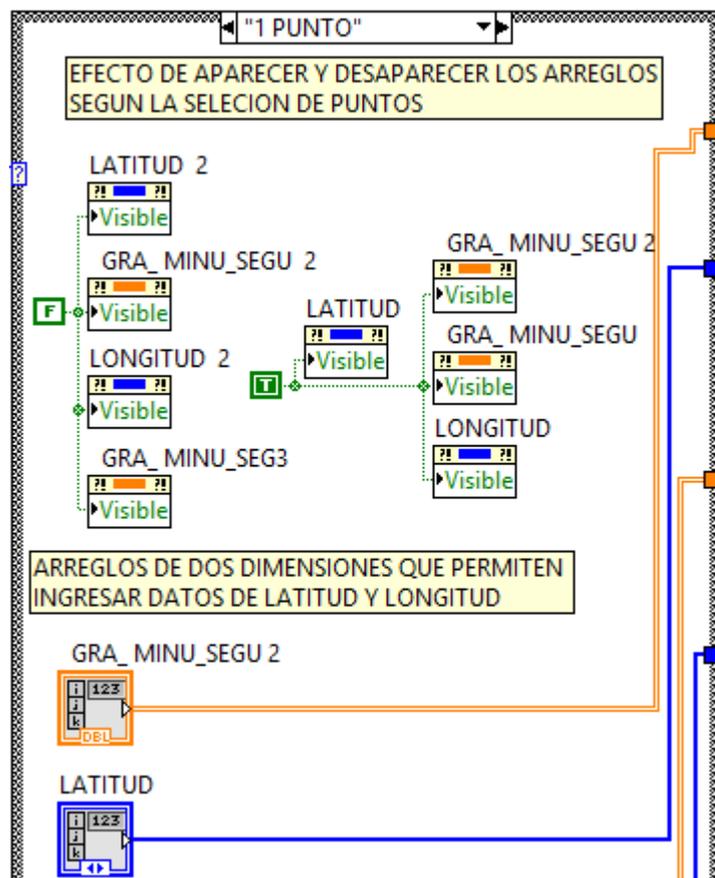


Figura 4. 47 INGRESO DE PUNTOS PARA GPS

Los puntos son ingresados en grados, minutos y segundos pero para la manipulación de estos datos es necesario convertirlos a grados decimales por lo que estos son ingresados a un lazo for el cual analiza de forma individual cada uno de los valores dados para poder hacer la conversión necesaria. Luego de la conversión se encapsula los datos ya transformados para poder obtener al final del lazo for un nuevo arreglo, con estos nuevos datos junto con la dirección de latitud o longitud correspondiente a cada dato ingresado. Este método se lo emplea tanto para la información de latitud y longitud por lo que se empleará dos lazos for tal como se observa en la *Figura 4. 48*.

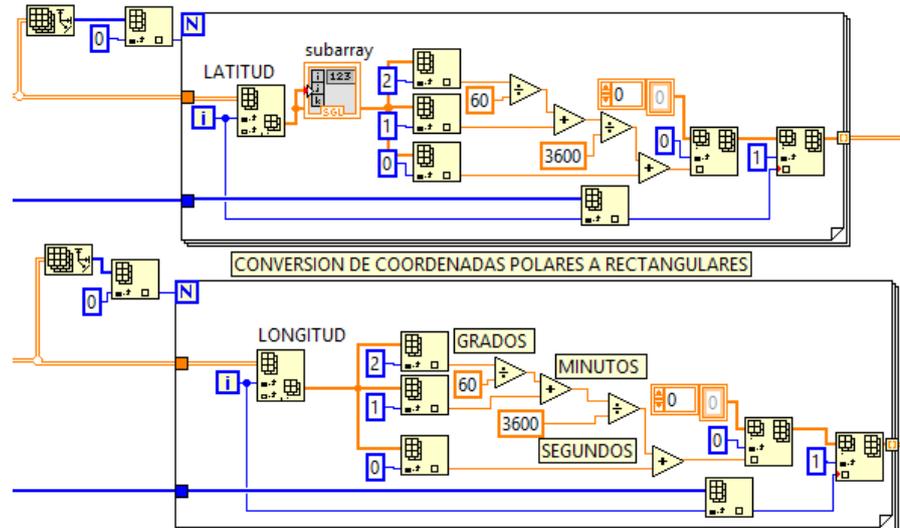


Figura 4. 48 CONVERSIÓN DE GRADOS, MINUTOS Y SEGUNDOS A GRADOS DECIMALES

Los datos ya convertidos son ingresados a la programación mostrada en la *Figura 4. 49* para añadir únicamente los valores correspondientes

a latitud y longitud más no su dirección, para formar un nuevo arreglo con estos y poder representarlos gráficamente en otras palabras se hará un cambio de un arreglo de dos dimensiones a uno de una dimensión.

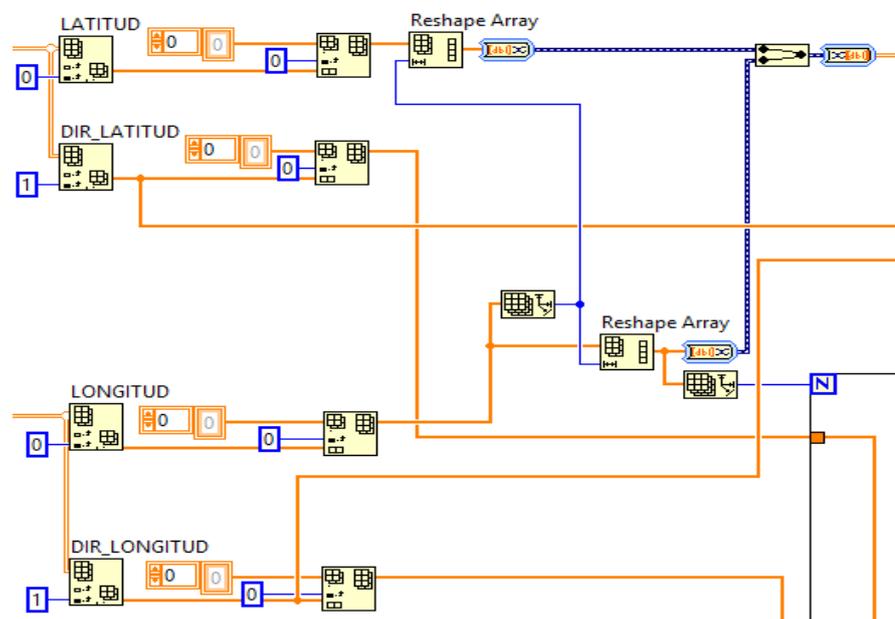


Figura 4. 49 CAMBIO DE ARREGLOS DE DOS DIMENSIONES A UNA DIMENSIÓN - GPS

De los respectivos arreglos dimensionados se extrae cada uno de los datos pertenecientes a latitud y longitud para posteriormente ingresarlos a una estructura case en el cual mediante el subvi GPS_UBICACIÓN_PUNTOS, el cual se encuentra detallado en el ANEXO 6. Posteriormente ya con los valores que se obtienen después de este subvi se procede a graficar para lo cual se ingresa estas

cantidades al subvi GRAFICACIÓN_RUTAS_ESTÁTICAS, como paso final se presenta esta gráfica con un indicador. Todo este procedimiento descrito se encuentra mostrado en la *Figura 4. 50*.

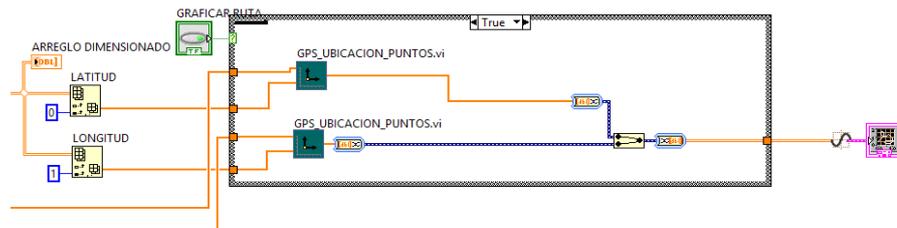


Figura 4. 50 GRAFICACIÓN DE PUNTOS INGRESADOS

En la *Figura 4. 51* se observa la sección que va a generar la trama final para lo cual se usa los datos de latitud y longitud del arreglo dimensionado debido a que de este se obtiene los valores netos que se necesita para ser procesados de forma individual cada una de las direcciones ingresadas.

Con las direcciones de latitud y longitud ingresadas son procesadas de la siguiente forma:

- Si se ha ingresado una dirección **[N]** si es norte o **[S]** si es sur, el programa los representa con un *0* o un *1* respectivamente para poder analizados posteriormente. Ya en la hora de armar la trama final estos valores son ingresados a una estructura de caso y vuelve a realizar la misma representación pero de forma

invertida es decir cuando llega un 0 ahora toma el valor **[N]** y cuando llega un 1 ahora es **[S]**.

Ya en la parte de arreglo dimensionado obtenemos los datos usando la función *index array* se obtiene cada dato de latitud y longitud, los cuales entran a un nuevo subvi llamado `GPS_VALIDACIÓN_DE_DATOS` que internamente se encargan de completar la cadena de caracteres para que ésta tenga la misma longitud medida con el osciloscopio a la trama real.

Luego se ordenan estos valores con el subvi `ORDENAR_VALORES_DE_GPS` el cual se encarga de mostrar los datos en el panel frontal en un formato similar al del GPS utilizado en la adquisición de datos. Finalmente a la trama neta formada se le añade su respectivo checksum para formar la cadena final y guardarla en su correspondiente variable global. Los subvi's que se han utilizado se encuentran descritos en el *ANEXO 6*.

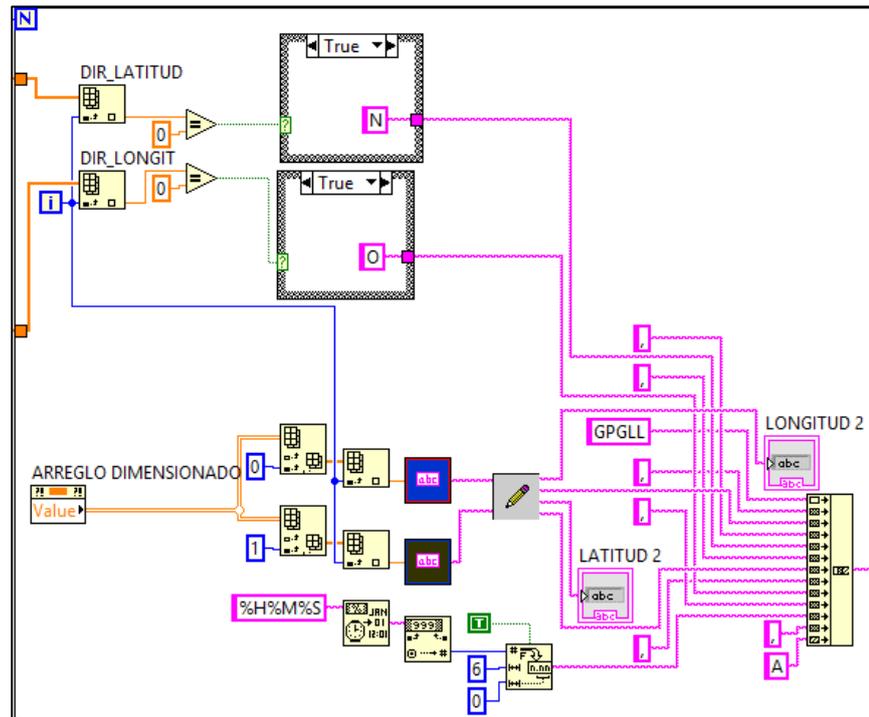


Figura 4. 51 FORMACIÓN DE TRAMA GPGLL

4.5.4. ECOSONDA

Mediante el diagrama de flujo mostrado en la *Figura 4. 52* se presenta la lógica implementada en la programación del simulador del ecosonda.

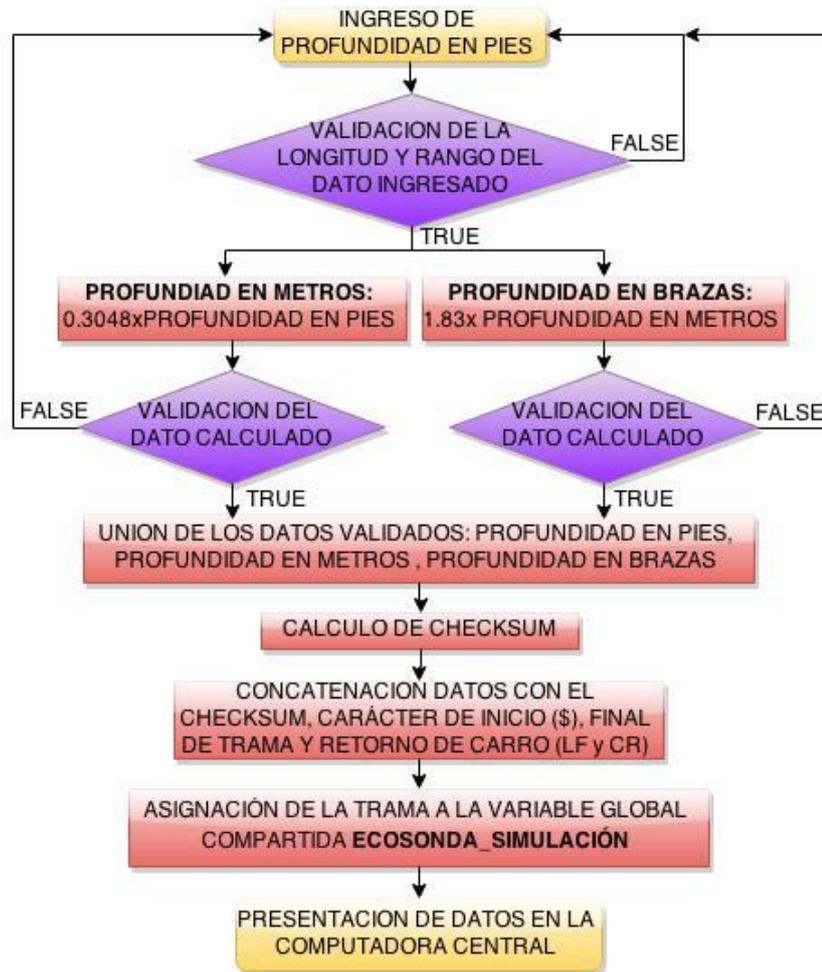


Figura 4. 52 DIAGRAMA DE FLUJO – ECOSONDA SIMULACIÓN

Los valores ingresados por el usuario son validados de tal forma que solo se tome como información correcta a las medidas que se encuentren dentro del rango establecido (0 – 301), si esto se lo realiza mediante las estructuras de caso se corroborando la longitud del dato de profundidad en pies ingresado para que no exceda la longitud total del dato ingresado o si llegan a faltar caracteres estos sean completados tal como lo muestra en la *Figura 4. 53*

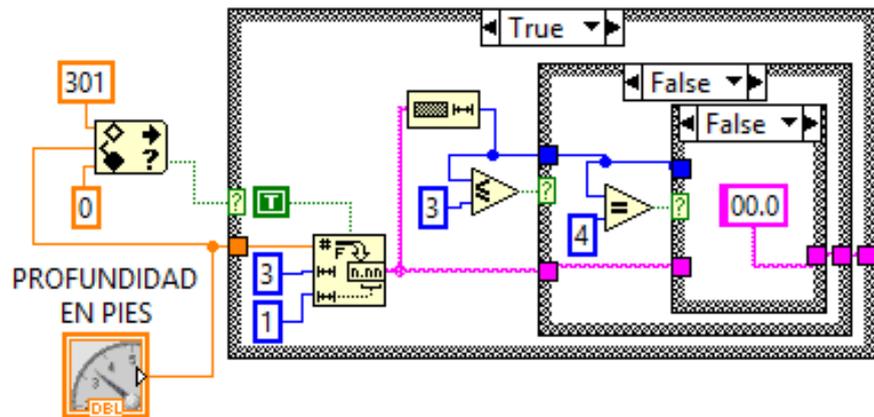


Figura 4. 53 VALIDACIÓN DE DATOS – PROFUNDIDAD EN PIES

Debido a que la trama perteneciente al ecosonda debe presentar los valores de la profundidad en pies, metros y brazas se procede a realizar la conversión de los datos ingresados en pies a metros y a brazas. A estos valores obtenidos también se les deben validar la longitud de datos generados con el mismo procedimiento utilizado para la profundidad en pies. La programación realizada para lo anteriormente descrito se lo presenta en la *Figura 4. 54*.

Una vez obtenidos todos los valores que deben ser proporcionados por la trama neta se calcula el checksum y finalmente se forma la trama final cuyos datos van a ser guardados en su respectiva variable global. La *Figura 4. 55* muestra la programación completa desarrollada para el simulador del ecosonda.

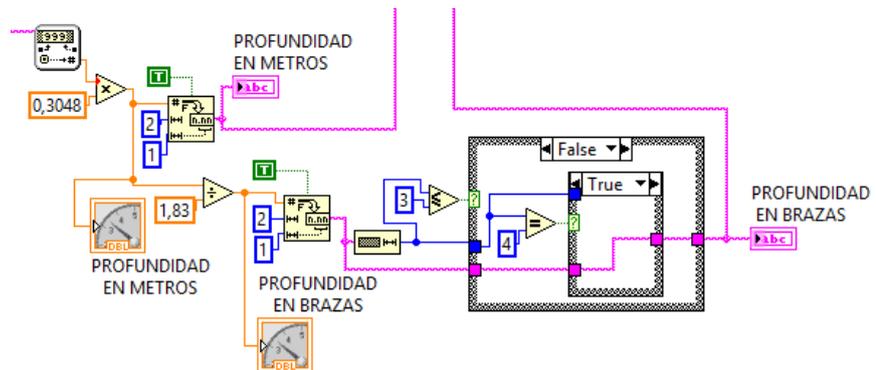


Figura 4. 54 VALIDACIÓN Y CONVERSIÓN DE PROFUNDIDAD EN PIES A METROS Y A BRAZAS

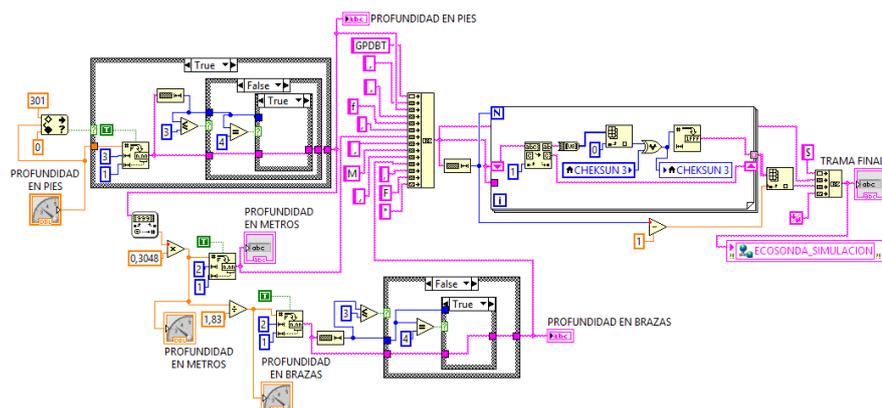


Figura 4. 55 SIMULADOR DE ECOSONDA

4.6. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN PARA HOST REMOTO

Cualquier computadora que se encuentre conectado a la red LAN y que contenga la aplicación para el host remoto podrá recibir los paquetes enviados desde la computadora máster, en otras palabras el host remoto

será el cliente TCP. La *Figura 4. 56* presenta el panel frontal del VI desarrollado.

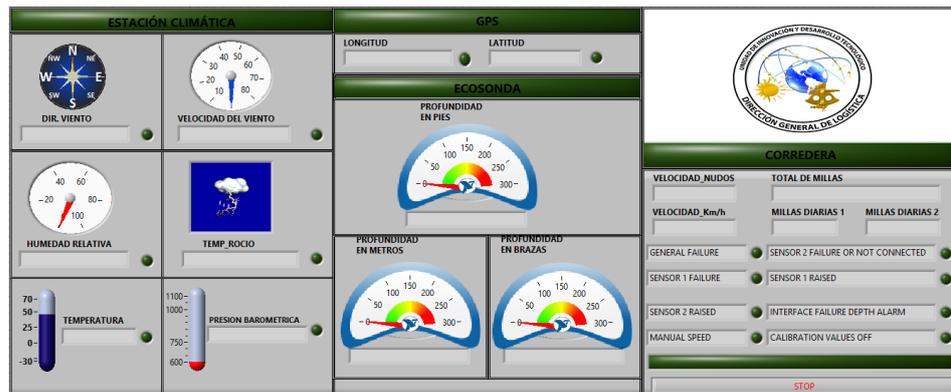


Figura 4. 56 APLICACIÓN PARA HOST REMOTO



Figura 4. 57 DIAGRAMA DE FLUJO – HOST REMOTO

De acuerdo al diagrama de flujo mostrado en la *Figura 4. 57* para que un VI cliente pueda escuchar los paquetes que fueron enviados por el VI servidor que en este caso serán cualquiera de los VI's (Simulación y Adquisición) que contiene el PXIe – 8102. El arreglo que se aprecia en la *Figura 4. 58* contiene cada una de las longitudes respectivas de las tramas proporcionadas por los sensores cinemáticos sea que estas sean simuladas y/o adquiridas las mismas que ingresan al lazo for conservando su orden, este procedimiento se lo realiza ya que TCP READ necesita un número fijo de bytes a leer.

Otra de las razones de colocar los valores de las longitudes de todas las tramas que serán recibidas es evitar la mezcla de información entre cadenas por ende también se impide que en cada uno de los campos se presenten datos erróneos. El lazo for se repite nueve veces ya que este es el número de tramas que van a ser recibidas por este VI.

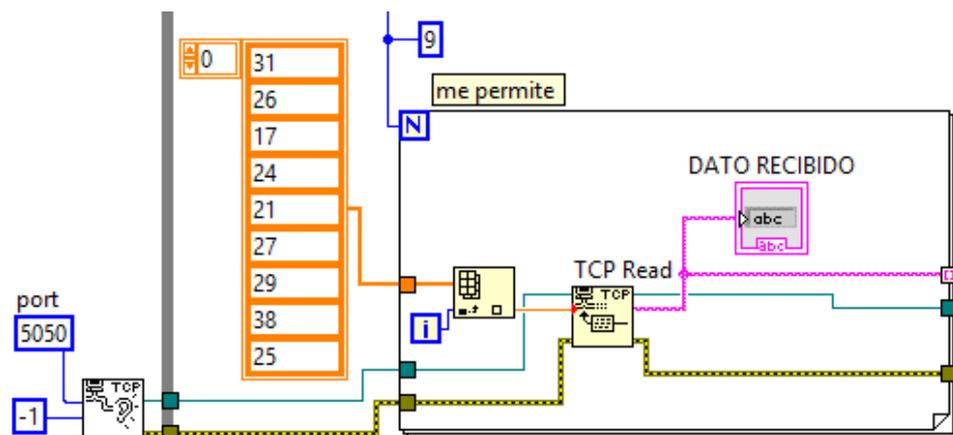


Figura 4. 58 LECTURA DE TRAMAS RECIBIDAS POR TCP/IP

Los datos obtenidos se ingresan a otro lazo for para realizar un procedimiento similar al que ya realizado para la presentación de datos adquiridos en la computadora central. Como las tramas mantienen un orden específico al momento de ser recibidas, mediante estructuras de caso se extraerá los campos correspondientes para presentar los datos en el panel frontal del VI. Cada uno de estos casos se los presenta en las figuras representadas a continuación las cuales corresponden a las tramas pertenecientes al GPS, ESTACIÓN CLIMÁTICA, ECOSONDA y CORREDERA. Las tramas de la estación climática se encuentran de la siguiente manera: WIMWV, WIMTA, WIMHU y WIMMB mientras que en la corredera las tramas se son presentadas en este orden VMVHW, VMVLW y PPNK3.

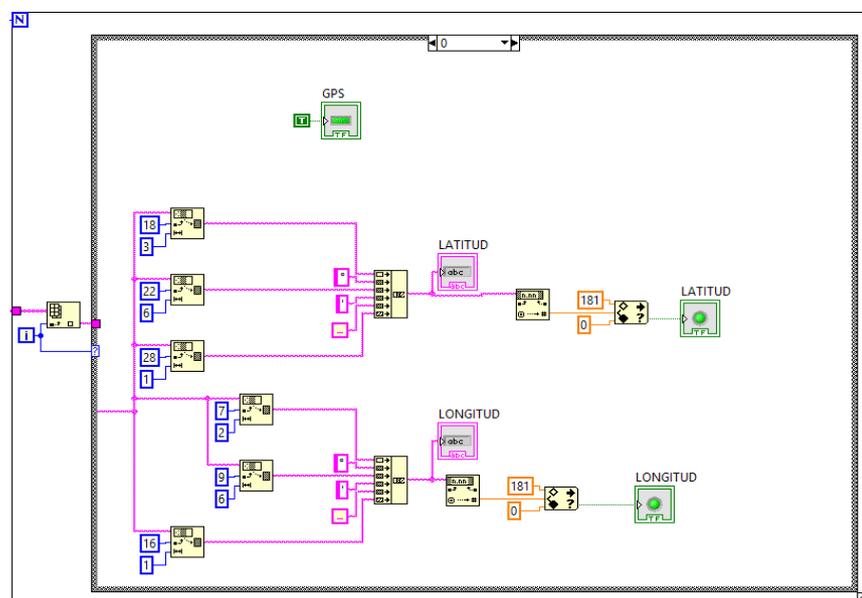


Figura 4. 59 PRESENTACIÓN DE DATOS DEL GPS – RECEPTOR

TCP/IP

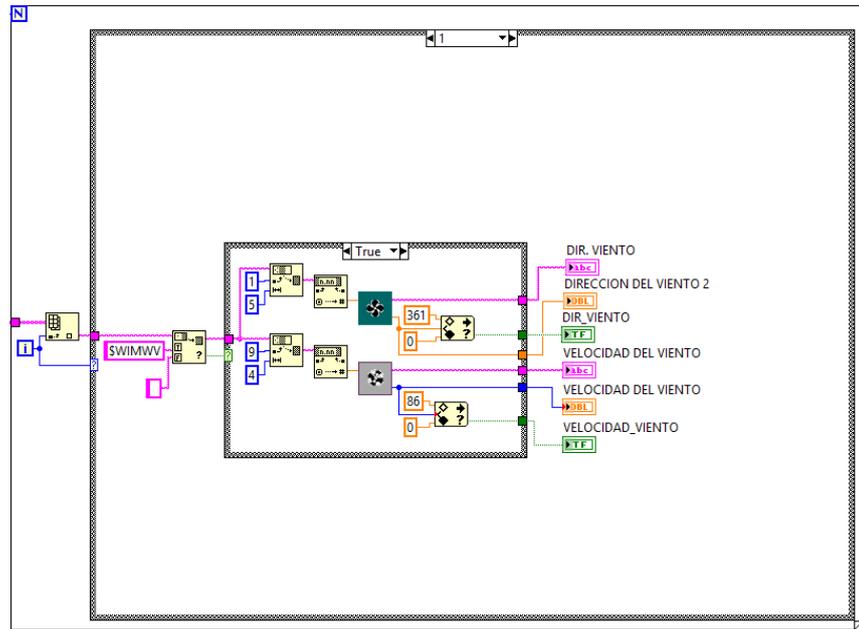


Figura 4. 60 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMWV – RECEPTOR TCP/IP

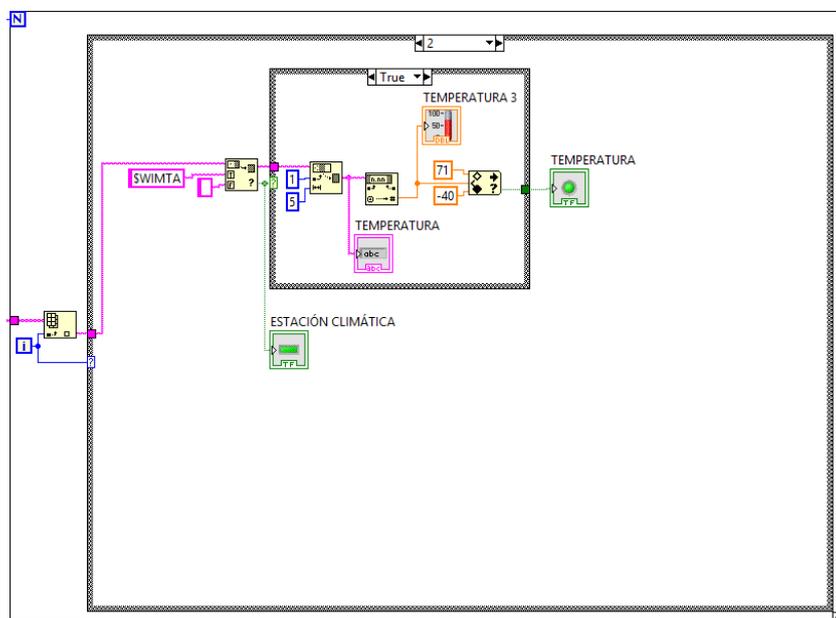


Figura 4. 61 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMTA – RECEPTOR TCP/IP

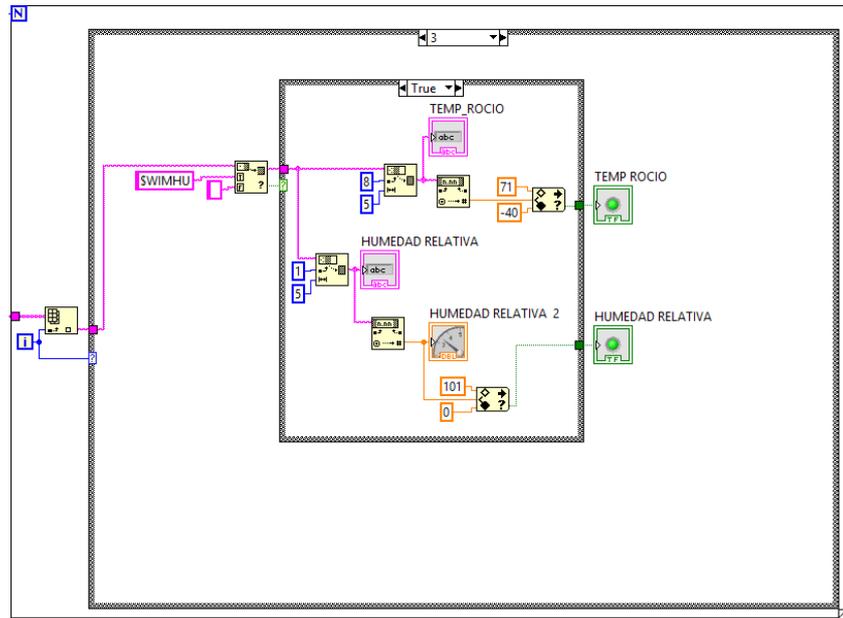


Figura 4. 62 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMHU – RECEPTOR TCP/IP

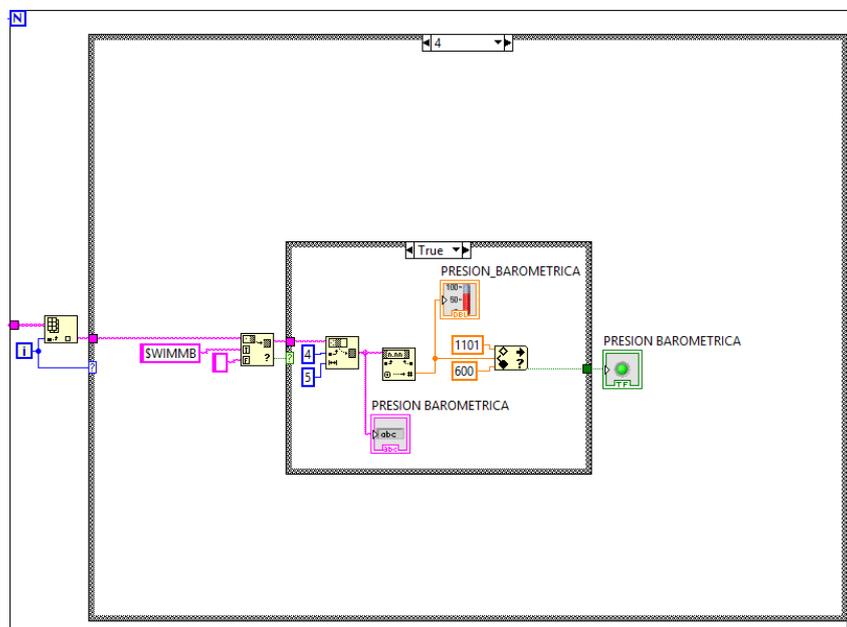


Figura 4. 63 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA TRAMA WIMMB – RECEPTOR TCP/IP

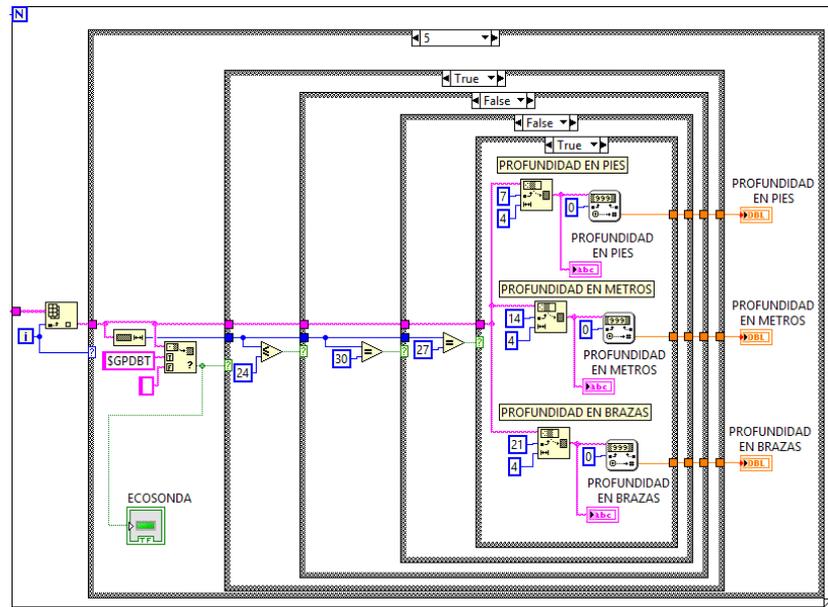


Figura 4. 64 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA ECOSONDA –
RECEPTOR TCP/IP

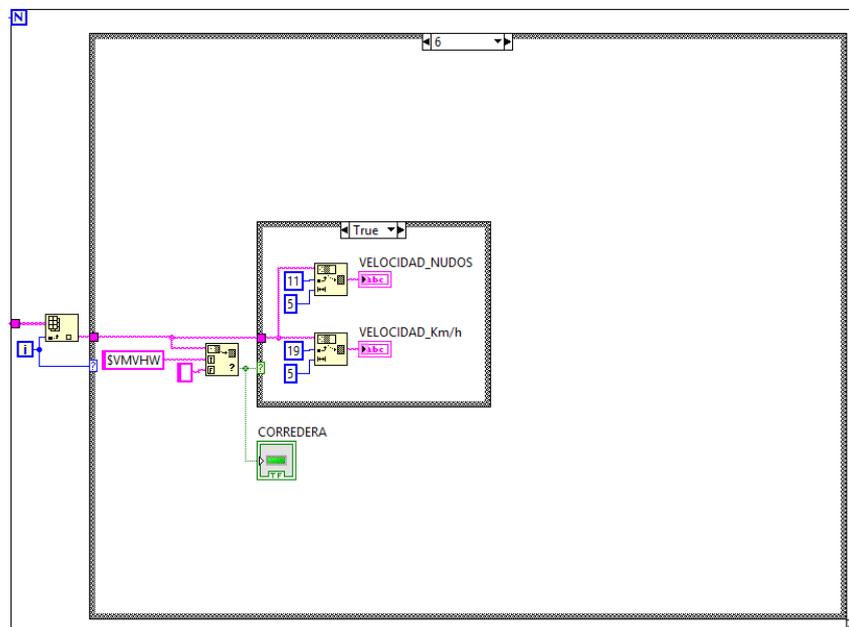
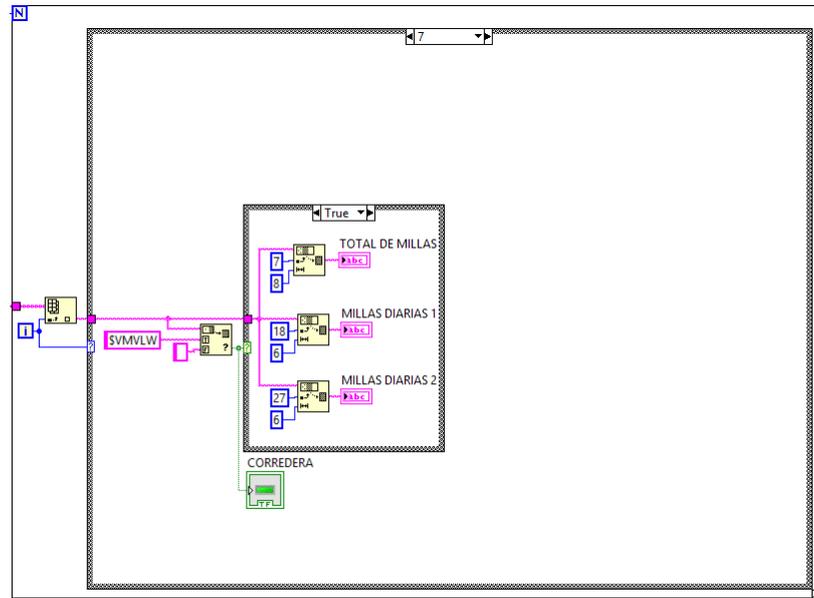
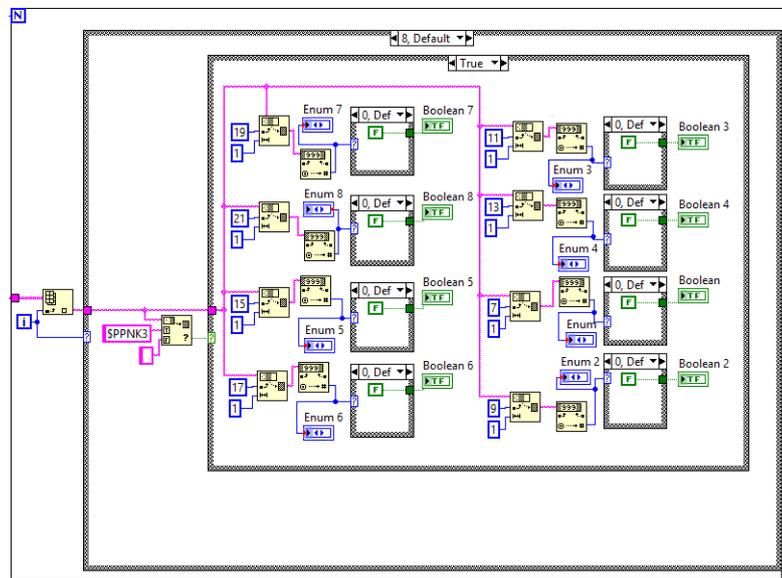


Figura 4. 65 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA CORREDERA TRAMA
VMVHW – RECEPTOR TCP/IP



**Figura 4. 66 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA CORREDERA TRAMA
VMVLW – RECEPTOR TCP/IP**



**Figura 4. 67 PRESENTACIÓN DE DATOS DE LA CORREDERA TRAMA
PPNK3 – RECEPTOR TCP/IP**

CAPÍTULO 5.

5. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS / RESULTADOS

5.1. APLICACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS

5.1.1. PRUEBAS REALIZADAS

Para poder comprobar que las aplicaciones desarrolladas para la adquisición de datos funcionan correctamente se va a realizar diferentes pruebas las cuales se encuentran separadas en los siguientes grupos:

- Comprobación de la conectividad entre los equipos pertenecientes a la red LAN formada e incorporación del PXIe – 8102 a la computadora central.

- Adquisición y transmisión de los datos proporcionados por los sensores cinemáticos.

Todas las pruebas fueron realizadas en con los equipos reales en uno de los laboratorios de la Armada Nacional. Ya armada la red LAN en la cual se va a trabajar y que obviamente se encuentra conformado por el PXI, computadora máster y host remoto. La dirección de red que se utilizó es 169.254.249.0/16, en la *Figura 5. 1* podemos ver la red la formada y los sensores ya conectados para poder realizar la adquisición de datos.

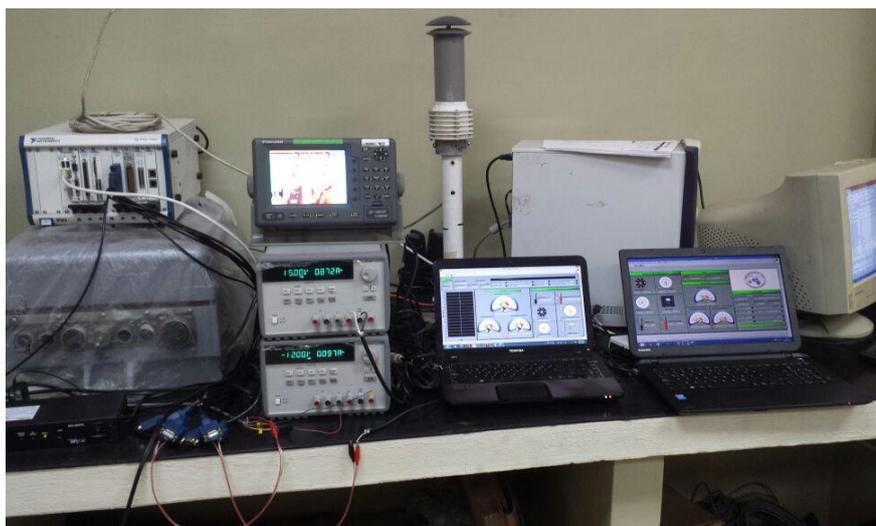
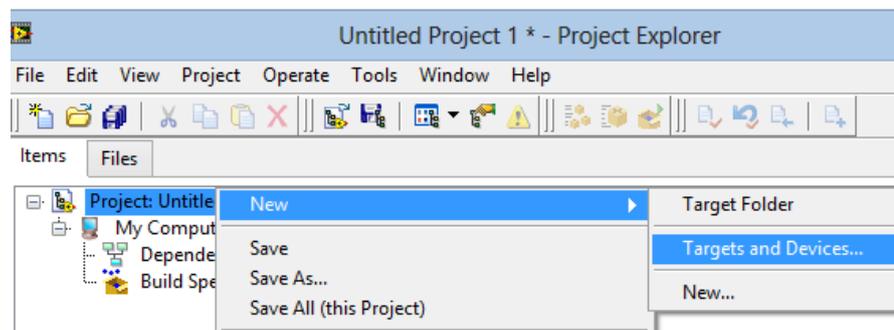


Figura 5. 1 RED LAN

**COMPROBACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS EQUIPOS
PERTENECIENTES A LA RED LAN FORMADA E
INCORPORACIÓN DEL PXIe – 8102 A LA COMPUTADORA
CENTRAL**

Para comprobar que los dispositivos involucrados se pueden comunicar entre si se procedió a realizar ping entre dispositivos. Desde el PXIe – 8102 no se puede realizar ping a los demás dispositivos como normalmente se lo realiza desde una computadora ya que se encuentra trabajando directamente en tiempo real y no sobre un sistema operativo, debido a esto solo se comprueba la conectividad en la computadora central y host remoto.

Cuando se tiene un proyecto nuevo y se va a añadir una tarjeta o dispositivo se elige la tarjeta con la que se va a trabajar dando clic derecho en el nombre del proyecto recién creado, se elige la opción *new* posteriormente *Target and Devices* como se muestra en la *Figura 5. 2*.



**Figura 5. 2 INCORPORACIÓN DE UNA TARJETA O DISPOSITIVO
A UN PROYECTO EN LABVIEW**

Luego en la ventana desplegada se elige la tarjeta respectiva, en este caso se utilizará la NI PXIe – 8102 como se presenta a continuación

en la *Figura 5. 3*. Una vez reconocida la tarjeta se añade a ésta los VI's correspondientes, ya que es mediante ésta que se podrá leer los datos adquiridos, simular los sensores cinemáticos y realizar la conexión TCP/IP. Al realizar este procedimiento en el proyecto creado la tarjeta añadida (PXIe – 8102) será registrada con la dirección IP que está tenga en caso que se conecte el mismo equipo pero con diferente IP se debe efectuar nuevamente el procedimiento ya mencionado.

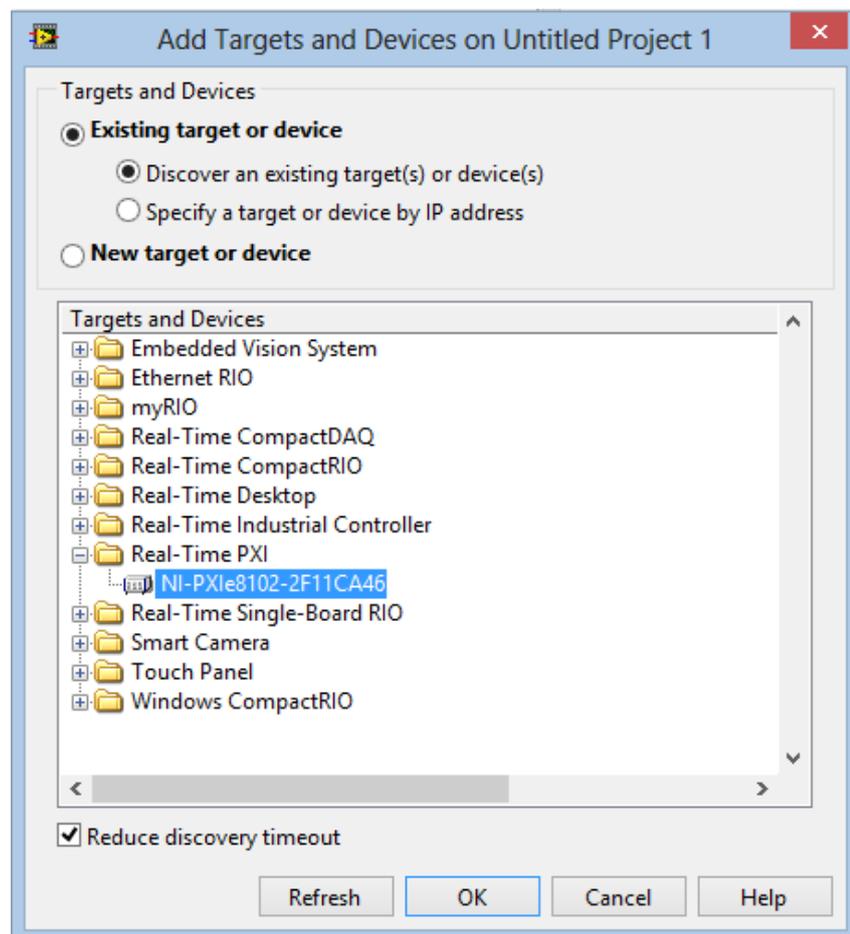


Figura 5. 3 INTEGRACIÓN DEL PXIe – 8102 A UN PROYECTO EN LABVIEW

ADQUISICIÓN Y TRANSMISIÓN DE LOS DATOS
PROPORCIONADOS POR LOS SENSORES CINEMÁTICOS

En la *Figura 5. 4* se observa el NI PXIe-1082 CHASIS PXI EXPRESS incorporado con él NI PXIe – 8102, NI PXI-8431/8 y a este último está conectado él NI PXI-8431/8 (RS485/RS422) al cual se conectarán los sensores cinemáticos de los cuales se procederá a adquirir los datos que estos proporcionan.



Figura 5. 4 CABLES NI PXI-8431/8 (RS485/RS422) - PRUEBAS REALES

Se pueden conectar los sensores ya sea que el programa para la adquisición de datos en él NI PXIe – 8102 se encuentre ejecutándose o no, pero para poder observar dichos datos en la computadora central y poder transmitirlos obviamente se necesita que este VI se halle corriendo. En la *Figura 5. 5* y *Figura 5. 6* se muestra las conexiones realizadas de los equipos reales a los puertos RS – 422 provenientes

de los cables NI PXI – 8431//8 (RS485/RS422). A más de los sensores cinemáticos se pueden observar en estas figuras las fuentes de alimentación para cada una de ellas.



Figura 5. 5 ADQUISICIÓN DE DATOS REALES DE CORREDERA



**Figura 5. 6 ADQUISICIÓN DE DATOS REALES DEL GPS,
ECOSONDA Y ESTACIÓN CLIMÁTICA**

Para transmitir los datos adquiridos mediante TCP/IP desde el PXIe – 8102 en su VI para adquisición se debe colocar la dirección IP destino y el puerto. El valor del puerto debe ser el mismo que se emplea en VI del host remoto caso contrario no se podrá recibir ningún paquete. Una vez establecida correctamente la comunicación y obtenido el ID de conexión se procede a enviar los datos adquiridos.

5.1.2. RESULTADOS

Los resultados que se han obtenido se presentan a continuación separados en los mismos grupos que se dividieron las pruebas realizadas.

COMPROBACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LOS EQUIPOS PERTENECIENTES A LA RED LAN FORMADA E INCORPORACIÓN DEL PXIe – 8102 A LA COMPUTADORA CENTRAL

Como ya se especificó la forma en que se va a comprobar la conectividad entre los equipos es realizado ping entre los mismos. En la *Figura 5. 7* se observa el ping realizado desde la computadora central al host remoto y al PXIe – 8102, mientras que en la *Figura 5. 8* se encuentra el resultado del ping realizado desde el host remoto a la computadora central y al PXIe – 8102 respectivamente, los cuales dieron como resultado una conexión exitosa.

```

C:\Users\usuario1>ping 169.254.249.218

Haciendo ping a 169.254.249.218 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 169.254.249.218: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 169.254.249.218:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\usuario1>ping 169.254.249.215

Haciendo ping a 169.254.249.215 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 169.254.249.215: bytes=32 tiempo<1m TTL=1

Estadísticas de ping para 169.254.249.215:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

```

**Figura 5. 7 PING REALIZADO DESDE LA COMPUTADORA
CENTRAL AL HOST REMOTO Y AL PXIe – 8102**

```

C:\Users\Peñafiel>ping 169.254.249.216

Haciendo ping a 169.254.249.216 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 169.254.249.216: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 169.254.249.216: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 169.254.249.216: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 169.254.249.216: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128

Estadísticas de ping para 169.254.249.216:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

C:\Users\Peñafiel>ping 169.254.249.215

Haciendo ping a 169.254.249.215 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 169.254.249.215: bytes=32 tiempo<1m TTL=1
Respuesta desde 169.254.249.215: bytes=32 tiempo=1ms TTL=
Respuesta desde 169.254.249.215: bytes=32 tiempo<1m TTL=1
Respuesta desde 169.254.249.215: bytes=32 tiempo=1ms TTL=

Estadísticas de ping para 169.254.249.215:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

```

**Figura 5. 8 PING REALIZADO DESDE HOST REMOTO A LA
COMPUTADORA CENTRAL Y EL PXIe – 8102**

Una vez que se ha agregado al proyecto el PXIe – 8102 y los VI's y SUBVI's que se ejecutarán en él a la computadora central así como los que deben ir en esta, se obtendrá la ventana mostrada en la *Figura 5. 9*. En esta también se puede observar la dirección IP perteneciente al equipo que soporta tiempo real (PXIe – 8102), la cual es 169.254.249.215/16. En este se encuentra el VI con nombre MENÚ. PXI es quien realizará la adquisición de datos, mientras que el VI SIMULADOR.PXI efectuará la simulación de estos. Ambos pueden realizar una conexión TCP/IP la cual puede ser ejecutada con el mismo host remoto o con distintos host.

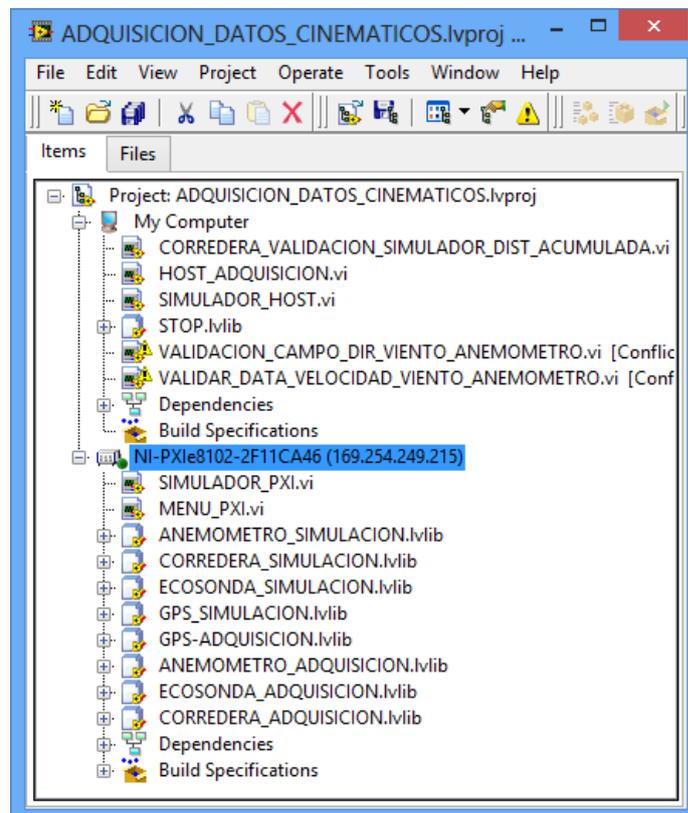


Figura 5. 9 PROYECTO PARA LA COMPUTADORA CENTRAL

ADQUISICIÓN Y TRANSMISIÓN DE LOS DATOS
PROPORCIONADOS POR LOS SENSORES CINEMÁTICOS

Si bien es cierto se ha dicho que en el VI que realiza la adquisición de datos y se ejecuta en él NI PXIe – 8102 no cuenta con un panel frontal que interactuará con el usuario final para efectos de verificación de que la información receptada sea la correcta se ha colocado indicadores los cuales permitirá observar las tramas proporcionadas por los sensores cinemáticos mostrados en la *Figura 5. 10*. En esta misma imagen se aprecia los tres puertos habilitados ya que tenemos tres dispositivos conectados los cuales son:

- ESTACIÓN CLIMÁTICA - SENSOR METEOROLÓGICO ESTÁTICO BETRIEBSANLEITUNG QUATRO – IND (1642)
- GPS Y ECOSONDA – FURUNO GP – 1850WF COLOR GPS/PLOTEER/SOUNDER
- CORREDERA - CPLATH NAVIKNOT III MF

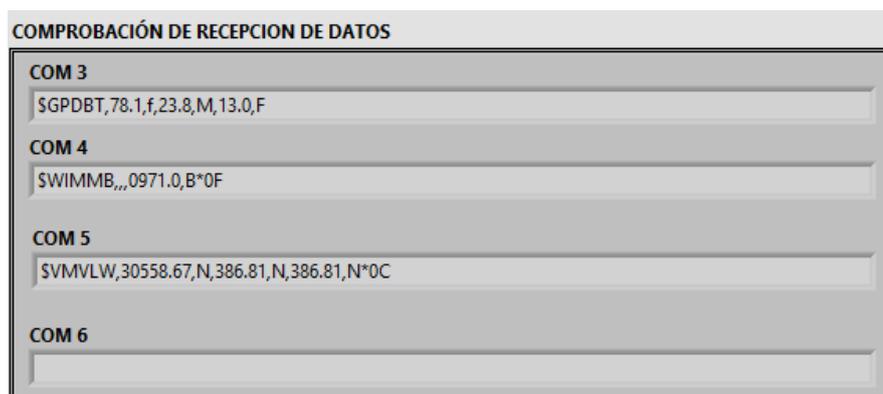


Figura 5. 10 COMPROBACIÓN DE RECEPCIÓN DE DATOS

Todas las tramas adquiridas son guardadas en variables globales, mediante las cuales se podrá presentar esta información ya procesada en la computadora central y realizar la transmisión respectiva al host remoto. Debido a que no se tiene un puerto por trama no se pueden visualizar cada una de ellas pero sin embargo en la en panel frontal del VI que se ejecuta en la computadora principal se puede observar todos los datos que estas proporcionan, ya que la estación climática proporciona cuatro tramas, GPS y ecosonda dos tramas y la corredera una trama pero con tres cadenas dentro de ella. En la *Figura 5. 11* se observa el panel frontal del VI de adquisición de datos que se encuentra en la computadora central en el cual se visualizan los datos adquiridos cada uno de ellos analizados y posteriormente mostrados con sus respectivos indicadores y gráficas.

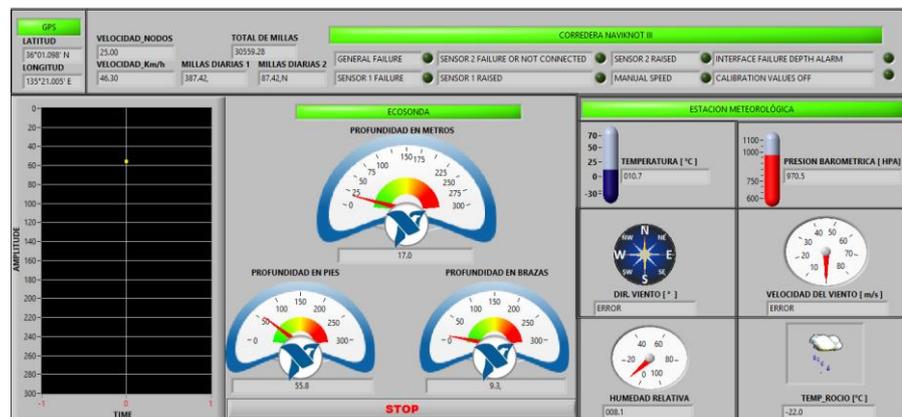


Figura 5. 11 VI ADQUISICIÓN EN LA COMPUTADORA CENTRAL

– PRUEBAS REALES

Si se encuentra conectado el host remoto se procederá a recibir en tiempo real la información adquirida procediendo a presentar los datos en pantalla tal como observa en la *Figura 5. 12*. Si se encuentran corriendo los VI's de la computadora central y cliente simultáneamente al momento de que ocurra una variación en los datos ingresados de cualquiera de los sensores se pudo observar que los cambios también se producen paralelamente. En estos VI's se encuentran contenidos relojes utilizados para mantener el registro del tiempo dentro del programa ayudando así a tener una mejor sincronización, a menor tiempo la sincronización mejora ya que se está trabajando con datos en tiempo real.



Figura 5. 12 VI RECEPCIÓN DE DATOS – ADQUISICIÓN DE DATOS REALES

5.1.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De los resultados obtenidos podemos darnos cuenta que se han cumplido con los objetivos planteados ya que la presentación de los

datos que se han adquiridos de los sensores pueden ser visualizados en tiempo real tanto en la computadora central como en el host remoto en caso de que se haya establecido la conexión TCP/IP.

La sincronización cumple un rol muy importante ya que si no se tiene diferentes registros de tiempos no se podrá apreciar el cambio de datos entre el PXle – 8102 y ambos computadores (central y remoto), sin embargo aunque exista un retraso los datos no se perderán sino que encolarán hasta que se cumpla con el tiempo establecido.

Las longitudes de las tramas que se establecieron para transmitir y recibir los datos fueron los correctos ya se puede observar que se ubicaron correctamente los valores que contienen cada uno de los campos de las cadenas adquiridas. Estas longitudes mayoritariamente se obtuvieron contabilizando los caracteres que abarcan cada una de las tramas modelos que fueron proporcionadas por los fabricantes de los sensores pero experimentalmente esta longitud varió para las cadenas perteneciente a los protocolos de datos.

5.2. APLICACIÓN PARA LA SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL DE DATOS DE LOS SENSORES CINEMÁTICOS

5.2.1. PRUEBAS REALIZADAS

Al igual que para la adquisición de datos se debe comprobar la conectividad entre los equipos con los que se va a trabajar por lo que se va a omitir este procedimiento por ser redundante. Como ya se dijo en el CAPÍTULO 4 sección 4.5 los valores como el punto de rocío, profundidad en metros y en brazas dependen de otros campos, para comprobar si la simulación de los datos es correcta se procedió a ingresar valores de tramas reales. En este caso se va a comprobar que los datos simulados desde la computadora central se generen y se transmitan por la red LAN al host remoto correctamente. Para poder constatar esto todos los VI's en cuestión deben estar ejecutándose, posteriormente se varían los controladores que se encuentran en el simulador de la computadora principal constatando que estos valores generados sean los mismos que el VI SIMULADOR.PXI adquiera para luego enviar por mediante TCP/IP al host remoto.

5.2.2. RESULTADOS

Al momento de ingresar los valores que se obtuvieron de tramas reales se pudo observar que sí coincidieron con las tramas que el simulador genera las cuales se muestran en el panel frontal de este, en el cual también se varían las cantidades que se desean generar para cada uno de los sensores. La *Figura 5. 13* presenta los datos ingresados para cada uno de los campos y las tramas que se han generado a partir de éstos. Todas las tramas que se han producido se guardan en sus respectivas variables globales.

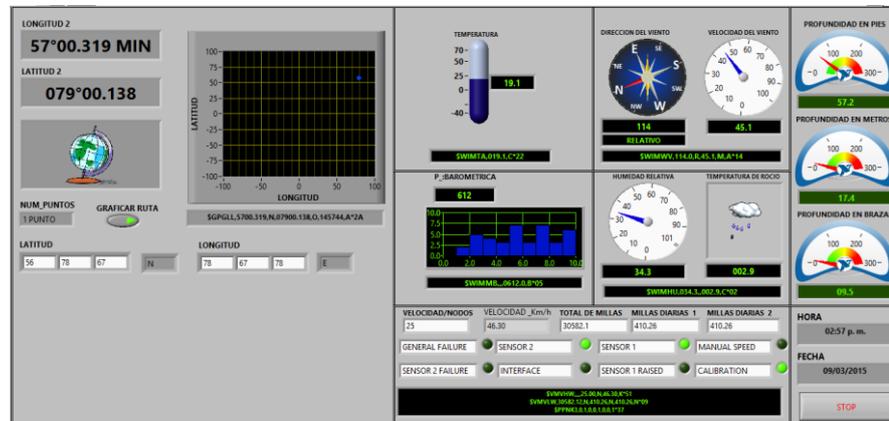


Figura 5. 13 SIMULADOR DE DATOS DE SENSORES CINEMÁTICOS

Una vez que se ha confirmado que si se están generando las tramas de manera correcta se procedió a verificar que el PXIe – 8102 se halle enviando las tramas simuladas para lo cual se colocó indicador al arreglo que contiene los datos en cola de envío. En la *Figura 5. 14* se observa la cola de envío con las tramas simuladas que se mostraron anteriormente.

DATOS_EN COLA DE ENVIO
SGPGLL,5700.319,N,07900.138,O,1
SWIMWV,114.0,R,45.1,M,A*14
SWIMTA,019.1,C*22
SWIMHU,034.3,,002.9,C*02
SWIMMB,,,,0612.0,B*05
SGPDBT,57.2,f,17.4,M,09.5,F
SVMVHW,,,,,25.00,N,46.30,K*51
SVMVLW,30582.12,N,410.26,N,410.26,N*09
SPPNK3,0,1,0,0,1,0,0,1*37

Figura 5. 14 COLA DE ENVÍO DE DATOS SIMULADOS

Estos datos son los que se receptorán en el VI RECEPCIÓN DE DATOS, los mimos que se encuentran en el host remoto dando como resultado la presentación de las tramas simuladas tal como muestra la Figura 5. 15.



Figura 5. 15 RECEPCIÓN DE DATOS SIMULADOS

La sincronización entre los VI's involucrados en la simulación también dependen de los registros de reloj utilizados y al igual que para la

adquisición de datos cuando menor es la medida de estos registros mejor es la sincronización.

5.2.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Comparando las tramas generadas con los valores ingresados por los controladores del VI SIMULADOR en la computadora central con las tramas reales de donde se tomaron esas cantidades se puede comprobar que los simuladores si funcionan correctamente. Otra forma de comprobar la generación de las tramas simuladas con las mismas características a las reales, es que al utilizar el mismo VI RECEPCIÓN DE DATOS empleado para recibir los datos adquiridos se muestra correctamente en cada uno de los campos los valores simulados.

CONCLUSIONES

Del presente proyecto se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

1. En base a las falencias presentadas la solución propuesta por esta tesis ha sido diseñada con la finalidad de ser implementada en las corbetas de la Armada Nacional, ya que este sistema cuenta con la robustez necesaria para asegurar el buen funcionamiento de las aplicaciones. Si en algún momento los equipos contenidos dentro de las embarcaciones llegan a fallar éstos pueden ser reemplazados por el proyecto realizado evitando así la compra de equipos comerciales que tienen un costo mayor al del proyecto desarrollado optimizando los recursos con los que cuenta la Armada nacional.
2. Los valores que se les da a los temporizadores de los programas (VI's) del sistema deben ser bajos ya que la velocidad de procesamiento en el PXIe – 8102 es alto debido a que se encuentra operando directamente en el modo de tiempo real y no sobre un sistema operativo específico.

3. La longitud de cada una de las tramas varía de acuerdo a los equipos utilizados y éstas al ser adquiridas por los puertos RS – 422 toman en cuenta los comandos de fin de línea aunque éstos no puedan ser visualizados en pantalla. Por esta razón en las tramas simuladas presentadas no constan estos caracteres en los indicadores de cadena sin embargo como éstos si fueron incorporados a cada una de las tramas. Para poder comprobar la existencia de estos comandos se observa el indicador de la cadena proporcionada por la corredera donde cada una de ellas se muestran en una línea diferente ya que las tres tramas que pertenecen a este sensor han sido enviadas juntas. Por lo que se debió eliminar la captura de los caracteres CR y LF.
4. Al momento de realizar la adquisición de datos por los puertos RS – 422 siempre se debe tomar en cuenta la cantidad de bytes a leer por dicho puerto. Esta cantidad se la puede obtener de forma manual o automáticamente mediante un nodo de propiedad que permite una lectura específica de los bytes a adquirir.
5. Cada una de las tramas ya sean simuladas y/o adquiridas pertenecientes a los sensores cinemáticos tienen diferente longitud, por lo que para la recepción de datos en TCP/IP se debe especificar tal medida junto con el orden en el que éstas han sido enviadas con el objetivo de analizar dichas cadenas de datos en forma ordenada evitando errores en la extracción de los valores contenidos en las mismas para su posterior presentación en pantalla.
6. Cuando se realiza el envío de datos por TCP/IP, para obtener una lectura adecuada en la recepción del datos se deben colocar los mismos valores

constantes de caracteres que van a ser enviados para cada trama dentro de un arreglo en el mismo orden que van a ser leídos.

7. Para obtener una mayor eficiencia y rapidez al adquirir los datos por el puerto RS – 422 se debe asignar un puerto específico para cada uno de los equipos a utilizar. Esta modificación evitaría tener redundancia dentro del VI para la adquisición de datos que se ejecuta en el PXIe – 8102. Esto se debe a que para que los sensores puedan ser conectados en cualquiera de los puertos sin tener un orden específico se utiliza muchas estructuras de casos para el reconocimiento del sensor y la validación de cada uno de los datos que van a ser almacenados en variables globales.
8. Mediante el desarrollo de la presente tesis permitió acentuar y adquirir conocimientos y habilidades en el desarrollo de programas utilizando LabVIEW, aprendizaje en el manejo de la tarjeta NI PXIe – 8102 en tiempo real. El proyecto realizado puede ser mejorado por la Armada Nacional logrando implementarlo usando una tarjeta FPGA, cuyo procesamiento de datos es mayor al de la ya tarjeta implementada y reduciendo el tamaño del equipo. Si se disminuye el espacio que ocuparía el sistema, éste podrá ser implementado incluso en submarinos en el caso de que los equipos instalados en ellos lleguen a fallar, lo cual les permitiría ahorrar un alto costo de reparación, debido a que son de precedencia chilena.

RECOMENDACIONES

Después de haber realizado las pruebas respectivas al proyecto se puede recomendar lo siguiente:

1. Al PXIe – 8102 se le debe asignar una dirección IP estática ya que el proyecto creado en la computadora central solo reconocerá a la tarjeta asignada con su respectiva dirección IP ya registrada, si se utiliza direccionamiento dinámico se corre el riesgo que la dirección IP cambie creando conflictos al momento de utilizar el sistema.
2. Para lograr una mejor sincronización entre los VI's es preferible que todos tengan el mismo tiempo de temporización para que éstos sean ejecutados a la misma velocidad de procesamiento caso contrario no se podrá apreciar los cambios que se realicen en tiempo real para la adquisición y/o simulación de datos.

3. Es preferible conectar los equipos antes de que se inicie el sistema para evitar que se adquieran datos basura que se encuentren guardados dentro del puerto en el que se vaya a conectar.

ANEXOS

ANEXO 1

TALKER IDENTIFIERS Y DATA TYPE IDENTIFIERS

TALKER IDENTIFIERS

AG	Autopilot - General
AP	Autopilot - Magnetic
CD	Communications – Digital Selective Calling (DSC)
CR	Communications – Receiver / Beacon Receiver
CS	Communications – Satellite
CT	Communications – Radio-Telephone (MF/HF)
CV	Communications – Radio-Telephone (VHF)
CX	Communications – Scanning Receiver
DF	Direction Finder
EC	Electronic Chart Display & Information System (ECDIS)
EP	Emergency Position Indicating Beacon (EPIRB)
ER	Engine Room Monitoring Systems
GP	Global Positioning System (GPS)
HC	Heading – Magnetic Compass
HE	Heading – North Seeking Gyro
HN	Heading – Non North Seeking Gyro
II	Integrated Instrumentation
IN	Integrated Navigation

LC	Loran C
P	Proprietary Code
RA	RADAR and/or ARPA
SD	Sounder, Depth
SN	Electronic Positioning System, other/general
SS	Sounder, Scanning
TI	Turn Rate Indicator
VD	Velocity Sensor, Doppler, other/general
DM	Velocity Sensor, Speed Log, Water, Magnetic
VW	Velocity Sensor, Speed Log, Water, Mechanical
WI	Weather Instruments
YX	Transducer
ZA	Timekeeper – Atomic Clock
ZC	Timekeeper – Chronometer
ZQ	Timekeeper – Quartz
ZV	Timekeeper – Radio Update, WWV or WWVH

DATA TYPE IDENTIFIERS

AAM	Waypoint Arrival Alarm
ALM	GPS Almanac Data
APA	Autopilot Sentence "A"
APB	Autopilot Sentence "B"
ASD	Autopilot System Data
BEC	Bearing & Distance to Waypoint – Dead Reckoning

BOD	Bearing – Waypoint to Waypoint
BWC	Bearing and Distance to Waypoint – Latitude, N/S, Longitude, E/W, UTC, Status
BWR	Bearing and Distance to Waypoint – Rhumb Line Latitude, N/S, Longitude, E/W, UTC, Status
BWW	Bearing – Waypoint to Waypoint
DBK	Depth Below Keel
DBS	Depth Below Surface
DBT	Depth Below Transducer
DCN	Decca Position
DPT	Heading – Deviation & Variation
DSC	Digital Selective Calling Information
DSE	Extended DSC
DSI	DSC Transponder Initiate
DSR	DSC Transponder Response
DTM	Datum Reference
FSI	Frequency Set Information
GBS	GPS Satellite Fault Detection
GGA	Global Positioning System Fix Data. Time, Position and fix related data for a GPS receiver
GLC	Geographic Position, Loran-C
GLL	Geographic Position – Latitude/Longitude
GRS	Geographic Position – Latitude/Longitude
GST	GPS Pseudorange Noise Statistics

GSA	GPS DOP and active satellites
GSV	Satellites in view
GTD	Geographic Location in Time Differences
GXA	RANSIT Position – Latitude/Longitude, Location and Time of TRANSIT Fix at Waypoint
HDG	Heading – Deviation & Variation
HDM	Heading – Magnetic
HDT	Heading – True
HSC	Heading Steering Command
LCD	Loran-C Signal Data
MSK	MSK Receiver Interface (for DGPS Beacon Receivers)
MSS	MSK Receiver Signal Status
MWD	Wind Direction & Speed
MTW	Water Temperature
MWV	Wind Speed and Angle
OLN	Omega Lane Numbers
OSD	Own Ship Data
ROO	Waypoints in Active Route
RMA	Recommended Minimum Navigation Information
RMB	Recommended Minimum Navigation Information
RMC	Recommended Minimum Navigation Information
ROT	Rate Of Turn
RPM	Revolutions
RSA	Rudder Sensor Angle

RSD	RADAR System Data
RTE	Routes
SFI	Scanning Frequency Information
STN	Multiple Data ID
TLL	Target Latitude and Longitude
TRF	TRANSIT Fix Data
TTM	Tracked Target Message
VBW	Dual Ground/Water Speed
VDR	Set and Drift
VHW	Water Speed and Heading
VLW	Distance Traveled through Water
VPW	Speed – Measured Parallel to Wind
VTG	Track Made Good and Ground Speed
VWR	Relative Wind Speed and Angle
WCV	Waypoint Closure Velocity
WDC	Distance to Waypoint – Great Circle
WDR	Distance to Waypoint – Rhumb Line
WNC	Distance – Waypoint to Waypoint
WPL	Waypoint Location
XDR	Cross Track Error – Dead Reckoning
XTE	Cross-Track Error – Measured
XTR	Cross Track Error – Dead Reckoning
ZDA	Time & Date – UTC, Day, Month, Year and Local Time Zone
ZDL	Time and Distance to Variable Point

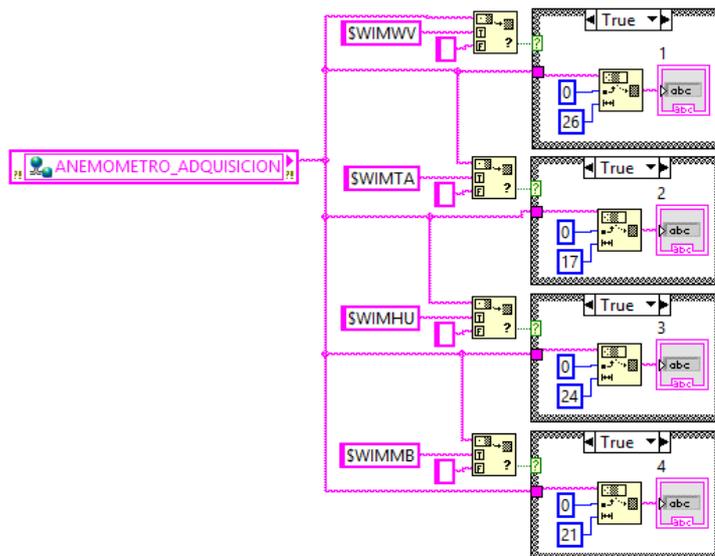
ZFO UTC & Time from Origin Waypoint
ZTG UTC & Time to Destination Waypoint

ANEXO 2

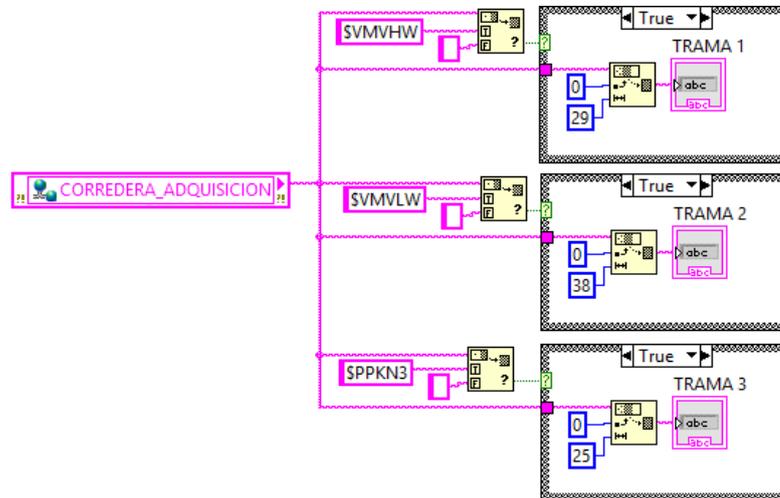
CONFIGURACIÓN TCP PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS EN EL NI PXIe – 8102

Para obtener tramas sin los caracteres de fin de línea se debe saber la longitud de la trama total de cada una de ellas y a esta restarle los dos. Aunque los comandos de fin de línea se representan con más de un carácter (<CR><LF>) estos son leídos como que si fueran dos caracteres. En las figuras que se presenta a continuación muestran la programación realizada para cada uno de los sensores cinemáticos.

- **EXTRACCIÓN DE CARACTERES DE FIN DE LÍNEA – ESTACIÓN CLIMÁTICA**



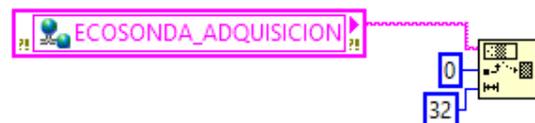
- **EXTRACCIÓN DE CARACTERES DE FIN DE LÍNEA – CORREDERA**



- **EXTRACCIÓN DE CARACTERES DE FIN DE LÍNEA – GPS**



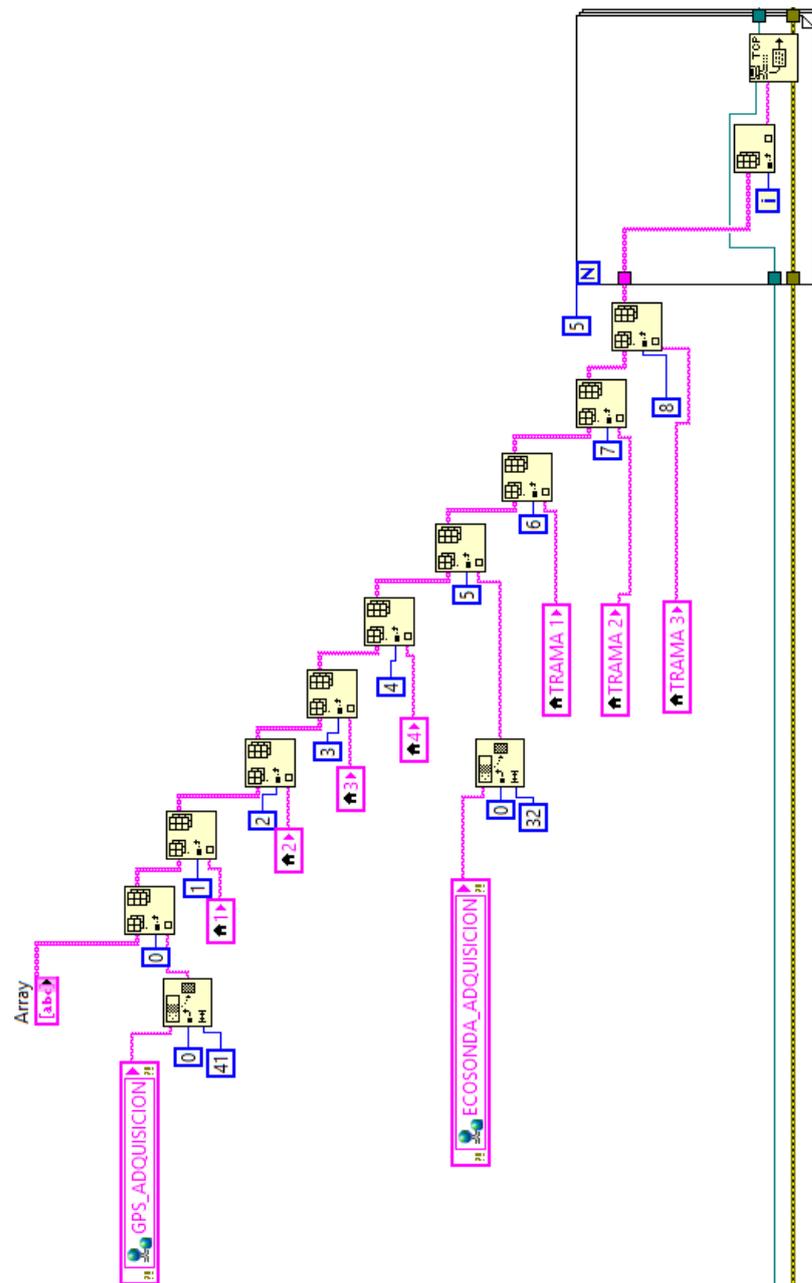
- **EXTRACCIÓN DE CARACTERES DE FIN DE LÍNEA – ECOSONDA**



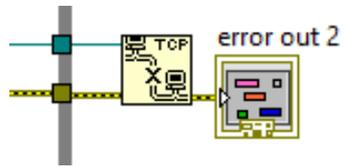
- Una vez que se hayan extraído los caracteres de todas las tramas se las procede a enviarlas vía TCP/IP tal como lo muestra en la figura mostrada bajo

el título de TRANSMISIÓN DE ARREGLO FORMADO POR LAS TRAMAS SIN CR Y LF mientras que en la figura siguiente se muestra el cierre de sesión de la conexión.

- **TRANSMISIÓN DE ARREGLO FORMADO POR LAS TRAMAS SIN CR Y LF**



- CIERRE DE CONEXIÓN TCP



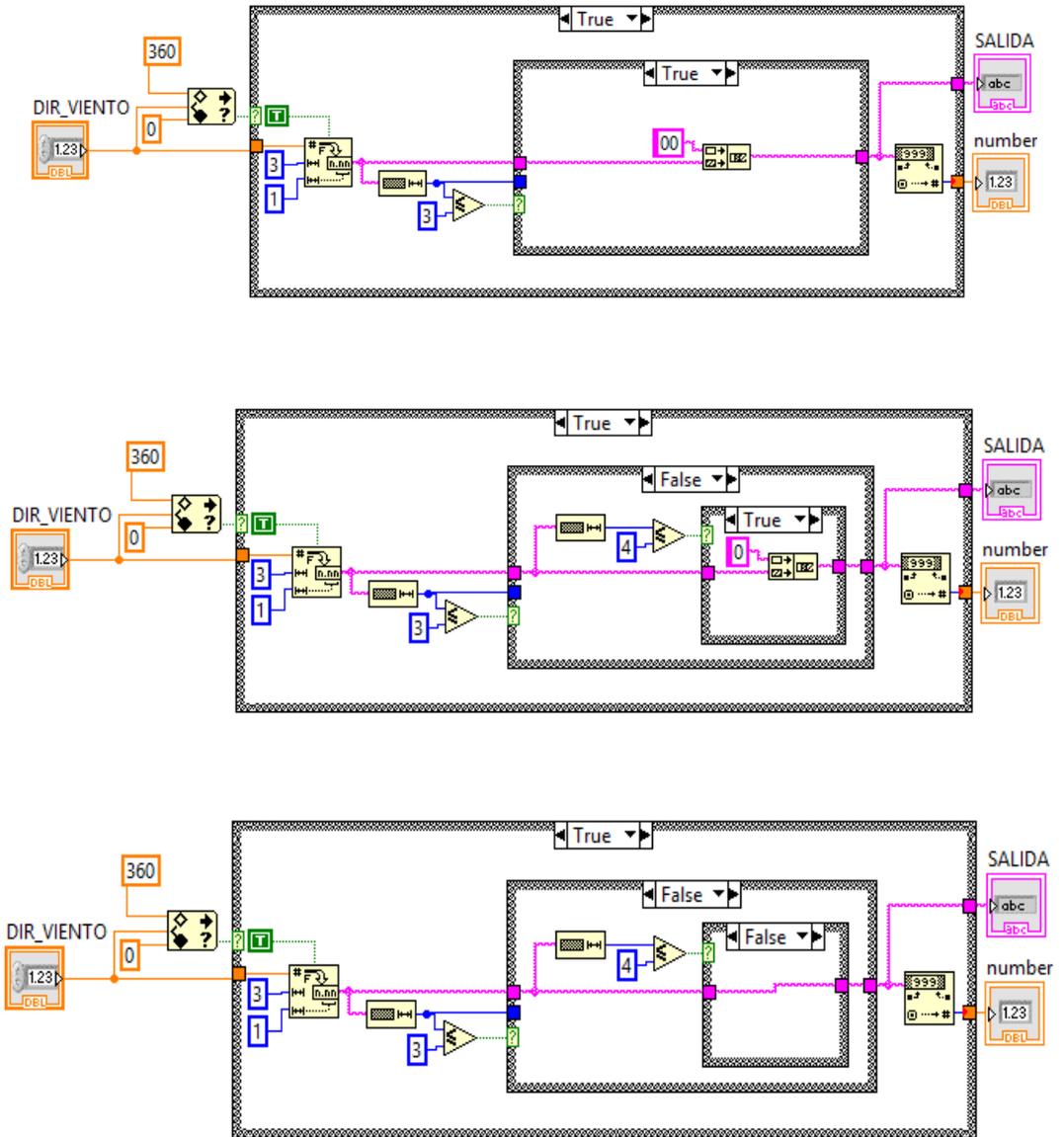
ANEXO 3

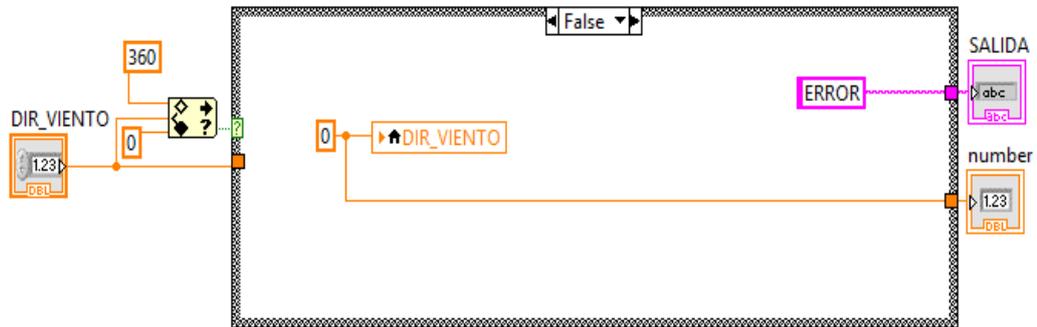
SUBVI'S ESTACIÓN CLIMÁTICA

SUBVI I – VALIDACIÓN DEL CAMPO DIRECCIÓN DE VIENTO



Como podemos observar en la figura solo permite el ingreso de un dato el cual sería la cantidad del campo correspondiente a la dirección del viento dentro de la trama y tiene dos salidas de las cuales una dará el valor de este campo y la otra representará este número mediante un indicador. El rango permitido para el campo de dirección de viento es de 0° a 360° si el dato que ingresa no es válido muestra un mensaje de error caso contrario se comienza a analizar el valor ingresado. Si esta cantidad es correcta analizamos la cantidad de caracteres ingresados ya que para tener una trama de una longitud debemos recordar que el valor máximo y mínimo de esta es de cinco y tres respectivamente. Debido a esto cuando llega tres o cuatro caracteres se añade a dos o un cero correspondientemente a la izquierda del dato. En las siguientes imágenes se muestran todos los casos posibles considerados para configurar lo antes explicado.

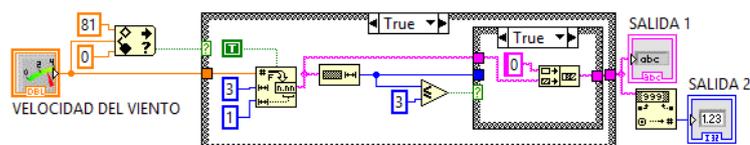


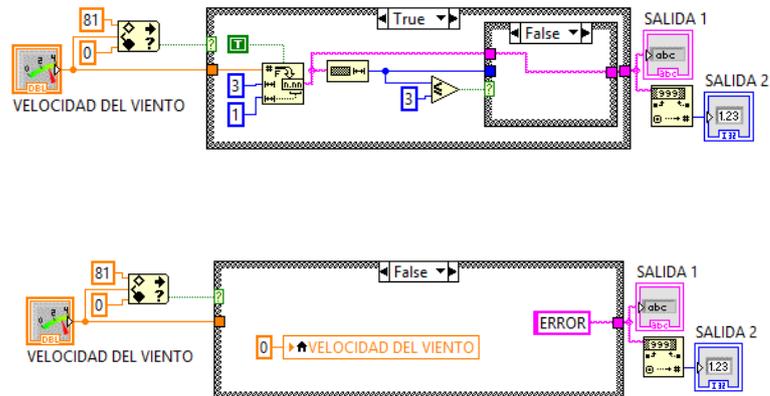


SUBVI II – VALIDACIÓN DEL CAMPO VELOCIDAD DE VIENTO



La figura muestra que el SUBVI II tiene una entrada y dos salidas al igual que en el SUBVI I solo que los datos proporcionados por este subvi pertenecen a la velocidad del viento. El rango permitido es de 0 a 80 [m/s] si este no es válido muestra un mensaje de error caso contrario se comienza a analizar el valor ingresado. Si esta cantidad es correcta analizamos la cantidad de caracteres ingresados ya que para tener una trama de una longitud debemos recordar que el valor máximo y mínimo de esta que en este caso es de cuatro y tres respectivamente. Debido a esto cuando llegan tres caracteres se añade un cero correspondientemente a la izquierda del dato. Todos los casos posibles considerados para configurar lo antes mencionado se muestran en las siguientes imágenes:



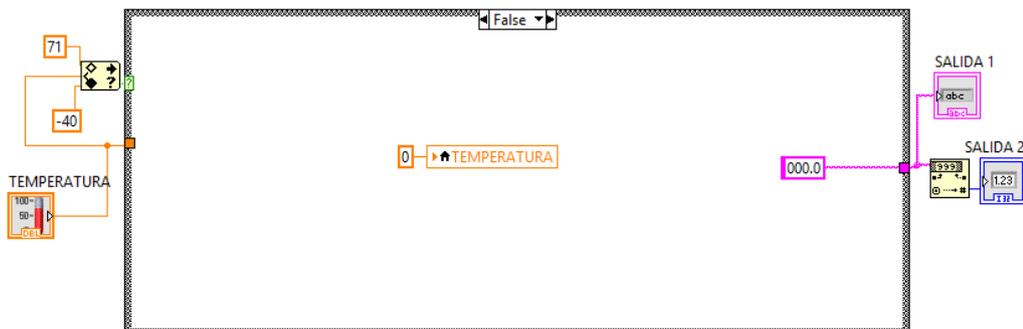


SUBVI TEMPERATURA

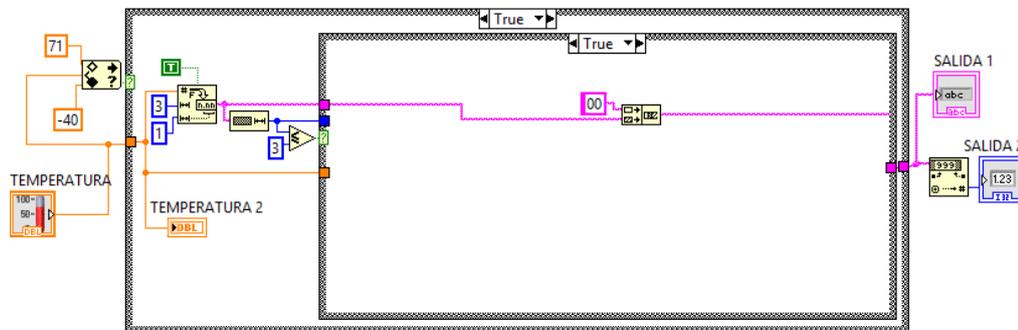


El objetivo de este subvi es de fijar el rango de valores que pueden ser ingresados al simulador, si no se cumple con esta condición automáticamente esta cantidad es igual a cero caso contrario se procede a analizar el dato ingresado estas estipulaciones se localizan en el Caso 1 y 2 respectivamente mostrados en las mostradas a continuación.

- **Caso 1**

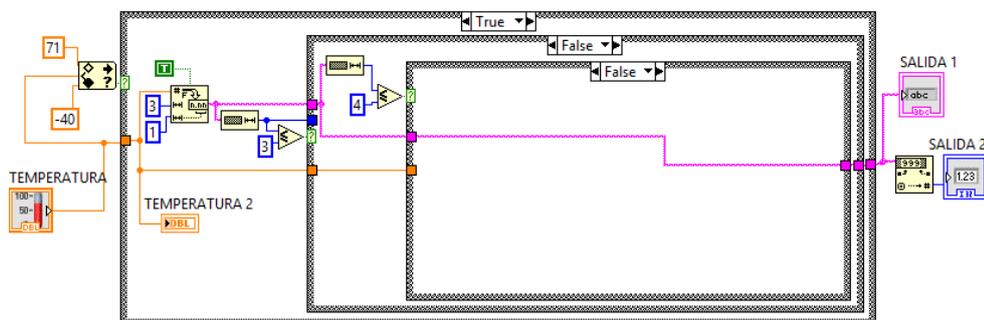


- **Caso 2**

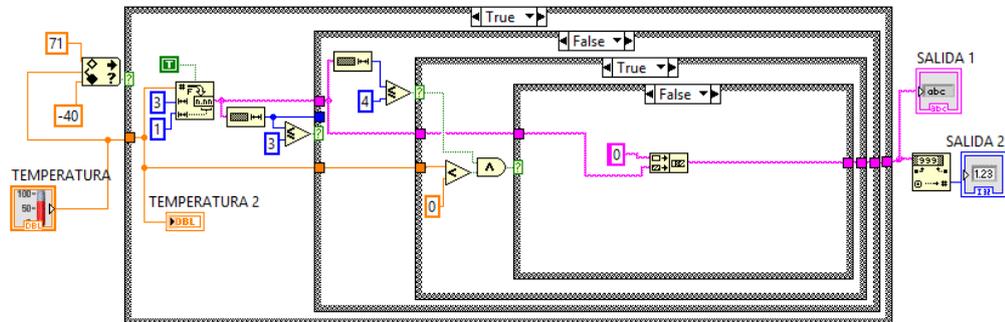


Este campo admite cinco caracteres máximos por lo que si se ingresa una medida menor a esta se añade dos o tres ceros a la izquierda dependiendo el caso, ya que son tres caracteres mínimos. Para el caso de los valores negativos se realiza el mismo procedimiento con la diferencia que solo se puede colocar un cero en casi de ser necesario y este debe estar después del signo menos que indica que es una cantidad negativa. Lo descrito se encuentran en los casos 3, 4 y 5 los cuales se muestran a continuación:

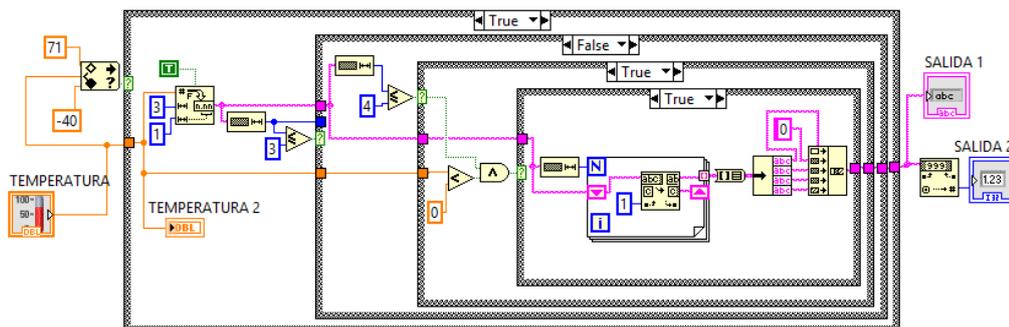
- **Caso 3**



- **Caso 4**



- **Caso 5**

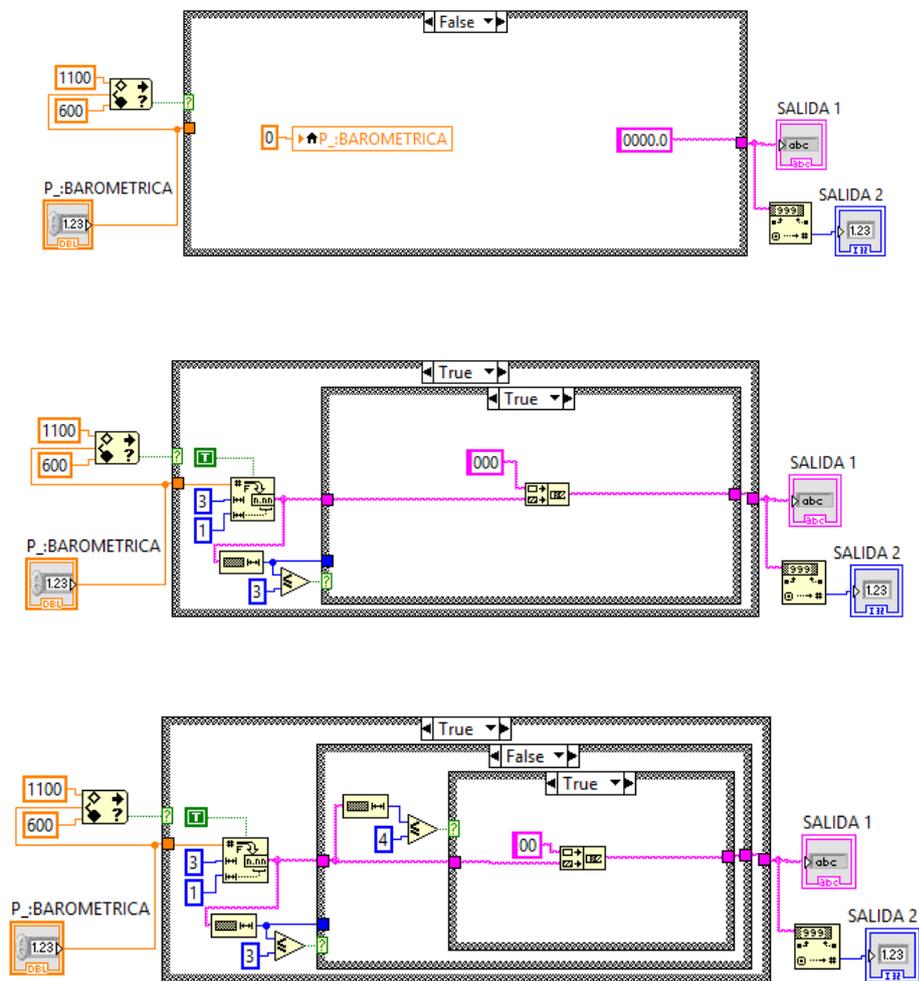


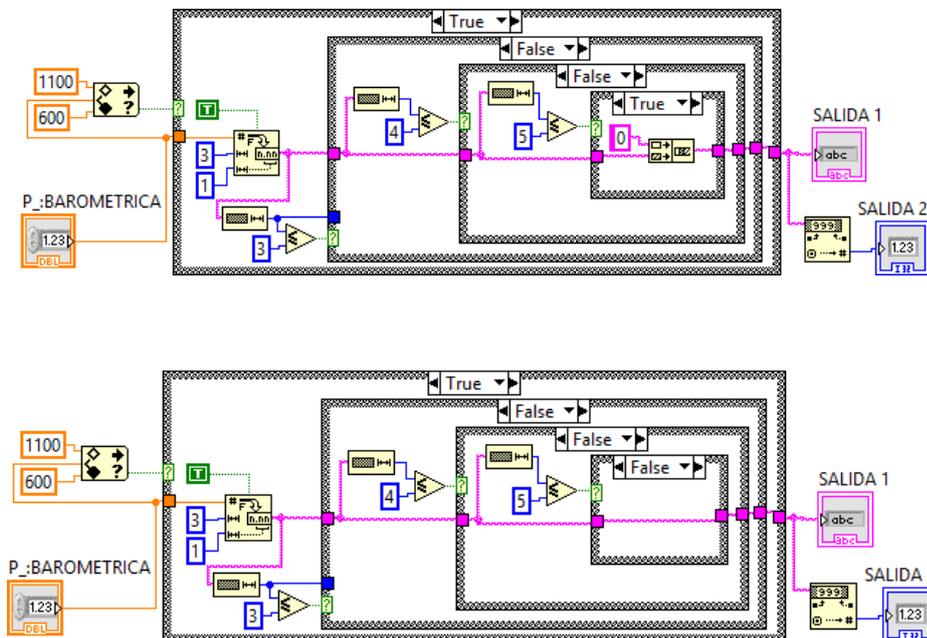
SUBVI P. BAROMÉTRICA



El objetivo de este subvi es de fijar el rango de valores que pueden ser ingresados al simulador, si no se cumple con esta condición automáticamente esta cantidad es igual

a cero caso contrario se procede a analizar el dato ingresado. Este campo admite seis caracteres máximos por lo que si se ingresa una medida menor a esta se añade el número de ceros a la izquierda que corresponda dependiendo el caso, teniendo en cuenta que son tres caracteres mínimos. La programación realizada de cada uno de los casos probables se muestra a continuación:

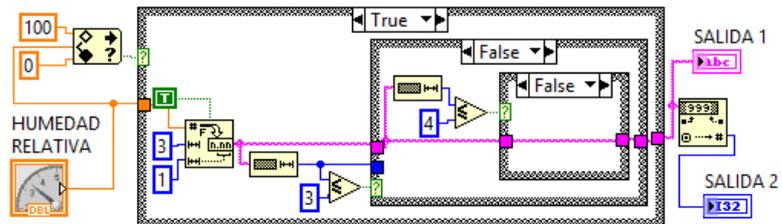
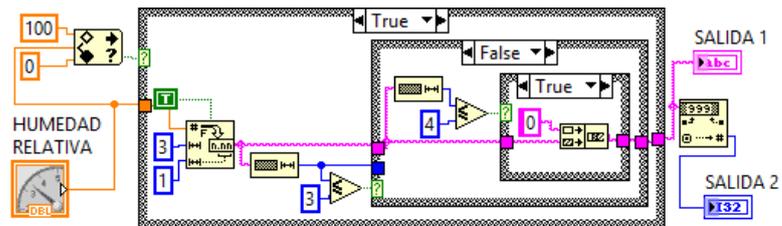
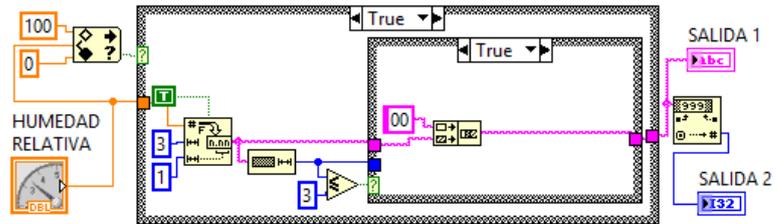
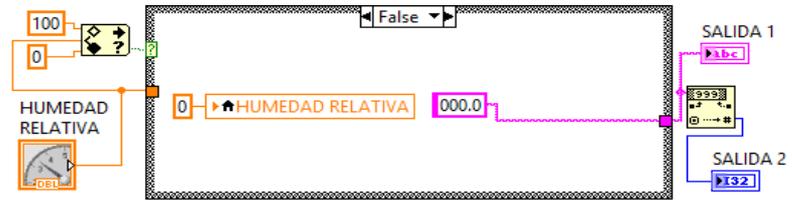




SUBVI – HUMEDAD RELATIVA



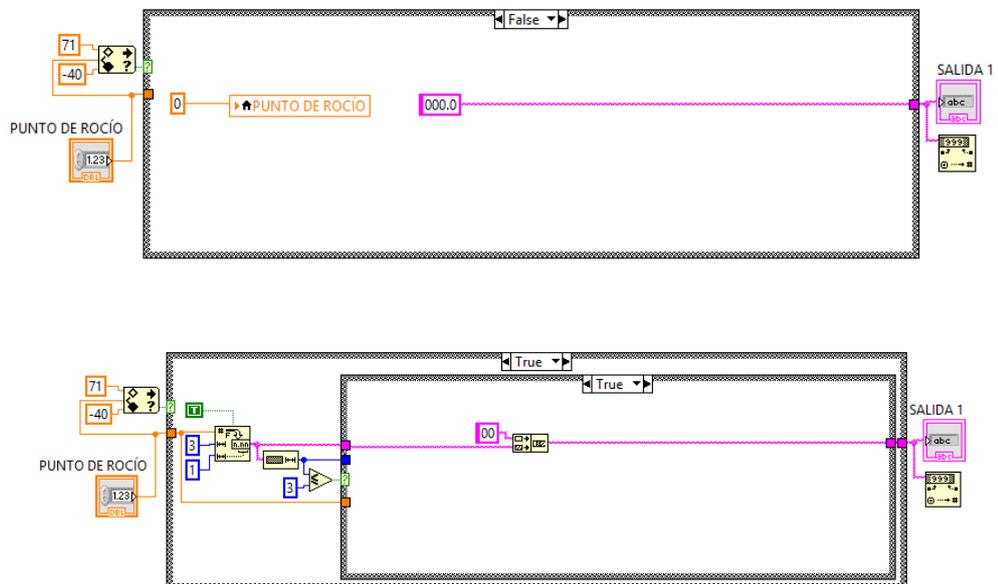
Tal como se ha venido realizando con los demás subvi's, este será el encargado de fijar el rango de valores que pueden ser ingresados al simulador, si no se cumple con esta condición automáticamente esta cantidad es igual a cero caso contrario se procede a analizar el dato ingresado. Este campo admite cinco caracteres máximos por lo que si se ingresa una medida menor a esta se añade el número de ceros a la izquierda que corresponda dependiendo el caso, teniendo en cuenta que son tres caracteres mínimos. La programación realizada de cada uno de los casos probables se muestra a continuación:

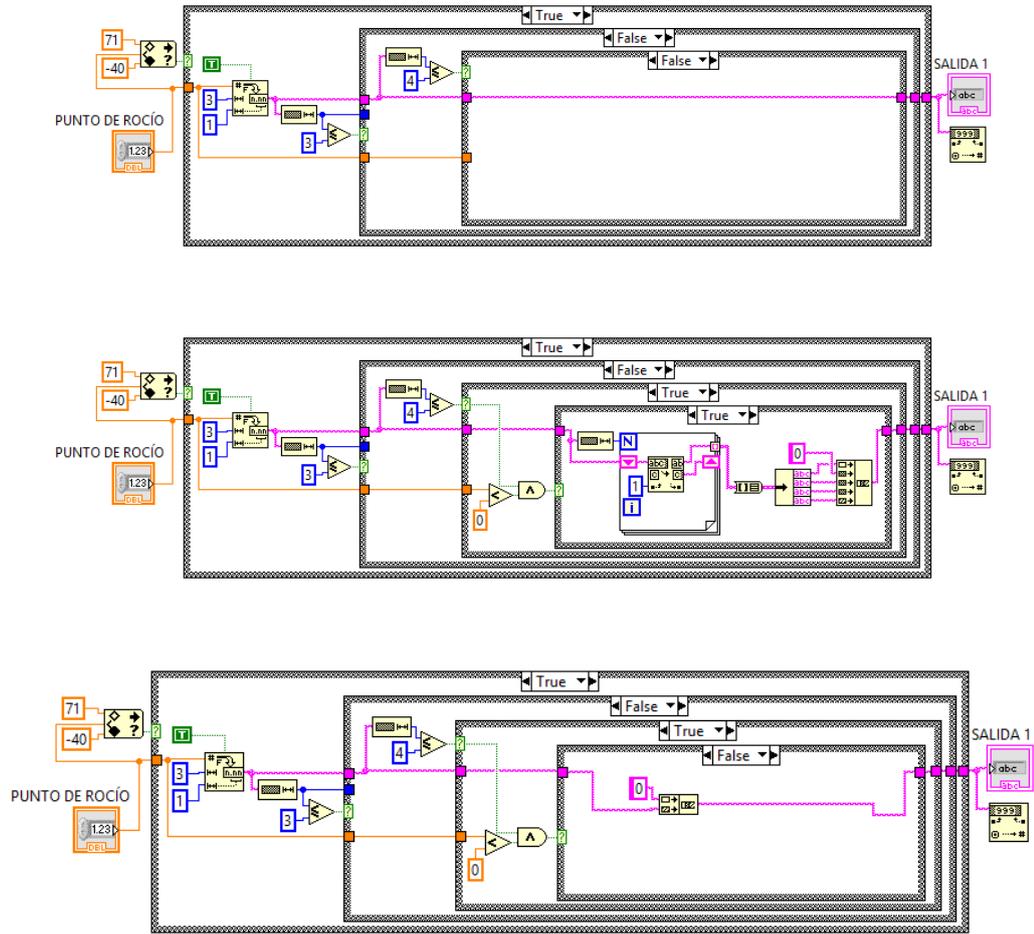


SUBVI – PUNTO DE ROCÍO



Este subvi es semejante a el SUBVI – TEMPERATURA ya que los valores que pueden ser ingresados también contienen una parte negativa. Se debe recordar que la función que cumple este subvi es de encerrar el dato en caso que este sea erroneo y completar el número de caracteres en caso de ser requerido, cuando se tiene un valor negativo se debe ordenar los valores ya que el signo menos debe ir siempre antes de cualquier número. La programación realizada en cada uno de los sucesos dentro de las estructuras de casos se muestran a continuación:

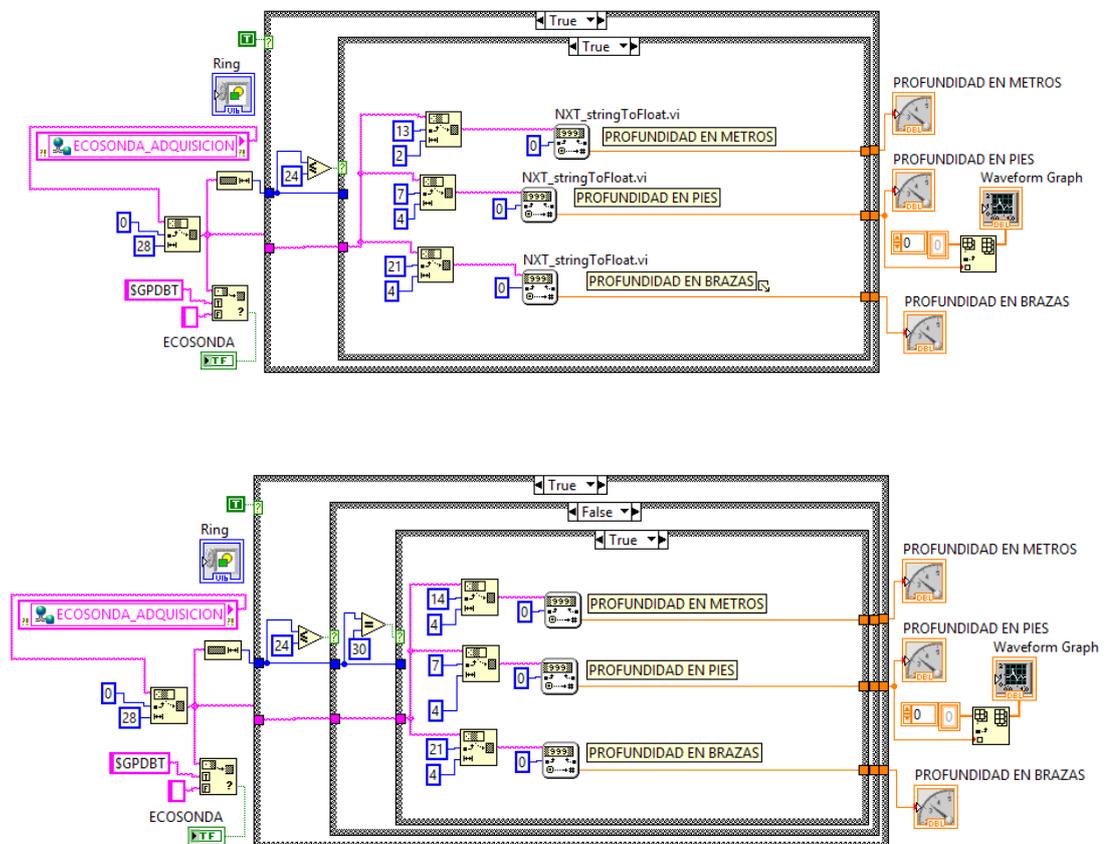


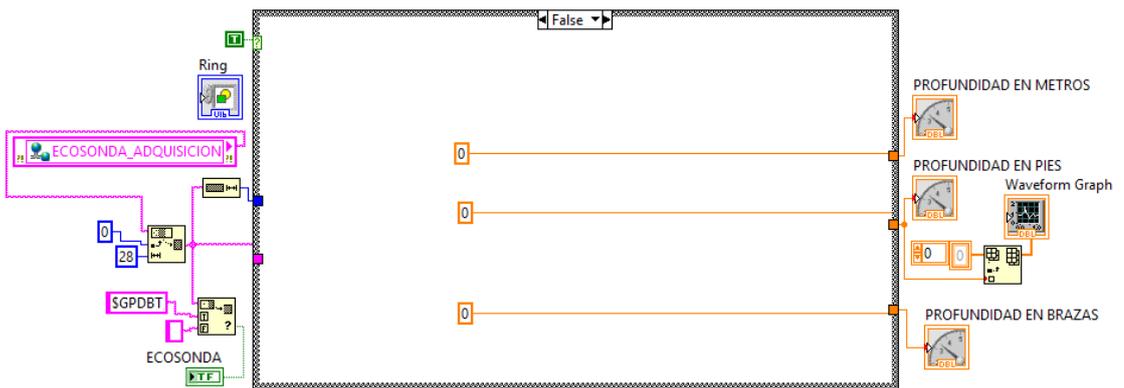
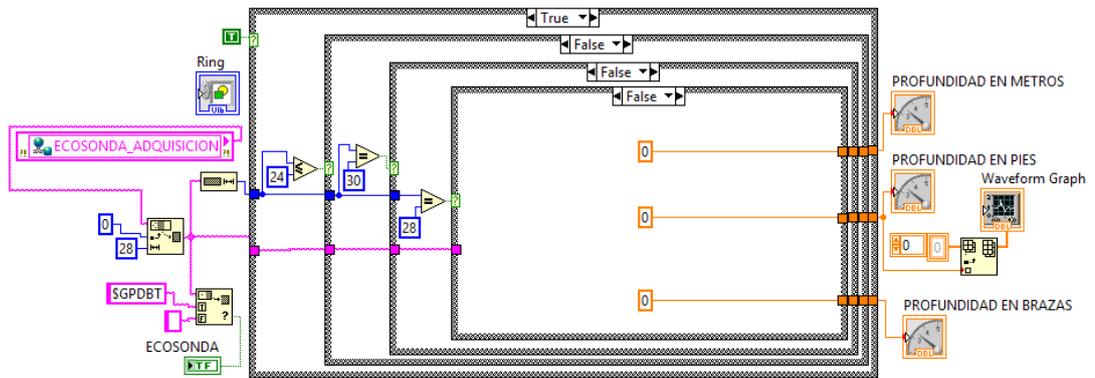
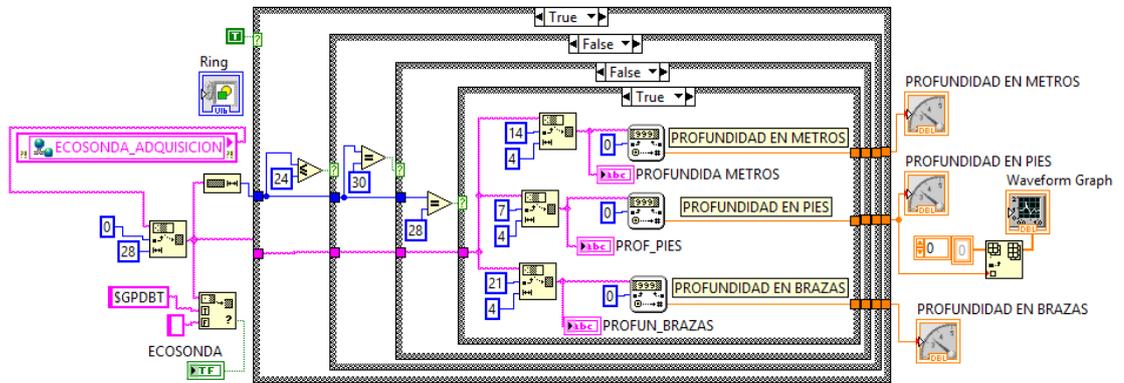


ANEXO 4

ECOSONDA ADQUISICIÓN – COMPUTADORA CENTRAL

Debido a que la longitud de la trama proporcionada por el ecosonda puede variar dependiendo de las medidas que esta genera, cada uno de los casos posibles se muestran en las figuras siguientes:





ANEXO 5

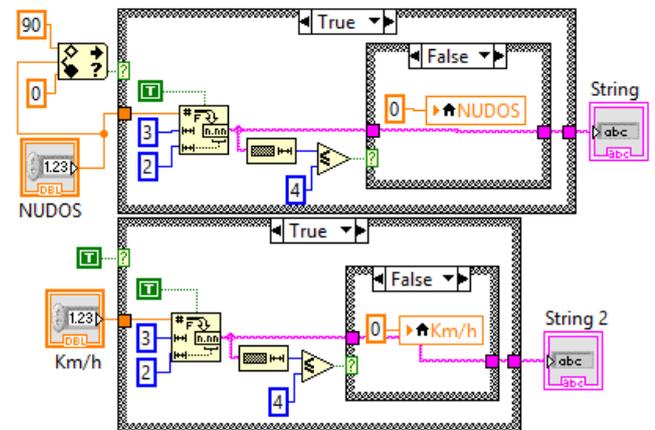
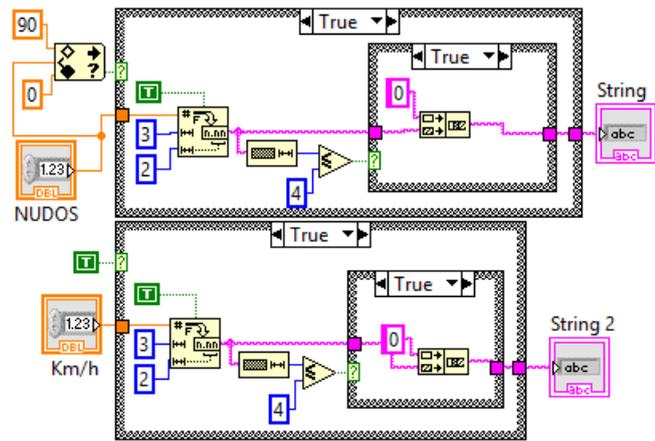
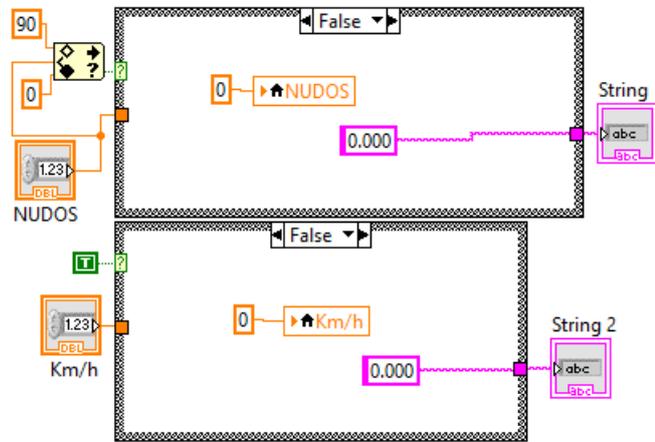
SUBVI'S CORREDERA

SUBVI – VELOCIDAD



Con la finalidad de generar una cantidad fija de caracteres este subvi realiza una comparación entre el tamaño de la cadena ingresada y la longitud que esta debe tener teóricamente que es de cinco caracteres. Si el dato ingresado no cumple con el tamaño del formato de la trama se realiza un aumento de ceros a la izquierda de su posición, en caso de que el dato ingresado no cumpla con el rango establecido automáticamente se encerara el campo ingresado, caso contrario se envía el dato sin ejecutarle ningún cambio.

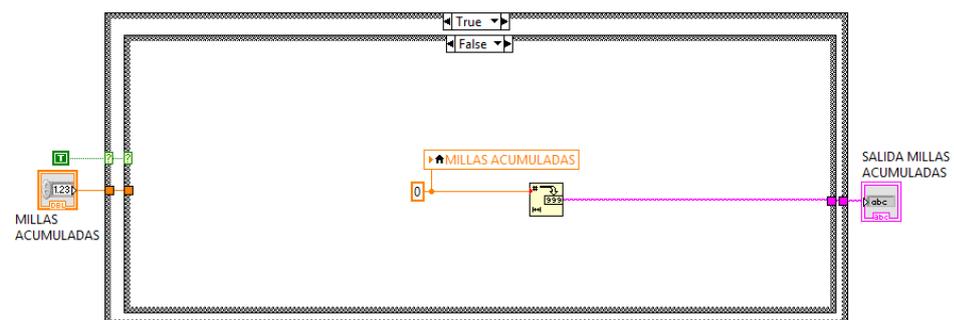
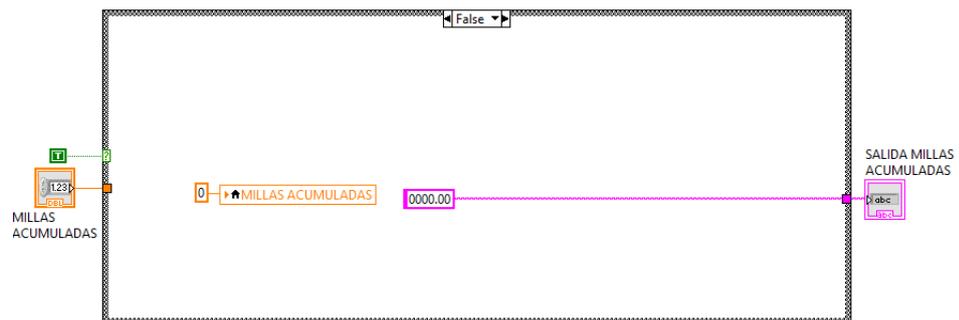
En las imágenes presentadas a continuación se visualiza la programación realizada para todos los casos posibles ya mencionados.

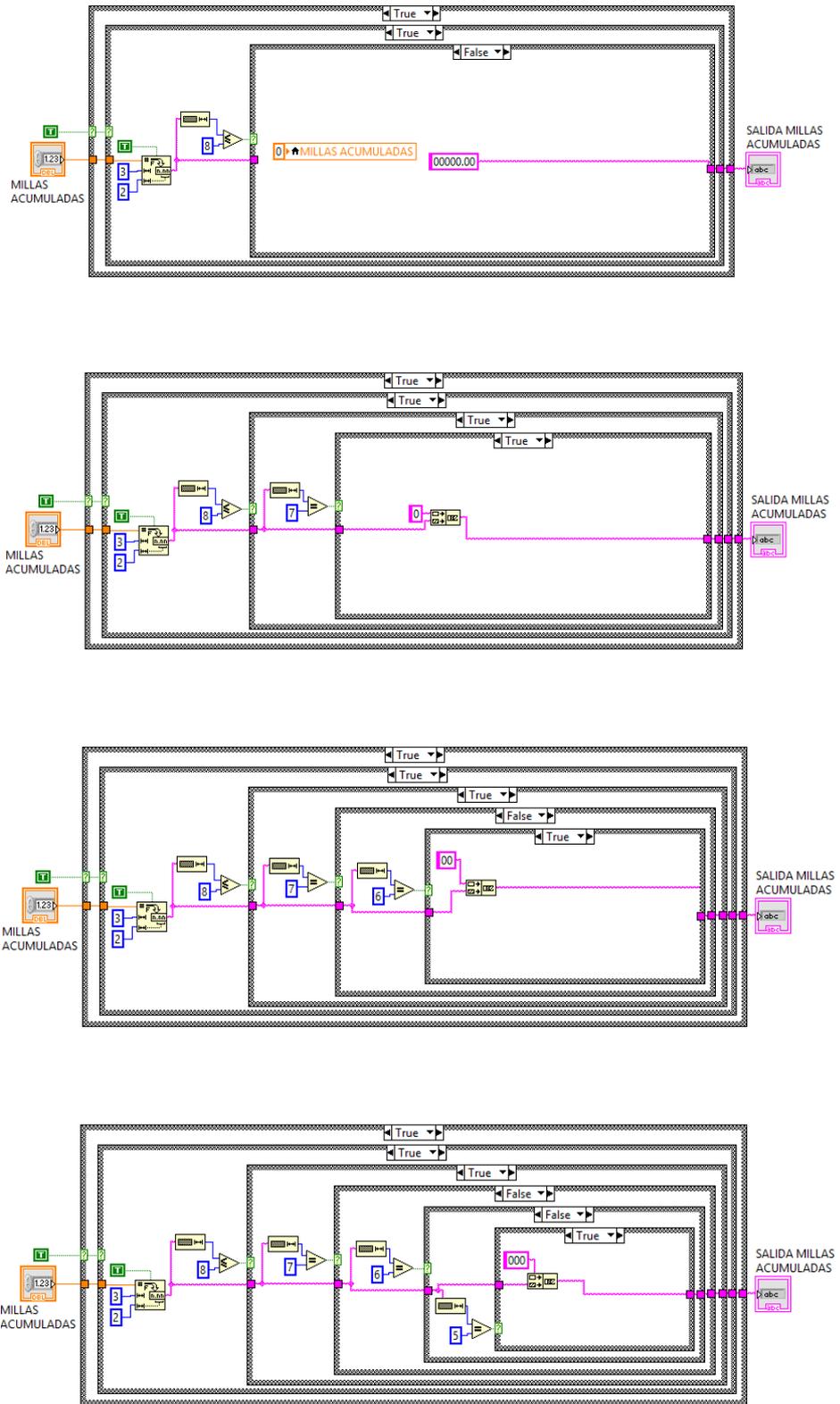


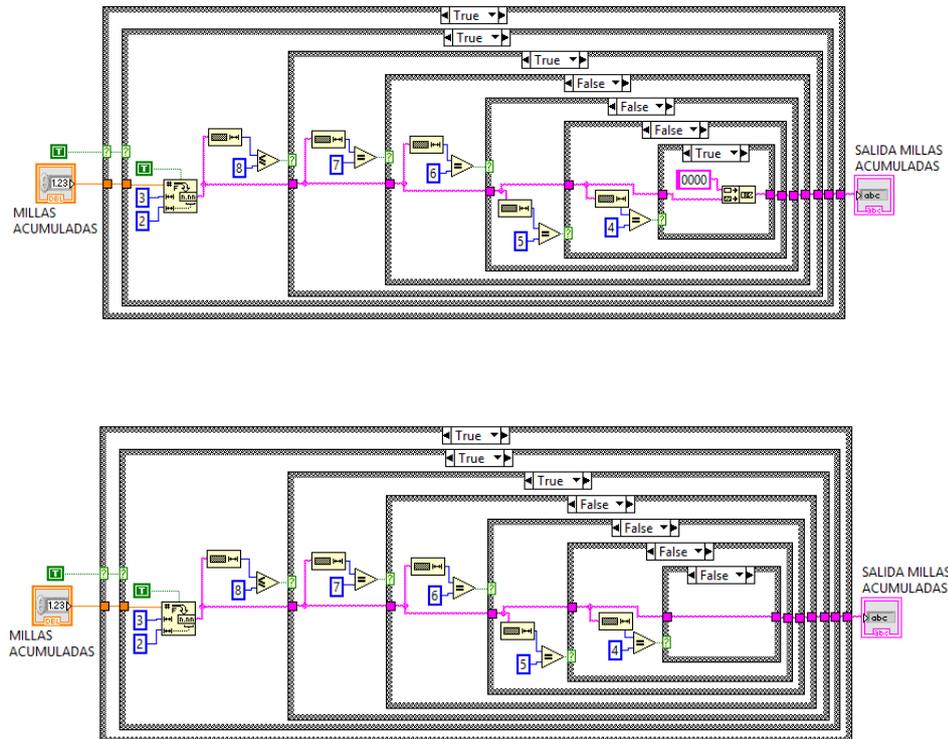
SUBVI – MILLAS ACUMULADAS



El procedimiento es semejante al subvi VELOCIDAD la diferencia es que el campo donde se encuentra el valor de las millas acumuladas tienen una longitud de siete caracteres por lo que el número de comparaciones aumentará tal como se puede apreciar en las figuras mostradas a continuación.



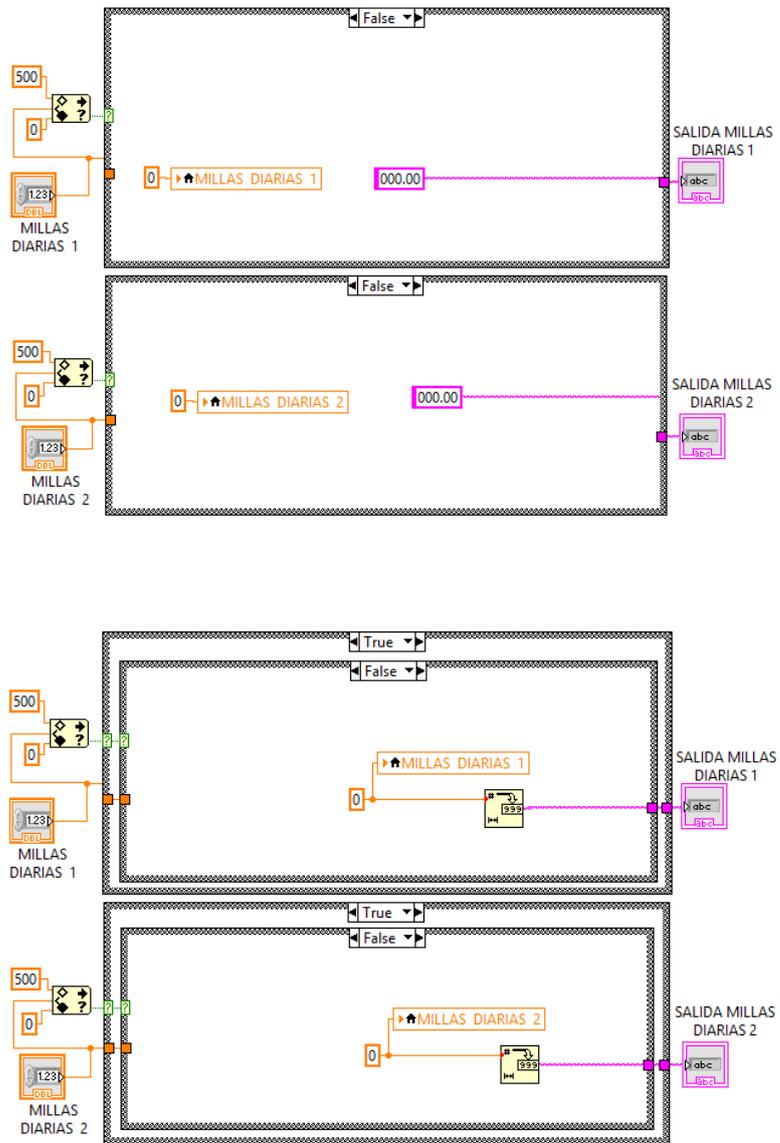


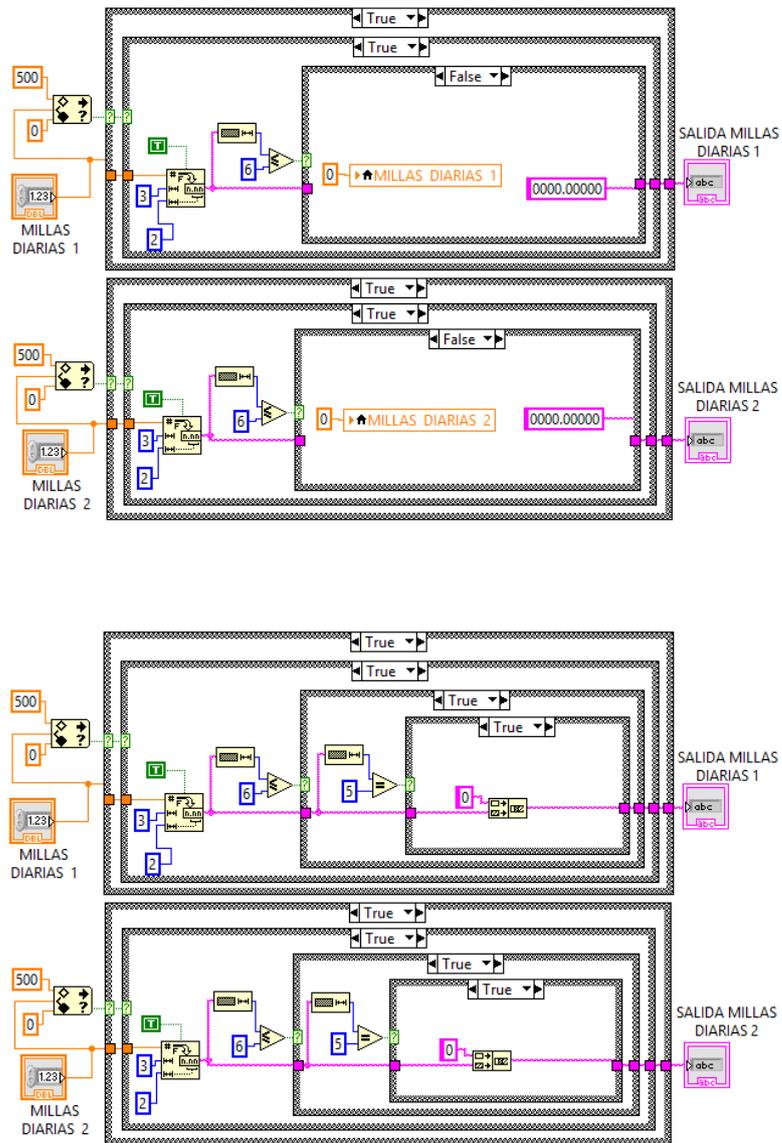


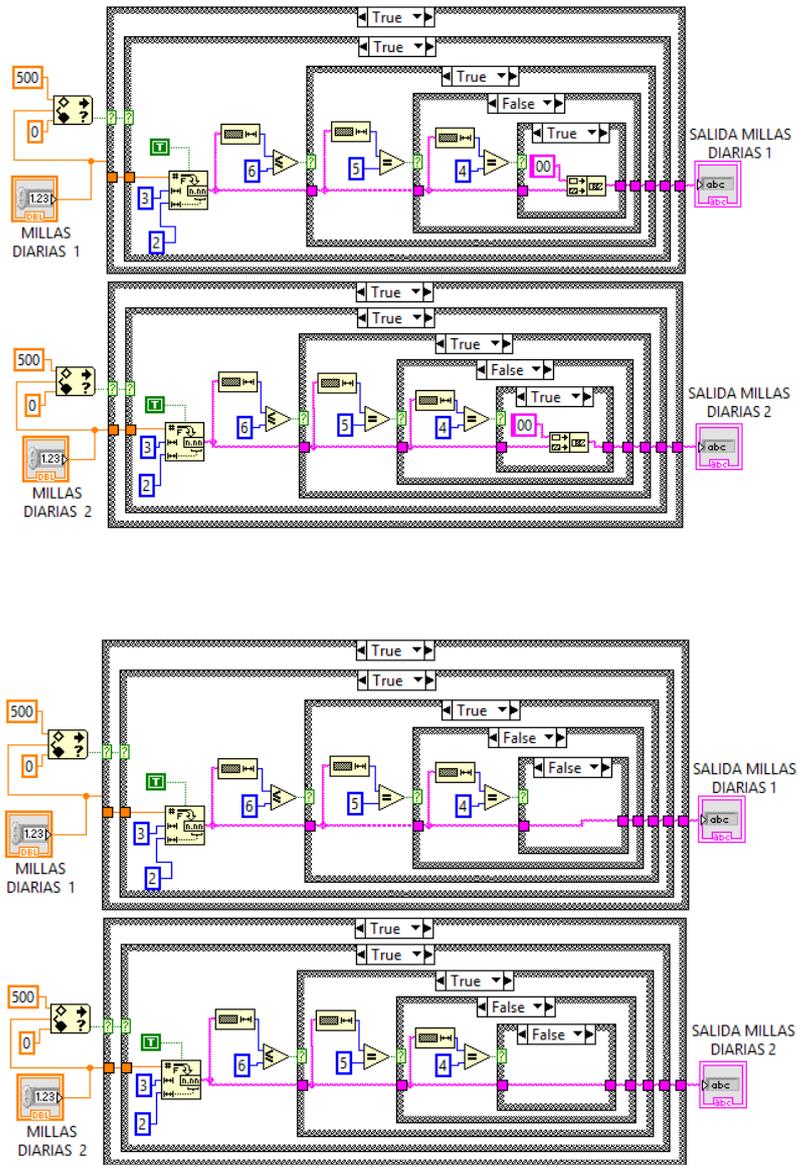
SUBVI – MILLAS DIARIAS



A diferencia del anterior subvi es que este tiene dos entradas y dos salidas. Las entradas pertenecen a las millas diarias 1 y millas diarias 2 ingresadas a las cuales se les realiza el mismo procedimiento para fijar el número de caracteres que este campo posee , en este caso es de seis caracteres, y las salidas pertenecen a las millas diarias 1 y 2 ya con la longitud específica. Los casos posibles que se dan durante el desarrollo del código para cumplir con lo estipulado se presentan en las figuras siguientes.







ANEXO 6

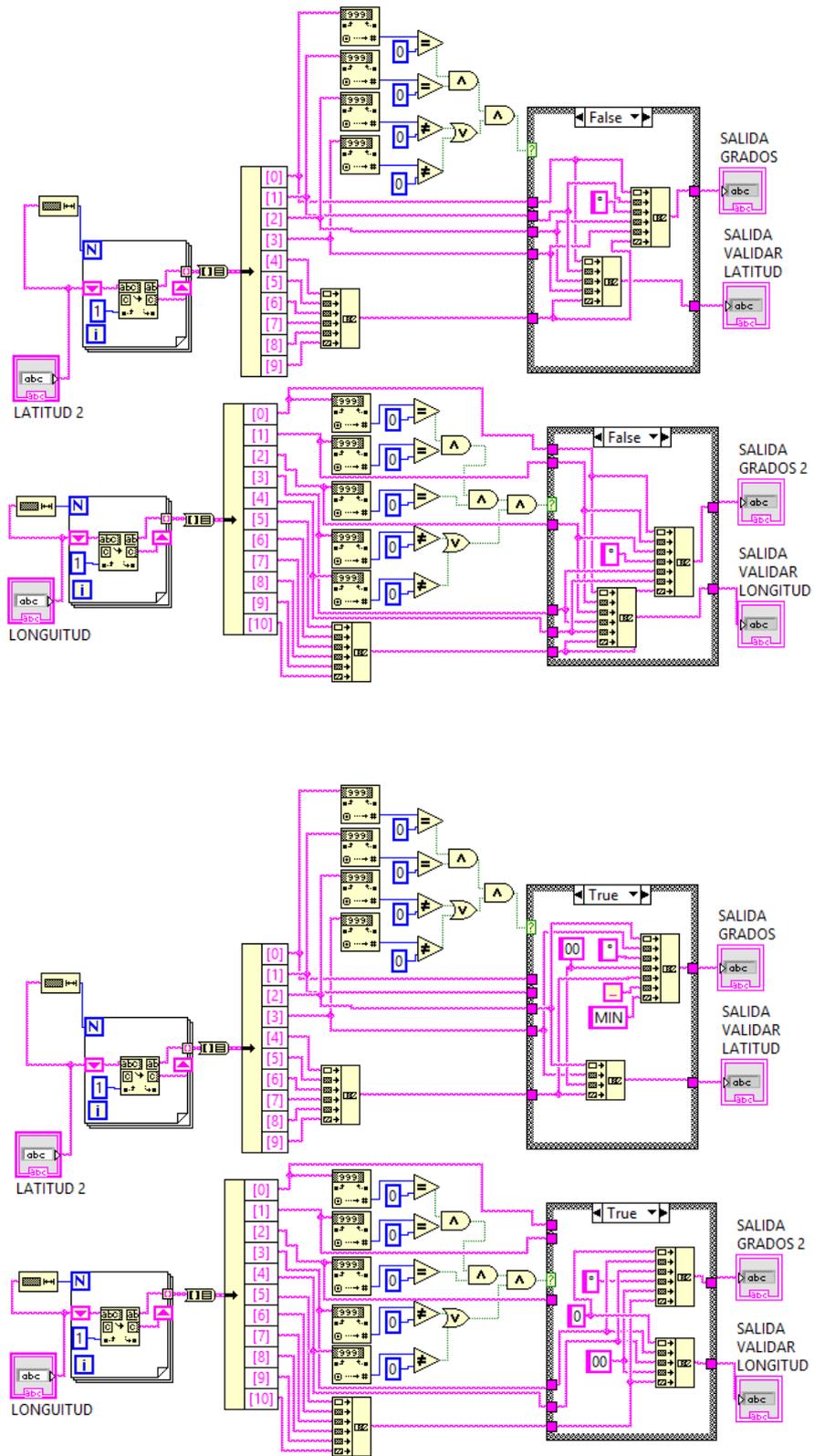
SUBVI'S GPS

SUBVI – ORDENAR VALORES LATITUD Y LONGITUD GPS

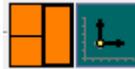


Este subvi permite separar los datos ingresados y colocar cada uno de esos datos dentro de un arreglo el cual se desempaquetara usando un clúster, con cada uno de esos datos se realiza una comparación en el caso de la latitud con los primeros 4 dígitos y en la longitud con los primeros 5 dígitos.

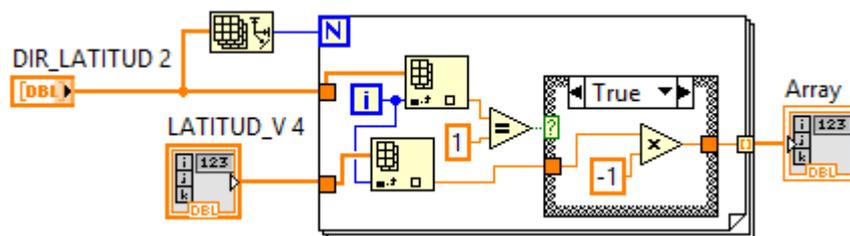
Estas comparaciones servirán para dar formato a la presentación de los datos logrando que sean semejantes a la presentación que proporciona el GPS utilizado en la adquisición. En las figuras siguientes se muestran la programación realizada cuando las comparaciones realizadas resulten verdadero o falsas.

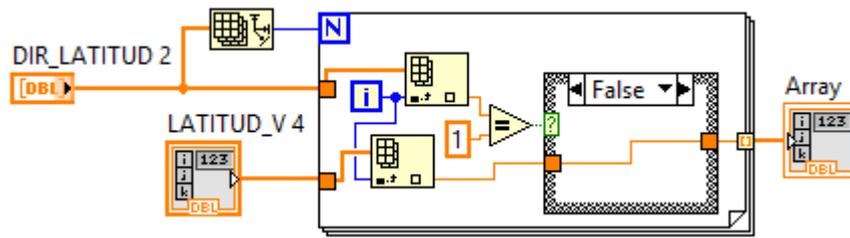


GPS UBICACIÓN DE PUNTOS



Este subvi permite realizar un cambio de signo en los datos ingresados para poder realizar una gráfica de un punto o una ruta simulada, este cambio de signo se lo realiza utilizando la dirección de latitud o longitud. El funcionamiento consiste en comparar cada una de las direcciones que ingresan al lazo for, estas direcciones tienen una representación numérica definida, por ejemplo en el caso de la Latitud si se identifica un 1 este representa una dirección Norte la cual es positiva y un valor de cero me representa una dirección Sur la cual me permite saber que es una dirección negativa. Por lo que si la dirección es igual a 1 se le realiza la multiplicación con un número negativo para obtener el dato con la posición correcta según lo especifique su dirección de latitud o longitud caso contrario se envía el dato sin ningún cambio tal como se muestran a continuación.



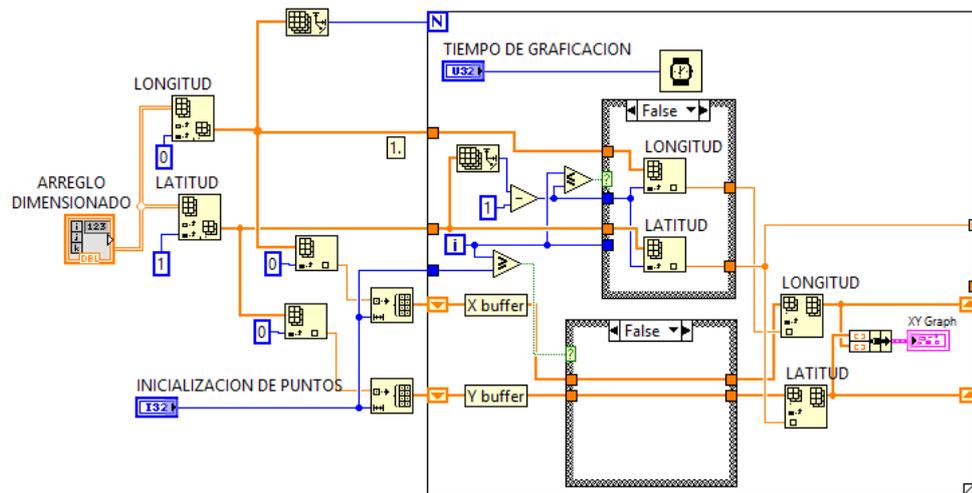
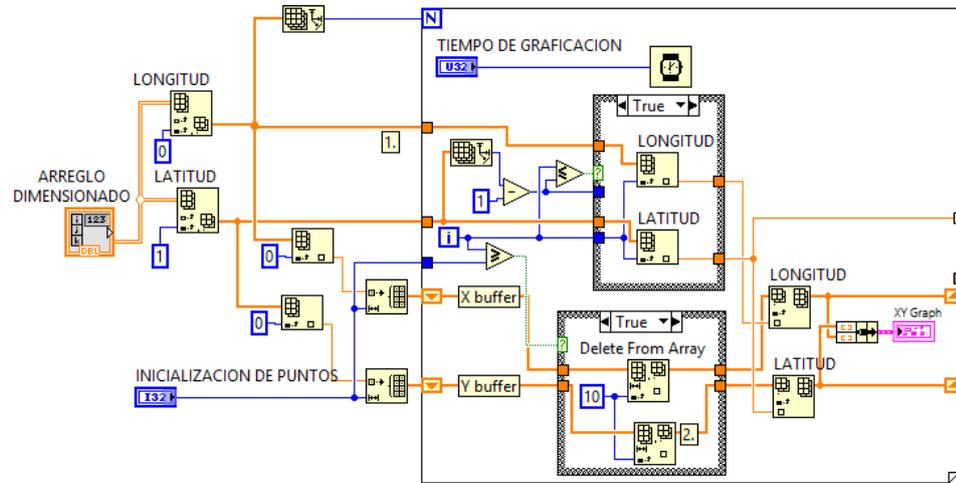


GRAFICACIÓN DE RUTAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS

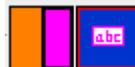


El subvi recibe un arreglo con los valores de latitud y longitud con su respectivo signo ya cambiados. Esta porción de código permite realizar un análisis a cada uno de los elementos del arreglo de datos utilizando un lazo for, el número de veces a que se debe recorrer va a depender de la dimensión del arreglo ingresado el cual varía de acuerdo al número de puntos que se ingresen.

Cuando se realiza el análisis de cada dato se utiliza las iteraciones que me proporciona el lazo for para extraer cada uno de los valores que se serán almacenados en el buffer de X y. Para evitar que se grafique otros valores que no son ingresados, se le resta el valor de menos uno a la dimensión total del arreglo además se hace otra comparación con las iteraciones de tal forma que solo se presente un camino recorrido en la gráfica hasta los últimos puntos que se encuentran en el arreglo de datos dimensionado. La programación elaborada en cada uno de los casos posibles se muestra en las figuras siguientes.

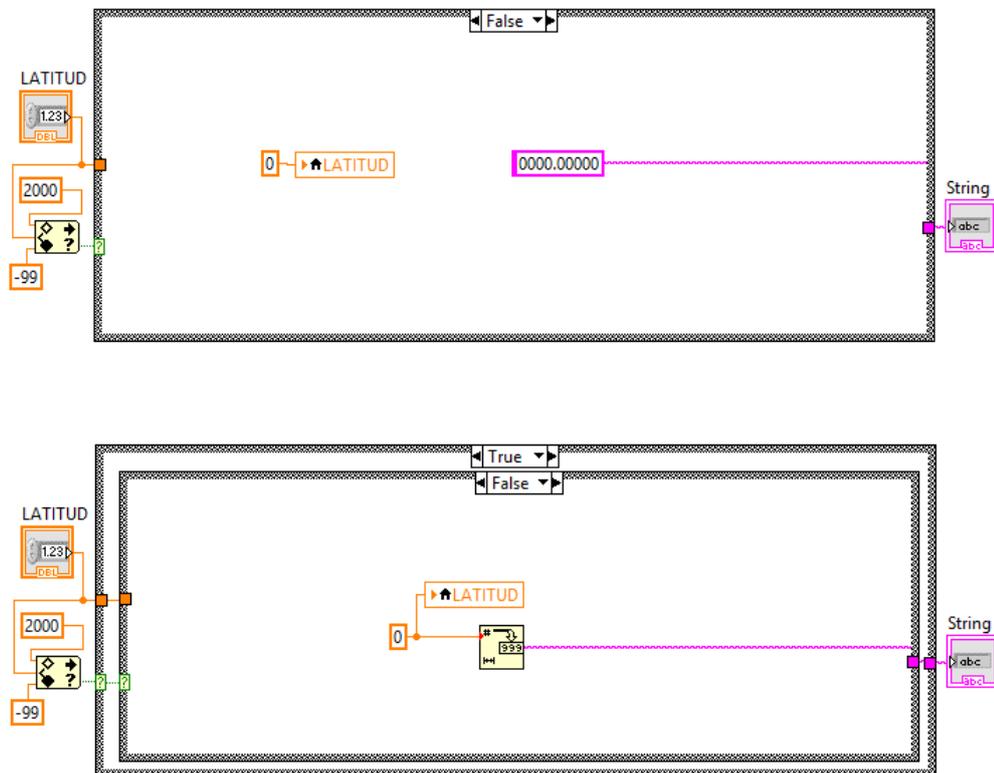


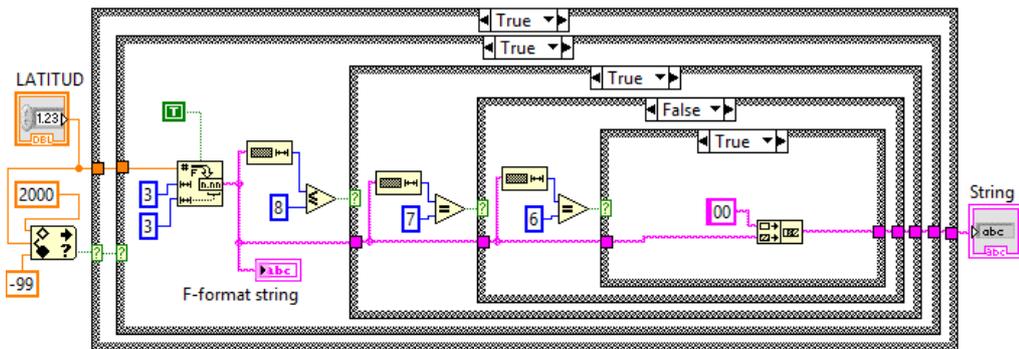
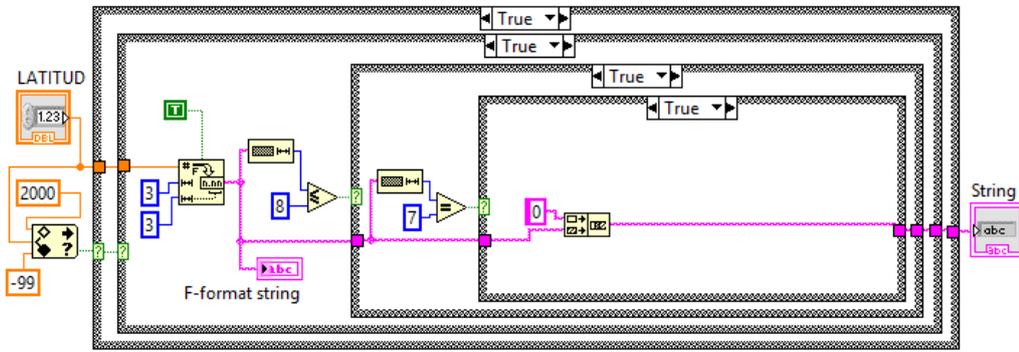
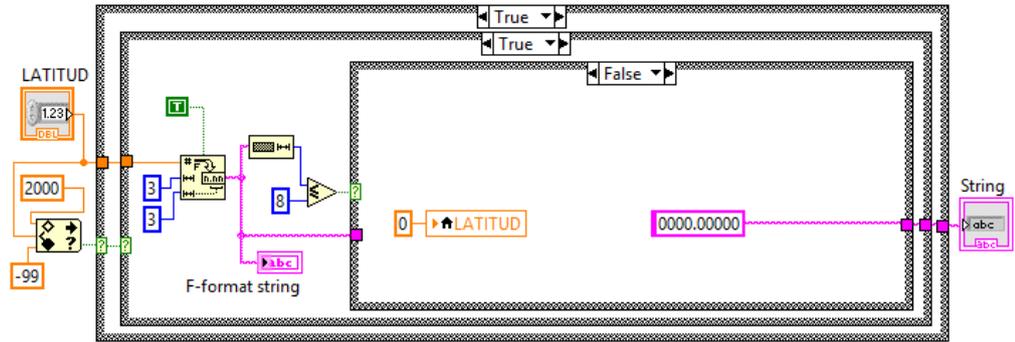
VALIDACIÓN DEL CAMPO LATITUD

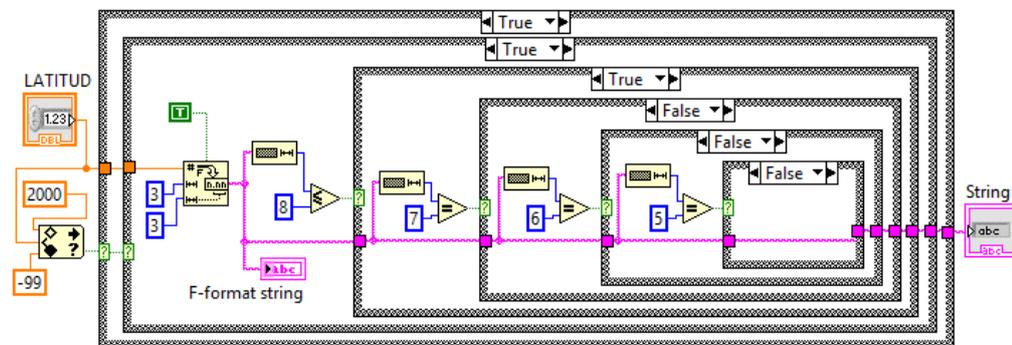
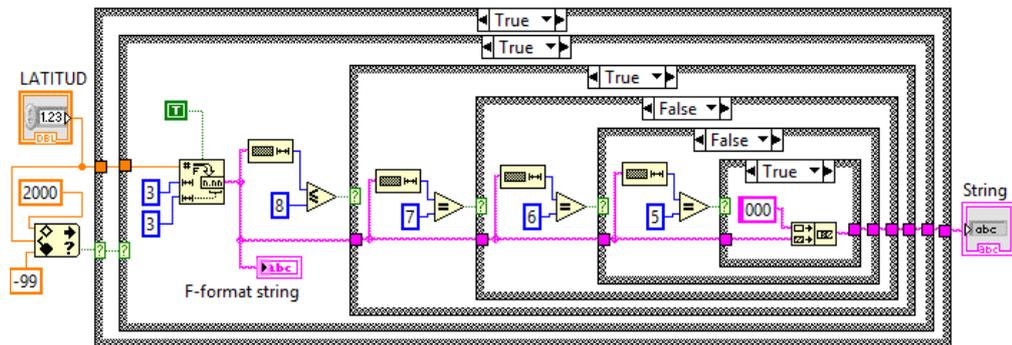


Mediante estructuras de caso se inicia realizando una validación de los datos a ingresar, posteriormente se realiza una comparación con el tamaño de la cadena

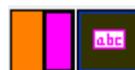
ingresada. Con la finalidad de obtener un tamaño similar al de la cadena de datos que se obtuvo de forma práctica se realiza comparaciones con la longitud de cadena. Si el dato ingresado no cumple con el tamaño del formato de la trama se realiza un aumento de ceros a la izquierda de su posición, en caso de que el dato ingresado no cumpla con el rango establecido automáticamente se encerrara el campo ingresado, caso contrario se envía el dato sin ejecutarle ningún cambio. A continuación se exhiben las figuras con todos los casos posibles de lo descrito.



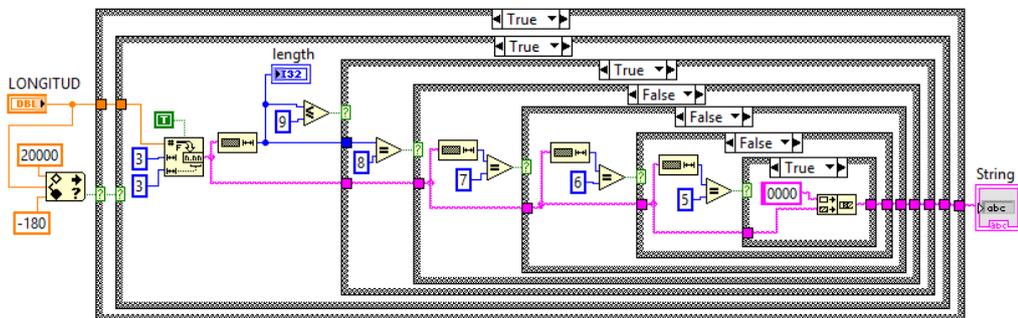
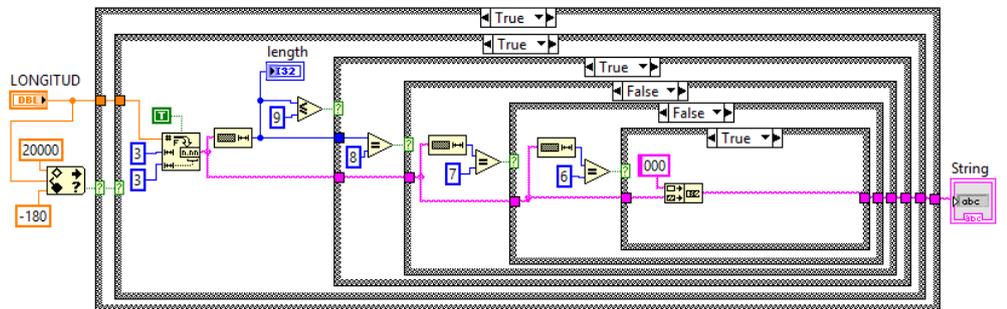
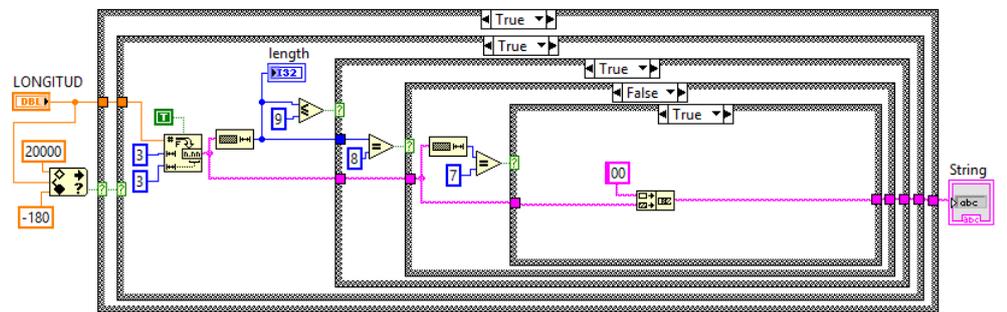
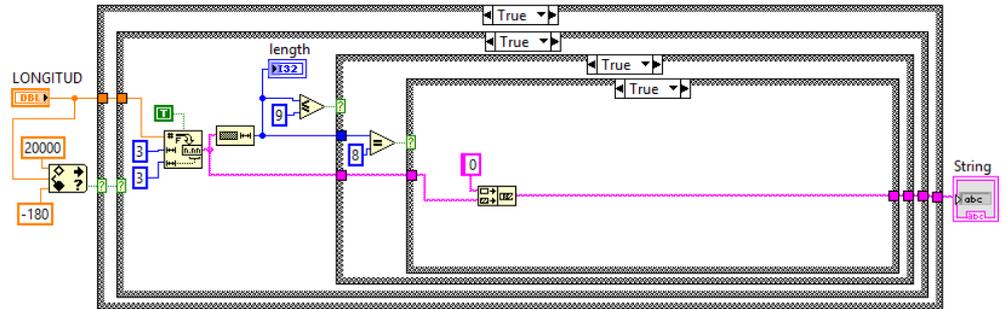


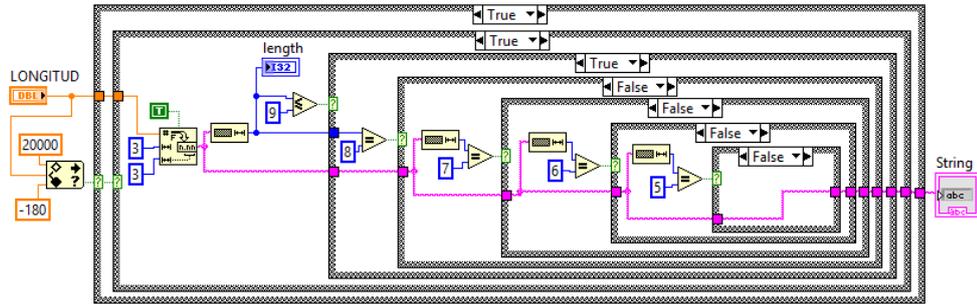


VALIDACIÓN DEL CAMPO LONGITUD



Las validaciones de longitud se realizan de igual forma que de latitud, en este caso la única variación que se observa es el tamaño de la cadena, debido a que es un poco más larga. Para poder visualizar las diferencias se presentan todos los casos posibles en las siguientes imágenes.





BIBLIOGRAFÍA

- [1] Armada del Ecuador, «Misión y Visión de la Armada del Ecuador,» [En línea]. Available: <http://www.armada.mil.ec/armada/mision-y-vision/>. [Último acceso: octubre 2014].
- [2] GmbH, MessCom, «Anemómetro - QUATRO-IND Betriebsanleitung (16420IND_b-d),» [En línea]. Available: [http://www.messcom.de/MESSCOM/MDO/pdfs/001_Wind/QUATRO-IND%20Betriebsanleitung%20\(16420IND_b-d\).pdf](http://www.messcom.de/MESSCOM/MDO/pdfs/001_Wind/QUATRO-IND%20Betriebsanleitung%20(16420IND_b-d).pdf). [Último acceso: 11 2014].
- [3] M. Koolhaas, «Principios del GPS,» [En línea]. Available: http://www.fagro.edu.uy/~topografia/docs/Elem_GPS.pdf. [Último acceso: 07 03 2015].
- [4] FURUNO ELECTRIC CO., LTD., «MANUAL DEL CHARPLOTTER FURUNO GP - 1850 WF,» [En línea]. Available:

- https://www.furunousa.com/ProductDocuments/GP1850WF_WDF%20Operator's%20Manual%20B%20%208-28-02.pdf. [Último acceso: Noviembre 2014].
- [5] Tradett, «GP1850WF 7GPS/WAAS,» [En línea]. Available: <http://www.tradett.com/products/u82296p732494/gp1850wf-7gps-waas.html>. [Último acceso: Marzo 2015].
- [6] Sperry Marine, «NAVIKNOT Multisensor Speed Log Series,» [En línea]. Available: <http://www.srhmar.com/brochures/sl/SPERRY%20NAVIKNOT%20Multisensor%20Speed%20Log%20Series.pdf>. [Último acceso: DICIEMBRE 2014].
- [7] C. PLATH, OPERATOR, TECHNICAL, INSTALLATION AND SERVICE MANUAL NAVIKNOT III, Hamburgo: C. PLATH., 1996.
- [8] NMEA , «NMEA - NATIONAL MARINE ELECTRONICS ASSOCIATION,» [En línea]. Available: http://www.nmea.org/content/nmea_standards/nmea_0183_v_410.asp. [Último acceso: Diciembre 2014].
- [9] European Headquarters, «RS-422 AND RS-485 APPLICATIONS EBOOK,» Octubre 2010. [En línea]. Available: <http://www.bb-elec.com/Learning-Center/All-White-Papers/Serial/RS-422-and-RS-485-Applications-eBook/RS-422-RS-485-eBook-graphics-embedded.pdf>. [Último acceso: 26 Noviembre 2014].
- [10] Admin, «Qué es la diferencia entre RS422 & RS485 y RS232,» [En línea]. Available:

<http://www.ktnc.co.kr/spanish/viewtopic.php?popup=yes&today=no&printable=yes&t=403&postdays=0&postorder=desc&start=0>. [Último acceso: Noviembre 2014].

- [11] DNC-max, CIMCO, «Estándares de comunicación serie,» [En línea]. Available: http://www.cimco.com/docs/cimco_dnc-max/v7/es/#SerialComStandards. [Último acceso: Diciembre 2014].
- [12] O. E. S. B. Navas John, «Tesis de grado, Diseño de un sistema de edición digital utilizando multimedia sobre IP para un canal de televisión,» [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3295/1/5814.pdf>. [Último acceso: Diciembre 2014].
- [13] National Instruments, «NI PXIe-1082,» [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/207346>. [Último acceso: Octubre 2014].
- [14] National Instruments, «NI PXIe-8102,» [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/207526>. [Último acceso: Octubre 2014].
- [15] National Instruments, «NI PXI-8431/8 (RS485/RS422),» [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/202451>. [Último acceso: Octubre 2014].
- [16] National Instruments, «NI PCIe-8431/8 (RS485/422),» [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/207741>. [Último acceso: Marzo 2015].

- [17] National Instruments, «NI PXIe-8234,» [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/205150>. [Último acceso: Octubre 2014].
- [18] National Instruments, «Controlador de Estado Sólido SATA de 80 GB,» [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/210428>. [Último acceso: Octubre 2014].
- [19] National Instruments, «Cables Seriales/Paralelos para GPIB (IEEE 488),» [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/1282>. [Último acceso: Octubre 2014].