

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA

OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:

**“IMPLEMENTACIÓN DE DOS BANCOS DIDÁCTICOS DE
PRUEBAS PARA PROCESOS INDUSTRIALES PID CON
TARJETA MYRIO”**

AUTORES:

Juan Carlos Galeas Hernández

Josué Segundo Rodas Miranda

TUTOR:

Ing. VÍCTOR DAVID LARCO TORRES MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

SEPTIEMBRE-2020

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Nosotros, Juan Carlos Galeas Hernández y Josué Segundo Rodas Miranda autorizamos a la **Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, se declara que los conceptos y análisis desarrollados y conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.



Juan Carlos Galeas Hernández
Cédula: 0919421024



Josué Segundo Rodas Miranda
Cédula: 0930880067

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, **Juan Carlos Galeas Hernández** , con documento de identificación N° 0919421024 y **Josué Segundo Rodas Miranda** , con documento de identificación N° 0930880067 ,manifestamos nuestra voluntad y ceder a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE DOS BANCOS DIDÁCTICOS DE PRUEBAS PARA PROCESOS INDUSTRIALES PID CON TARJETA MYRIO”** mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscrito este documento en el momento que se realiza la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la BiblloTeca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Juan Carlos Galeas Hernández
Cédula: 0919421024



Josué Segundo Rodas Miranda
Cédula: 0930880067

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación “**IMPLEMENTACIÓN DE DOS BANCOS DIDÁCTICOS DE PRUEBAS PARA PROCESOS INDUSTRIALES PID CON TARJETA MYRIO**” con resolución de aprobación de Consejo de Carrera N.º 1061-020-2019-09-27 realizado por los estudiantes **Juan Carlos Galeas Hernández** , con documento de identificación N° 0919421024 y **Josué Segundo Rodas Miranda** , con documento de identificación N°0930880067, obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y demás requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Guayaquil, Fecha

A handwritten signature in blue ink that reads "David Larco". The signature is fluid and cursive, with the first letter 'D' being particularly large and stylized.

Ing. Víctor David Larco Torres, MSc

Docente

C.I. 0923270136

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mis padres a su esfuerzo y dedicación ya que ellos son mis pilares fundamentales en mi vida, estando ellos ahí cuando más los necesitaba, inculcándonos a sus valores y virtudes.

Mi querida madre una gran mujer con grandes virtudes, que siempre estuvo ahí apoyándome y dándome el empujón que necesitaba para seguir adelante en mi Carrera como profesional, ella quien con su tiempo y esmero a diario nos guio a sus hijos por el mejor camino posible siempre inculcándonos ser mejores, ella mi gran amiga, mi apoyo incondicional.

Mi padre mi héroe y mi ejemplo a seguir, un gran hombre con sabiduría y virtudes que siempre está ahí para brindarme su ayuda y enseñanzas, y darnos a sus hijos su dedicación, esfuerzo y tiempo y siempre guiarnos a seguir adelante.



Juan Carlos Galeas Hernández

DEDICATORIA

Mi segunda madre, la persona que estuvo cuando mi madre no estaba presente, era ella la que tomaba el papel desde muy niño, fue la persona a la que llegué a admirar en mi vida y actualmente el ejemplo que tomé, la persona que me enseñó lo duro que puede ser la vida desde muy pequeño y a pesar de eso salir adelante, una persona fuerte, valiente, luchadora, luchó no solo por el bien de los suyos, sino por el de todos, por sus enseñanzas, por sus mensajes de aliento y su excelente manera de instruirme para afrontar las verdades de esta vida, la persona que me enseñó que de un pan no solo puede comer uno, fue la persona a la que le prometí que llegaría a esta etapa y que seguiría más arriba aún, hubieron muchas cosas que quise dedicarle pero por etapas de la vida ya no se encuentra presente de forma física pero si espiritual, éste proyecto de tesis fue algo que me prometí que sería para ella, le dedico este gran logro y lo entrego a nombre de ella María Rosario Lucero Inga, mi abuelita.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rodas Miranda', with a long horizontal stroke extending to the right.

Josué Segundo Rodas Miranda

AGRADECIMIENTO

En la vida nos proponemos metas que la cual mediante el transcurso del tiempo vamos alcanzando, y la dicha más grande es compartirlo con las personas que amamos, con las personas con las cuáles han estado desde inicios alentándonos, motivándonos y dándonos una mano de una u otra forma para llegar a nuestro objetivo.

Primeramente, agradeciendo a Dios por la vida y por acompañarme cada día y brindarme la fuerza y la dicha para alcanzar una de tantas metas, gracias el por darme a los mejores padres, por lo cual siempre estaré eternamente agradecido a mis padres, Edgar Gustavo Galeas y Jessica Elizabeth Hernández, los cuales son mi ejemplo a seguir cada día como persona y profesional, por ser mis pilares fundamentales en mi vida y siempre guiarme, apoyándome con su esfuerzo y dedicación dándome su tiempo y consejos, enseñándome valores y virtudes en mi vida, dándome toda la motivación necesaria para llegar a culminar mi Carrera y ser un profesional. Agradezco a mi hermana, Valeria Elizabeth Galeas por estar ahí siempre y la ayuda que me brindaba esperando ser para ella un ejemplo de superación, también agradezco a familiares: tíos, tías, abuelitas, por el apoyo, consejos de superación y verme con orgullo de seguir adelante. Y por último también importante agradezco a una persona muy especial que con el transcurso del tiempo se volvió muy importante, mi compañera, mi mejor amiga, mi enamorada Viviana Elizabeth Guarco, quien estuvo apoyándome, motivándome y siempre estando cuando la necesitaba en el trayecto de mi Carrera.



Juan Carlos Galeas Hernández

AGRADECIMIENTO

En la vida nos proponemos metas que las vamos alcanzando con el transcurso del tiempo y esto es hermoso, pero lo más hermoso es compartirlo con las personas que amamos, con las personas con las cuáles han estado desde nuestros inicios alentándonos y dándonos una mano de una u otra forma para llegar a nuestro objetivo.

agradecido primeramente con Dios por permitirme llegar hasta aquí después de tantas adversidades y que gracias a él he llegado hasta el final, también quiero agradecer a mis padres y a mis abuelitos por el apoyo incondicional en cada momento, no solo de mi Carrera como profesional sino de mi vida, gracias a mi madre por estar ahí en cada desvelo sentada alado mío solo por hacerme compañía para no quedarme solo y omitiendo cualquier error o decisión al darme su amor de madre invaluable e incomparable en cada momento, gracias a mi padre por el arduo esfuerzo, trabajo y anhelo de verme como un profesional, a mi hermano por ser a la persona para cual seré ejemplo de superación, a mis abuelitos, que siempre con un abrazo quitan el peso de encima haciendo que todo se vuelva más fácil siendo el aliento necesario para seguir adelante y como resultado vean a su nieto y se sientan orgulloso de lo que llegó a ser. A mis familiares, que indirectamente me han dado la fuerza para levantarme después de haber tropezado y demostrarles que si se puede.

Por último y también muy importante, a la persona que siempre estuvo desde los inicios de mi Carrera, la persona que me dio su apoyo incondicional en momentos que ya lo veía todo perdido, la persona que me daba su aliento y su mano para levantarme, y que con el transcurso del tiempo se volvió necesario para mi vida, la cual me ha enseñado que no todo es fácil, pero que si lo quieres, lo puedes, enseñándome que en el último segundo todo es posible, siempre viendo el lado bueno de las cosas, gracias por ser un pilar fundamental y por estar siempre ahí Jhon Jairo Amón Cabrera.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rodas', with a long horizontal stroke extending to the right.

Josué Segundo Rodas Miranda

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO TÉCNICO	TEMA DE PROYECTO TÉCNICO
2020	Juan Carlos Galeas Hernández Josué Segundo Rodas Miranda	Víctor David Larco Torres	IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DIDÁCTICO DE PRUEBAS PARA PROCESOS INDUSTRIALES PID CON TARJETA MYRIO

El presente proyecto técnico tiene como objetivo la implementación de un módulo didáctico para prácticas de laboratorios orientadas a procesos industriales PID con tarjeta de adquisición de datos NI myRio perteneciente a la familia National instruments mediante el cual se podrá desarrollar destrezas en los estudiantes en la implementación de tecnologías orientadas a la unión entre la Industria 4.0 y los procesos convencionales PID en una entrenadora de control.

El objetivo principal es elaborar rutinas prácticas mediante las cuales se desarrolle el conocimiento teórico experimental en materias de ingeniería tales como Teoría de Control mediante la instrumentación virtual con el software LabView, llegando a conclusiones que mejoren su criterio como profesional.

La idea principal es que, mediante prácticas inalámbricas se familiaricen con la Industrial 4.0 o IoT realizando procesos continuos para el control de temperatura, control de ángulo de motores y velocidades de motor.

Palabras claves: myRio, IoT, PID, LabView, sistemas de control, controladores.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	DIRECTOR OF TECHNICAL PROJECT	TECHNICAL PROJECT THEME
2020	Juan Carlos Galeas Hernández Josué Segundo Rodas Miranda	Víctor David Larco Torres	IMPLEMENTATION OF DIDACTIC TEST BANK FOR INDUSTRIAL PROCESSES PID WITH MYRIO CARD

This technical project aims to implement a teaching module for laboratory practices oriented to industrial processes PID with data acquisition card or myRio belonging to the National instruments family through which skills can be developed.

The main objective is to develop routine practices through which experimental theoretic knowledge is developed, engineering matters such as control theory through virtual instrumentation with LabView software,

The main idea is that, through wireless practices they become familiar with the Industry 4.0 or IoT to carry out continuous processes for temperature control, motor angle control and motor speeds.

Keywords: myRio, IoT, PID, LabView, control systems.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE GENERAL.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXII
INTRODUCCIÓN	1
1. EL PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Importancia y Alcances.....	2
1.3. Delimitación	2
1.3.1. Temporal	2
1.3.2. Espacial.....	3
1.3.3. Académica	3
1.4. Innovación.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. Objetivo general	3
1.5.2. Objetivos específicos	3
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	4
2.1. Controlador PID.....	4
2.2. Constante Proporcional (P).....	4
2.3. Constante Integral (I).....	5
2.4. Constante Derivativa (D).....	5
2.5. Retroalimentación en un sistema de control.....	5
2.6. Sistemas de lazo abierto.....	6
2.7. Sistemas de lazo cerrado	6
2.8. Sensor LM35	6
2.9. Modulación mediante ancho de pulso	7

2.10. Software de instrumentación y control LabView	7
2.11. myRio 1900.....	8
2.12. Encoder	8
2.13. Encoder Incrementales	9
2.14. Encoder Absoluto.....	10
2.15. Motores de corriente continua sin escobillas.....	10
2.16. Motores de paso a paso	11
2.17. Secuencia de control para motores de paso a paso	11
2.18. Entrenador de Procesos de Control.....	12
2.19. Ubidots.....	12
3. MARCO METODOLÓGICO	13
3.1. Diseño del módulo	13
3.1.1. Diseño de la maleta didáctica	13
3.1.2. Estructura de maleta didáctica	14
3.2. Conexiones internas del módulo	16
3.2.1. Conexiones de las entradas analógicas al myRio.....	16
3.2.2. Conexiones de las salidas analógicas al myRio.....	17
3.2.3. Conexiones de las entradas y salidas digitales al myRio.....	18
3.2.4. Conexiones del entrenador de procesos al motor de pasos.....	19
3.2.5. Conexiones del entrenador de procesos Motor DC	20
3.2.6. Conexiones del entrenador de proceso Temperatura	21
3.3. Diagramas y esquemáticos del entrenador de procesos	22
3.3.1. Diagramas de control del EPC temperatura.....	22
3.3.2. Diagramas de control del EPC motor paso a paso	22
3.3.3. Esquemático de EPC temperatura.....	23
3.3.4. Esquemático de EPC Encoder	23
3.3.5. Esquemático de EPC motor DC.....	24
3.3.6. Esquemático de EPC motor paso a paso	24
3.4. Panel frontal (SCADAs) y algoritmos del bloque de diagrama	25
3.4.1. Acondicionamiento de datos digitales para control on /off en la entrenadora de procesos.....	25
3.4.2. Acondicionamiento de señales analógicas para control en la entrenadora de procesos	26
3.4.3. Control continuo PID de temperatura	27
3.4.4. Control continuo PID de temperatura con windup.....	28
3.4.5. Control continuo PID para ángulo de motor	30
3.4.6. Control continuo PID para ángulo de motor con windup	31
3.4.7. Control continuo PID para velocidad de motor	32

3.4.8. Control continuo PID para velocidad de motor con windup	33
3.4.9. SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante WiFi.....	34
3.4.10. SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante navegador en dispositivo móvil.	37
4. MANUAL DE PRÁCTICAS	38
Práctica 1: Acondicionamiento de datos digitales para control on /off en la entrenadora de procesos.	38
Práctica 2: Acondicionamiento de señales analógicas para control en la entrenadora de procesos.....	46
Práctica 3: Control continuo PID de temperatura.....	57
Práctica 4: Control continuo PID de temperatura mediante windup comparación entre sistema sin windup y con windup.	73
Práctica 5: Control continuo PID para ángulo de motor.....	90
Práctica 6: Control continuo PID para ángulo de motor con windup comparación entre sistema sin windup y con windup	108
Práctica 7: Control continuo PID para velocidad de motor	128
Práctica 8: Control continuo PID para velocidad de motor con windup comparación entre sistema sin windup y con windup	140
Práctica 9: SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante WiFi.	153
Práctica 10: SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante navegador en dispositivo móvil.	186
RESULTADOS	231
CONCLUSIONES.....	232
RECOMENDACIONES	233
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	234
ANEXOS.....	237
Anexo 1 Configuración de red inalámbrica en NI myRio	237
Anexo 2 Envío de valores a Ubidots	238

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Controlador PID. (Manuel Baltieri, 2018).....	4
Figura 2: Constante Proporcional. (Manuel Baltieri, 2018).....	4
Figura 3: Constante Integral (Manuel Baltieri, 2018).....	5
Figura 4: Constante derivativa (Manuel Baltieri, 2018).....	5
Figura 5: Retroalimentación (Valenzuela Cobos Alexandra, 2019).....	5
Figura 6: Sistema en lazo abierto (Carpio, 2018)	6
Figura 7: Sistema en lazo cerrado (Carpio, 2018)	6
Figura 8: Sensor LM35 (LIBRE, 2018)	7
Figura 9: LabView (Labview, 2018).....	7
Figura 10: NI myRio (Instrument, 2018).....	8
Figura 11: Encoder incremental (Guemisa, 2018).....	9
Figura 12: Encoder Absoluto (Abm-industrial, 2017).	10
Figura 13: Motor DC (Carpio, 2018).....	10
Figura 14: Motor de paso (Mecafenix, 2017),.....	11
Figura 15: Diseño de la maleta didáctica	13
Figura 16: Caja de la maleta	14
Figura 17: Maleta didáctica de NI myRio y EPC	15
Figura 18: Conexiones de la myRio con la tableta para entrada análoga	16
Figura 19: Conexiones de la myRio con la tableta para salidas análoga.....	17
Figura 20: Conexiones de la myRio con la tableta E/S Digitales.	18
Figura 21: Conexiones del EPC con la tableta Motor paso a paso.....	19
Figura 22: Conexiones del EPC con la tableta Motor DC.....	20
Figura 23: Conexiones del EPC temperatura.	21
Figura 24: Diagrama de control de Temperatura	22
Figura 25: Diagrama de control de motor paso a paso.....	22
Figura 26: Diagrama esquemático de Temperatura	23
Figura 27: Diagrama esquemático de EPC encoder	23
Figura 28: Diagrama esquemático de EPC motor DC.....	24
Figura 29: Diagrama esquemático del EPC motor paso a paso.....	24
Figura 30: Panel de control del acondicionamiento de datos digitales en la entrenadora de procesos	25
Figura 31: Panel de control del acondicionamiento de señales analógicas en la entrenadora de procesos	26
Figura 32: Panel frontal del control de Temperatura y algoritmo de control en lazo cerrado.....	27
Figura 33: Panel frontal del control de Temperatura y algoritmo de control en lazo cerrado con windup.....	29
Figura 34: Panel frontal del control de posición de motor y algoritmo de control en lazo cerrado.....	30
Figura 35: Panel frontal del control de posición de motor y algoritmo de control en lazo cerrado con windup	31
Figura 36: Panel frontal del control de velocidad de motor y algoritmo de control en lazo cerrado.....	32
Figura 37: Panel frontal del control de velocidad de motor y algoritmo de control en lazo cerrado.....	33
Figura 38: Panel frontal del SCADA para selección de visualización de control	34
Figura 39: Panel frontal del SCADA de control de temperatura	35
Figura 40: Panel frontal del SCADA pe posición de motor.....	35
Figura 41: Panel frontal del SCADA de velocidad de motor.....	36

Figura 42. Algoritmos de control en el SCADA.	36
Figura 43. Diagrama de envío de datos a plataforma	37
Figura 44. Ventana de LabView para myRio Práctica 1	38
Figura 45. Ventana de LabView para myRio Práctica 1 \	39
Figura 46. Ventana de LabView para myRio Práctica 1	39
Figura 47. Ventana de LabView para myRio Práctica 1	40
Figura 48. Ventana de navegador proyecto Práctica 1	40
Figura 49. Conexión de myRio en práctica 1	40
Figura 50. Bloque de diagrama y panel frontal de práctica 1	41
Figura 51. VI principal en práctica 1	41
Figura 52. Diagrama de control práctica 1	42
Figura 53. Ingreso de pin digital en práctica 1	42
Figura 54. Configuración de pin digital en práctica 1	43
Figura 55. Esquema de conexión parte 1 de práctica 1	43
Figura 56. Diagrama de control ingreso de pin digital práctica 1	44
Figura 57. Creación de control para pin digital práctica 1	44
Figura 58. Carga de programa práctica 1	44
Figura 59. LabView myRio para myRio práctica 2	46
Figura 60. Menú de creación myRio práctica 2	47
Figura 61. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 2	47
Figura 62. Ventana de LabView para myRio	48
Figura 63. Ventana de navegador proyecto Práctica 2	48
Figura 64. Conexión de myRio en práctica 2	48
Figura 65. Bloque de diagrama y panel frontal de práctica 2	49
Figura 66. VI principal en práctica 2	49
Figura 67. Diagrama de control	50
Figura 68. Ingreso de pin análogo como entrada en práctica 2	50
Figura 69. Configuración de pin análogo de entrada en práctica 2	51
Figura 70. conexión entre EPC y myRio práctica 2	51
Figura 71. Bloque de diagrama conexión con entrada analógica práctica 2	52
Figura 72. Bloque de diagrama acondicionamiento analógico práctica 2	52
Figura 73. Panel frontal con indicadores práctica 2	53
Figura 74. Agregar salida analógica práctica 2	53
Figura 75. Configuración salida analógica práctica 2	54
Figura 76. Conexión entre myRio y EPC práctica 2	54
Figura 77. Diagrama de control	55
Figura 78. Diagrama de control	55
Figura 79. Ventana de LabView para myRio práctica 3	57
Figura 80. Menú de creación myRio práctica 3	58
Figura 81. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 3	58
Figura 82. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 3	58
Figura 83. Ventana de administrador de proyecto práctica 3	59
Figura 84. Ventana de conexión con NI myRio práctica 3	59
Figura 85. Bloque y panel de LabView en práctica 3	60
Figura 86. Main principal práctica 3	60
Figura 87. Diagrama de control práctica 3	61
Figura 88. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 3	61
Figura 89. Configuración de salida PWM práctica 3	62
Figura 90. Conexiones salidas PWM de práctica 3	62
Figura 91. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 3	63
Figura 92. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 3	63
Figura 93. Configuración de la entrada analógica práctica 3	64

Figura 94. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 3.....	64
Figura 95. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 3.....	65
Figura 96. Agregar el bloque PID práctica 3.....	66
Figura 97. Bloque de agregar PID práctica 3.....	66
Figura 98. Agregar el bloque de control perturbación práctica 3.....	67
Figura 99. Configuración de pin del ventilador práctica 3.....	68
Figura 100. Conexión de pin del ventilador en práctica 3.....	68
Figura 101. Conexiones en el bloque de diagrama del ventilador práctica 3.....	69
Figura 102. Creación de visualizador grafico práctica 3.....	69
Figura 103. Muestreo de valores práctica 3.....	70
Figura 104. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 3.....	70
Figura 105. Dibujo de paso unitario práctica 3.....	71
Figura 106. Diagrama de control	71
Figura 107. Ventana de LabView para myRio práctica 4.....	73
Figura 108. Menú de creación myRio práctica 4.....	74
Figura 109. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 4.....	74
Figura 110. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 4.....	74
Figura 111. Ventana de administrador de proyecto práctica 4.....	75
Figura 112. Ventana de conexión con NI myRio práctica 4.....	75
Figura 113. Bloque y panel de LabView en práctica 4.....	76
Figura 114. Main principal práctica 4.....	76
Figura 115. Diagrama de control práctica 4.....	76
Figura 116. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 4.....	77
Figura 117. Configuración de salida PWM práctica 4.....	77
Figura 118. Conexiones salidas PWM de práctica 4.....	78
Figura 119. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 4.....	78
Figura 120. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 4.....	79
Figura 121. Configuración de la entrada analógica práctica 4.....	79
Figura 122. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 4.....	80
Figura 123. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 4.....	80
Figura 124. Agregar el bloque PID práctica 4.....	81
Figura 125. Bloque de agregar PID práctica 4.....	82
Figura 126. Agregar el bloque de control perturbación práctica 4.....	82
Figura 127. Configuración de pin del ventilador práctica 4.....	83
Figura 128. Conexión de pin del ventilador en práctica 4.....	83
Figura 129. Conexiones en el bloque diagrama del ventilador práctica 4.....	84
Figura 130. Creación de visualizador grafico práctica 4.....	84
Figura 131. Muestreo de valores práctica 4.....	85
Figura 132. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 4.....	85
Figura 133. Dibujo de paso unitario práctica 4.....	86
Figura 134. Main Principal ejecución práctica 4.....	86
Figura 135. PID sin windup práctica 4.....	87
Figura 136. PID sin windup práctica 4.....	87
Figura 137. Diagrama de control	87
Figura 138. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 4.....	88
Figura 139. Windup práctica 4.....	88
Figura 140. Ventana de LabView para myRio práctica 5.....	90
Figura 141. Menú de creación myRio práctica 5.....	91
Figura 142. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 5.....	91
Figura 143. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 5.....	91
Figura 144. Ventana de administrador de proyecto práctica 5.....	92
Figura 145. Ventana de conexión con NI myRio práctica 5.....	92

Figura 146. Bloque y panel de LabView en práctica 5	93
Figura 147. Main principal práctica 5	93
Figura 148. Diagrama de control práctica 5	94
Figura 149. Agregar salidas digitales práctica 5	94
Figura 150. Configuración de salidas digitales práctica 5.....	95
Figura 151. Conexiones salida digitales de práctica 5	95
Figura 152. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 5.....	96
Figura 153. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 5	96
Figura 154. Configuración del Encoder práctica 5	97
Figura 155. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 5.....	97
Figura 156. Creación de salida digital para dirección práctica 5	98
Figura 157. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 5	99
Figura 158. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 5.....	100
Figura 159. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 5	100
Figura 160. Set de bandera para control de giro práctica 5	101
Figura 161. Arreglo de variables booleana para control de motor de paso práctica 5	102
Figura 162. Conexión del bloque de diagrama del arreglo booleano práctica 5....	103
Figura 163. Conexiones para el control de secuencia práctica 5	103
Figura 164. Panel frontal práctica 5.....	104
Figura 165. Creación de visualizador grafico práctica 5	104
Figura 166. Muestreo de valores práctica 5.....	105
Figura 167. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 5.....	105
Figura 168. Dibujo de paso unitario práctica 5	106
Figura 169. Ejecución de vi sintonizada práctica 5.....	106
Figura 170. Ventana de LabView para myRio práctica 6.....	108
Figura 171. Menú de creación myRio práctica 6.....	109
Figura 172. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 6.....	109
Figura 173. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 6.....	109
Figura 174. Ventana de administrador de proyecto práctica 6	110
Figura 175. Ventana de conexión con NI myRio práctica 6	110
Figura 176. Bloque y panel de LabView en práctica 6	111
Figura 177. Main principal práctica 6	111
Figura 178. Diagrama de control práctica 6	112
Figura 179. Agregar salidas digitales práctica 6	112
Figura 180. Configuración de salidas digitales práctica 6.....	113
Figura 181. Conexiones salida digitales de práctica 6	113
Figura 182. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 6.....	114
Figura 183. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 6	115
Figura 184. Configuración del Encoder práctica 6	115
Figura 185. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 6.....	116
Figura 186. Creación de salida digital para dirección práctica 6	116
Figura 187. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 6	117
Figura 188. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 6.....	118
Figura 189. Bloque de diagrama agregando bloque PID sin windup en práctica 6.....	118
Figura 190. Set de bandera para control de giro sin windup práctica 6	119
Figura 191. Arreglo de variables booleana para control de motor de paso sin windup práctica 6	120
Figura 192. Conexión del bloque de diagrama del arreglo booleano sin windup práctica 6	121

Figura 193.	Conexiones para el control de secuencia sin windup práctica 6	121
Figura 194.	Panel frontal sin windup práctica 6.....	122
Figura 195.	Creación de visualizador grafico sin windup práctica 6	123
Figura 196.	Grafica para cálculo de valor sin windup 6	123
Figura 197.	Tabla de ziegler nichols 1er. Método sin windup práctica 6.....	124
Figura 198.	Dibujo de paso unitario sin windup práctica 6	124
Figura 199.	Ejecución de vi sintonizado sin windup práctica 6.....	125
Figura 200.	Agregar windup práctica 6.....	125
Figura 201.	Dibujo de paso unitario con windup práctica 6.....	126
Figura 202.	Ejecución de vi sintonizado con windup práctica 6.....	126
Figura 203.	Ventana de LabView para myRio práctica 7.....	128
Figura 204.	Menú de creación myRio práctica 7	129
Figura 205.	Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 7.....	129
Figura 206.	Ventana de LabView para myRio conexión práctica 7.....	129
Figura 207.	Ventana de administrador de proyecto práctica 7	130
Figura 208.	Ventana de conexión con NI myRio práctica 7	131
Figura 209.	Bloque y panel de LabView en práctica 7	131
Figura 210.	Main principal práctica 7	132
Figura 211.	Diagrama de control práctica 7	132
Figura 212.	Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 7	133
Figura 213.	Configuración del Encoder práctica 7	133
Figura 214.	Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 7.....	134
Figura 215.	Acondicionamiento de señal del Encoder práctica 7.....	135
Figura 216.	Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 7	135
Figura 217.	Panel frontal práctica 7.....	136
Figura 218.	Creación de visualizador grafico práctica 7	137
Figura 219.	Muestreo de valores práctica 7	137
Figura 220.	Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 7.....	138
Figura 221.	Dibujo de paso unitario práctica 7	138
Figura 222.	Elución con PID sintonizado práctica 7	139
Figura 223.	Ventana de LabView para myRio práctica 8.....	140
Figura 224.	Menú de creación myRio práctica 8.....	141
Figura 225.	Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 8.....	141
Figura 226.	Ventana de LabView para myRio conexión práctica 8.....	141
Figura 227.	Ventana de administrador de proyecto práctica 8	142
Figura 228.	Ventana de conexión con NI myRio práctica 8	142
Figura 229.	Bloque y panel de LabView en práctica 8	143
Figura 230.	Main principal práctica 8	143
Figura 231.	Diagrama de control práctica 8	144
Figura 232.	Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 8	144
Figura 233.	Configuración del Encoder práctica 8.....	145
Figura 234.	Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 8.....	145
Figura 235.	Acondicionamiento de señal del Encoder práctica 8.....	146
Figura 236.	Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 8	147
Figura 237.	Panel frontal práctica 8.....	147
Figura 238.	Creación de visualizador grafico práctica 8	148
Figura 239.	Muestreo de valores práctica 8.....	148
Figura 240.	Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 8.....	149
Figura 241.	Dibujo de paso unitario práctica 8	149
Figura 242.	Simulación con PID sintonizado práctica 8.....	150
Figura 243.	Agregar windup práctica 8.....	150
Figura 244.	Dibujo de paso unitario con windup práctica 8.....	151

Figura 245. Ejecución de vi sintonizado con windup práctica 8.	151
Figura 246. Ventana de LabView para myRio práctica 9.....	153
Figura 247. Menú de creación mio práctica 9.....	154
Figura 248. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 9.....	154
Figura 249. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 9.....	154
Figura 250. Ventana de administrador de proyecto práctica 9	155
Figura 251. Ventana de conexión con NI myRio práctica 9	155
Figura 252. Bloque y panel de LabView en práctica 9.....	156
Figura 253. Main principal práctica 9	156
Figura 254. Diagrama de control práctica 9	156
Figura 255. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 9	157
Figura 256. Configuración de salida PWM práctica 9	157
Figura 257. Conexiones salidas PWM de práctica 9.....	158
Figura 258. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 9.....	159
Figura 259. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 9.....	159
Figura 260. Configuración de la entrada analógica práctica 9.....	160
Figura 261. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 9.....	160
Figura 262. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 9	161
Figura 263. Agregar el bloque PID práctica 9.....	161
Figura 264. Bloque de agregar PID práctica 9	162
Figura 265. Agregar el bloque de control perturbación práctica 9.....	163
Figura 266. Configuración de pin del ventilador práctica 9.....	163
Figura 267. Conexión de pin del ventilador en práctica 9.....	164
Figura 268. Conexiones en bloque de diagrama del ventilador práctica 9	164
Figura 269. Creación de visualizador grafico práctica 9	165
Figura 270. Muestreo de valores práctica 9.....	165
Figura 271. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 9.....	166
Figura 272. Dibujo de paso unitario práctica 9	166
Figura 273. Contenedores de práctica 9	166
Figura 274. Contenedor de control de temperatura práctica 9	167
Figura 275. Agregar salidas digitales práctica 9	168
Figura 276. Configuración de salidas digitales práctica 9.....	168
Figura 277. Conexiones salida digitales de práctica 9.....	169
Figura 278. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 9.....	170
Figura 279. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 9.....	170
Figura 280. Configuración del Encoder práctica 9.....	171
Figura 281. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 9.....	171
Figura 282. Creación de salida digital para dirección práctica 9	172
Figura 283. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 9	172
Figura 284. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 9.....	173
Figura 285. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 9	174
Figura 286. Set de bandera para control de giro práctica 9	174
Figura 287. Arreglo de variables para control de motor de paso práctica 9	175
Figura 288. Conexión del bloque diagrama del arreglo booleano práctica 9	176
Figura 289. Conexiones para el control de secuencia práctica 9.....	176
Figura 290. Panel frontal práctica 9.....	177
Figura 291. Creación de visualizador grafico práctica 9.	178
Figura 292. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 9.....	178
Figura 293. Dibujo de paso unitario práctica 9	179
Figura 294. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 9	179
Figura 295. Configuración del Encoder práctica 9.....	180

Figura 296. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 9.....	180
Figura 297. Acondicionamiento de señal del Encoder práctica 9.....	181
Figura 298. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 9	182
Figura 299. Panel frontal práctica 9.....	182
Figura 300. Creación de visualizador grafico práctica 9	183
Figura 301. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 9.....	184
Figura 302. Dibujo de paso unitario práctica 9	184
Figura 303. Ejecución de vi práctica 9	184
Figura 304. Ventana de LabView para myRio práctica 10	186
Figura 305. Menú de creación myRio práctica 10.....	187
Figura 306. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 10	187
Figura 307. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 10	187
Figura 308. Ventana de administrador de proyecto práctica 10	188
Figura 309. Ventana de conexión con NI myRio práctica 10	188
Figura 310. Bloque y panel de LabView en práctica 10.....	188
Figura 311. Main principal práctica 10	189
Figura 312. Diagrama de control práctica 10.....	189
Figura 313. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 10	190
Figura 314. Configuración de salida PWM práctica 10	190
Figura 315. Conexiones salidas PWM de práctica 10.....	191
Figura 316. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 10	191
Figura 317. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 10.....	192
Figura 318. Configuración de la entrada analógica práctica 10.....	192
Figura 319. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 10	193
Figura 320. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 10	194
Figura 321. Agregar el bloque PID práctica 10	194
Figura 322. Bloque de agregar PID práctica 10	195
Figura 323. Agregar el bloque de control perturbación práctica 10	196
Figura 324. Configuración de pin del ventilador práctica 10	196
Figura 325. Conexión de pin del ventilador en práctica 10.....	197
Figura 326. Conexiones en bloque de diagrama del ventilador práctica 10	197
Figura 327. Creación de visualizador grafico práctica 10	198
Figura 328. Muestreo de valores práctica 10.....	198
Figura 329. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 10	199
Figura 330. Dibujo de paso unitario práctica 10	199
Figura 331. Contenedores de práctica 10	199
Figura 332. Contenedor de control de temperatura práctica 10	200
Figura 333. Agregar salidas digitales práctica 10	201
Figura 334. Configuración de salidas digitales práctica 10	201
Figura 335. Conexiones salida digitales de práctica 10.....	202
Figura 336. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 10	203
Figura 337. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 10.....	203
Figura 338. Configuración del Encoder práctica 10.....	204
Figura 339. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 10.....	204
Figura 340. Creación de salida digital para dirección práctica 10	205
Figura 341. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 10	205
Figura 342. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 10.	206
Figura 343. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 10	207
Figura 344. Set de bandera para control de giro práctica 10	207
Figura 345. Arreglo de variables de control del motor de paso práctica 10.....	208
Figura 346. Conexión en bloque diagrama del arreglo bool práctica 10.....	209

Figura 347. Conexiones para el control de secuencia práctica 10.....	209
Figura 348. Panel frontal práctica 10	210
Figura 349. Creación de visualizador grafico práctica 10	211
Figura 350. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 10	211
Figura 351. Dibujo de paso unitario práctica 10.....	212
Figura 352. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 10.....	212
Figura 353. Configuración del Encoder práctica 10.....	213
Figura 354. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 10.....	213
Figura 355. Acondicionamiento de señal del Encoder práctica 10	214
Figura 356. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 10	215
Figura 357. Panel frontal práctica 10	215
Figura 358. Creación de visualizador grafico práctica 10	216
Figura 359. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 10	217
Figura 360. Dibujo de paso unitario práctica 10	217
Figura 361. Creación de variables globales práctica 10	217
Figura 362. Asignación de variables globales práctica 10.....	218
Figura 363. Conexión de variables globales práctica 10	219
Figura 364. Conexión de variables globales práctica 10	219
Figura 365. Conexión de variables globales práctica 10	220
Figura 366. Inicio de sesión en plataforma Ubidots práctica 10	220
Figura 367. Creación de dispositivo en Ubidots práctica 10	221
Figura 368. Creación de variables dispositivo en Ubidots práctica 10	221
Figura 369. Token de acceso al dispositivo en Ubidots práctica 10	222
Figura 370. Configuración de dashboard en Ubidots práctica 10	222
Figura 371. Configuración de variables en dashboard práctica 10.....	223
Figura 372. Creación de visualizador en dashboard práctica 10	223
Figura 373. Creación de vi de conexión con Ubidots práctica 10	224
Figura 374. Configuración de vi como cliente servidor práctica 10.....	224
Figura 375. Ejecución de servidor práctica 10	224
Figura 376. Ejecución de servidor práctica 10	225
Figura 377. Dirección del servidor práctica 10	225
Figura 378. Enlace de variable global con la herramienta de publicación HTML con Ubidots en práctica 10.....	225
Figura 379. Enlace de variables globales con la herramienta de publicación HTML con Ubidots en práctica 10	226
Figura 380. Ejecución del vi principal en práctica 10.....	227
Figura 381. Ejecución del vi secundario en práctica 10.....	227
Figura 382. SCADA en Ubidots en práctica 10	228
Figura 383. Aplicativo en Android en práctica 10.....	228
Figura 384. Visualización en aplicativo en Android en práctica 10	229

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sentido para control motor de paso (Mecafenix, 2017),.....	11
Tabla 2: Conexiones de la myRio con la tableta para entrada análoga.	16
Tabla 3: Conexiones de la myRio con la tableta para salidas análogas.	17
Tabla 4: Conexiones de la myRio con la tableta E/S Digitales.	18
Tabla 5: Conexiones de la EPC Motor de paso.	19
Tabla 6: Conexiones de la EPC Motor DC.	20
Tabla 7: Conexiones de la EPC Temperatura.	21
Tabla 8: Conexiones del módulo en práctica 1.....	43
Tabla 9: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 2.....	51
Tabla 10: Conexiones del módulo salida analógica en práctica 2.....	54
Tabla 11: Conexiones del módulo en práctica 3.	62
Tabla 12: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 3.....	65
Tabla 13: Conexiones del ventilador en práctica 3.	68
Tabla 14: Conexiones del módulo en práctica 4.	78
Tabla 15: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 4.....	80
Tabla 16: Conexiones del ventilador en práctica 4.	83
Tabla 17: Conexiones del módulo en práctica 5.	95
Tabla 18: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 5.....	98
Tabla 19: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 5.....	99
Tabla 20: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 5.....	101
Tabla 21: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 5.	102
Tabla 22: Conexiones del módulo en práctica 6.	114
Tabla 23: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 6.....	116
Tabla 24: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 6.	117
Tabla 25: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 6.....	119
Tabla 26: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 6.	119
Tabla 27: Conexiones del módulo en práctica 7.	134
Tabla 28: Conexiones del módulo en práctica 8.	145
Tabla 29: Conexiones del módulo en práctica 9.	158
Tabla 30: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 9.....	160
Tabla 31: Conexiones del ventilador en práctica 9.	163
Tabla 32: Conexiones del módulo en práctica 9.	169
Tabla 33: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 9.....	171
Tabla 34: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 9.	173
Tabla 35: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 9.....	175
Tabla 36: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 9.	175
Tabla 37: Conexiones del módulo en práctica 9.	180
Tabla 38: Conexiones del módulo en práctica 10	191
Tabla 39: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 10	193
Tabla 40: Conexiones del ventilador en práctica 10	196
Tabla 41: Conexiones del módulo en práctica 10	202
Tabla 42: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 10.	204
Tabla 43: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 10.	206
Tabla 44: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 10.	208
Tabla 45: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 10.....	208
Tabla 46: Conexiones del módulo en práctica 10.	213

INTRODUCCIÓN

El presente tema de Titulación es “Implementación de bancos didácticos de pruebas para procesos industriales PID con tarjeta myRio”, el cual consiste en la creación de rutinas de aprendizaje de procesos de continuos mediante controles convencionales PID utilizando una EPC (Entrenadora de Procesos de Control), utilizando una tarjeta de adquisición de datos NI myRio para la adquisición de datos digitales y análogos. El método de aprendizaje es el teórico experimental complementando los conocimientos adquiridos en el aula de clase con nuevas tecnologías integrando el internet de las cosas mediante conexión inalámbrica WiFi.

La meta del tema se suministrar a la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, módulos de laboratorio para las materias de Teoría de Control 1,2 y 3, Electiva 1, 2 y 3, dando como resultado que los estudiantes desarrollen un criterio práctico enfocado a la investigación y nuevas tecnologías, de esta manera obtener ese valor agregado para crecer como profesional y ser un pilar a la sociedad.

Consta con un manual de 10 prácticas didácticas enfocadas a la implementación y creación de algoritmos de control PID convencionales utilizando LabView como software de desarrollo.

1. EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En el constante desarrollo tecnológico que va integrando nuevas tecnologías, se propone este proyecto con la finalidad de permitir al estudiante familiarizarse con los sistemas de control tradicionales mediante el uso de tarjetas de adquisición de datos myRio y software de Instrumentación Virtual LabView utilizando los bancos de pruebas, integrando el desarrollo de aplicaciones mediante WiFi .

1.2. Importancia y Alcances

El desarrollo del proyecto aporta a la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, una forma de enfatizar y constatar lo aprendido de manera teórica en lo que son sistemas en tiempo continuo de controladores convencionales PID aplicados, para el aprendizaje en programación aplicada, instrumentación virtual, aplicaciones IoT complementando de manera teórica experimental las materias dadas en la Carrera de Electrónica.

Con el presente proyecto el estudiante puede desarrollar rutinas para el aprendizaje de sistemas control aplicados a un banco de pruebas mediante software LabView.

1.3. Delimitación

1.3.1. Temporal

La implementación de este proyecto se realizó en un intervalo de un año a partir de la aprobación de este.

1.3.2. Espacial

Este proyecto será llevado a cabo en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil en el bloque E (Laboratorios de Automatización y Electrónica Analógica).

1.3.3. Académica

La implementación de dos bancos de prueba para procesos continuos aporta un margen académico alto ya que sirve para el estudio teórico experimental en las materias de Control I, Control II, Informática Industrial y Electiva II permitiendo al estudiante reforzar la enseñanza del aula.

1.4. Innovación

Para la implementación del proyecto se empleó nuevas tecnologías en el desarrollo de adquisición de datos mediante una tarjeta NI myRio la cual posee el complemento de poseer tecnología WiFi-integrada.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Diseñar e Implementar dos bancos didácticos de pruebas para procesos de control industriales con las tarjetas myRio, para el laboratorio de Robótica Aplicada y Control

1.5.2. Objetivos específicos

- Diseñar dos módulos de procesos industriales utilizando entrenadores de procesos de control.
- Diseñar el control SCADA para los bancos de prácticas.
- Elaborar un manual de 10 prácticas didácticas para los bancos de pruebas establecidos.
- Implementar y desarrollar algoritmos de control.
- Implementar en equipos EPC de procesos industriales utilizando controlador PID.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Controlador PID

El control PID (proporcional integral derivativo), es un control en lazo cerrado, el cual tiene una entrada, salida y la etapa de procesamiento conteniendo la fórmula matemática donde el error de predicción $e(t)$ viene dado por la diferencia entre un señal de referencia deseada $r(t)$ y la salida $y(t)$ de un proceso, los diferentes términos, uno proporcional al error (término P), que se integra el error con el tiempo (término I) y con diferencia con el tiempo (término D) véase en Figura 1, la cual ayuda a que la desviación o error se encuentre en un valor óptimo para el sistema a controlar mediante una retroalimentación al sistema (Astrom, 1995).

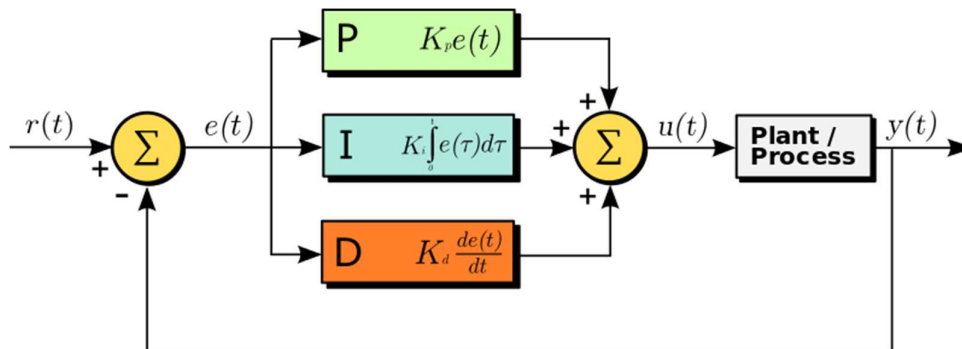


Figura 1: Controlador PID. (Manuel Baltieri, 2018)

2.2. Constante Proporcional (P)

La constante proporcional es el producto entre la señal de error y la constante proporcional conteniendo como resultante el error de estado estacionario para su aproximación a cero véase en la Figura 2 . (Astrom, 1995).

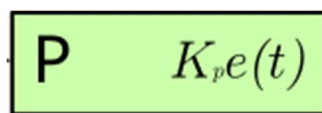


Figura 2: Constante Proporcional. (Manuel Baltieri, 2018)

2.3. Constante Integral (I)

La constante integral ayuda a disminuir el error en estado estacionario generado por perturbaciones exteriores, integrando la derivación en el tiempo que ocurre entre la variable y el punto de referencia véase en Figura 3. (Astrom, 1995).

$$I \quad K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

Figura 3: Constante Integral (Manuel Baltieri, 2018)

2.4. Constante Derivativa (D)

La constante derivativa funciona para mantener el error de estado estacionario al mínimo corrigiéndole periódicamente que se genera en el cambio en un valor absoluto véase en Figura 4. (Astrom, 1995).

$$D \quad K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Figura 4: Constante derivativa (Manuel Baltieri, 2018)

2.5. Retroalimentación en un sistema de control

La realimentación es un mecanismo donde el proceso mediante la señal de salida se conecta a una comparación con su entrada, formando un bucle, este proceso en sistemas de control esta dado por la entrada, bloque de controlador, bloque de proceso, sensor y salida como se ve en la Figura 6 (Valenzuela Cobos Alexandra, 2019).

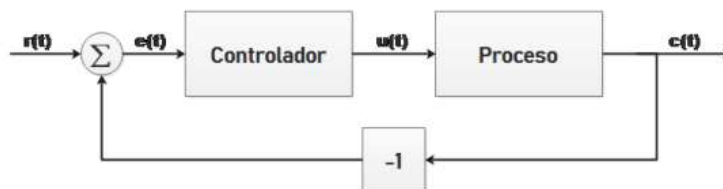


Figura 5: Retroalimentación (Valenzuela Cobos Alexandra, 2019)

2.6. Sistemas de lazo abierto

Un sistema de control de bucle abierto está diseñado para cumplir los objetivos deseados mediante el uso de una señal de referencia que impulsa los actuadores que controlan directamente la salida del proceso. La retroalimentación de salida no está presente en este tipo de sistemas como se muestra en la Figura 6 (Carpio, 2018) .

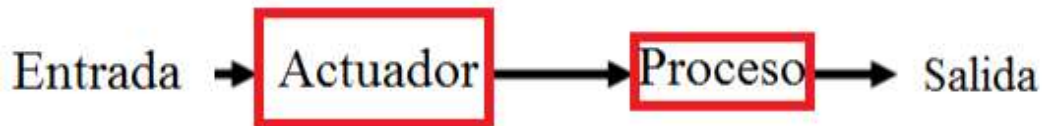


Figura 6: Sistema en lazo abierto (Carpio, 2018) .

2.7. Sistemas de lazo cerrado

En los sistemas de control cerrado, la diferencia entre la salida real y la salida deseada se retroalimenta al controlador para cumplir con la salida deseada llamada set point o referencia mediante como se muestra en la Figura 7 (Carpio, 2018)

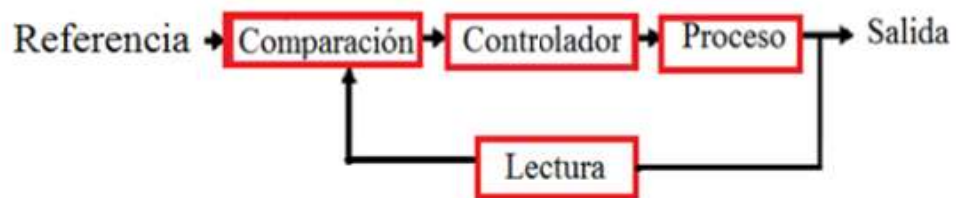


Figura 7: Sistema en lazo cerrado (Carpio, 2018) .

2.8. Sensor LM35

En los sensores de temperatura LM35 poseen alta precisión de 1 grado y un rango de operación de -55 C a 150 C . Cada grado se representa en 10 milivoltios como se muestra en la Figura 8. (Jefferson, 2009)

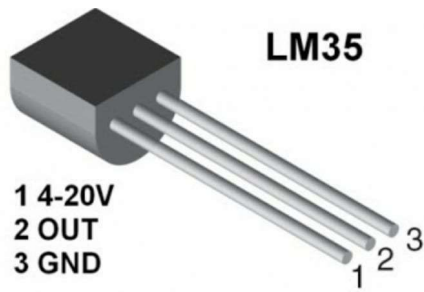


Figura 8: Sensor LM35 (LIBRE, 2018)

2.9. Modulación mediante ancho de pulso

La modulación mediante ancho de pulso o PWM(Pulse With Modulation) es una señal que tiene un periodo que se repite constantemente en la cual posee un tiempo en alto y otro tiempo en bajo mediante el cual se logra la modulación (Jara Loaiza William, 2019).

2.10. Software de instrumentación y control LabView

LabVIEW (Laboratorio Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control (RONCANCIO H., 2001).

Es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC, emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques (Course Hero, 2015).



Figura 9: LabView (Labview, 2018)

2.11. myRio 1900

NI myRio es una herramienta de enseñanza reconFigurable y reutilizable que ayuda a los estudiantes a aprender una gran variedad de conceptos de ingeniería, así como proyectos de diseño completos (SANDOVAL ATIAJA, 2018).

Contiene un procesador programable dual-Core ARM Cortex-A9 de 667 MHz y un FPGA que los estudiantes pueden usar para empezar a desarrollar sistemas y resolver problemas de diseño complicado de manera más rápida como se muestra en la Figura 10 sus componentes. (SANDOVAL ATIAJA, 2018).

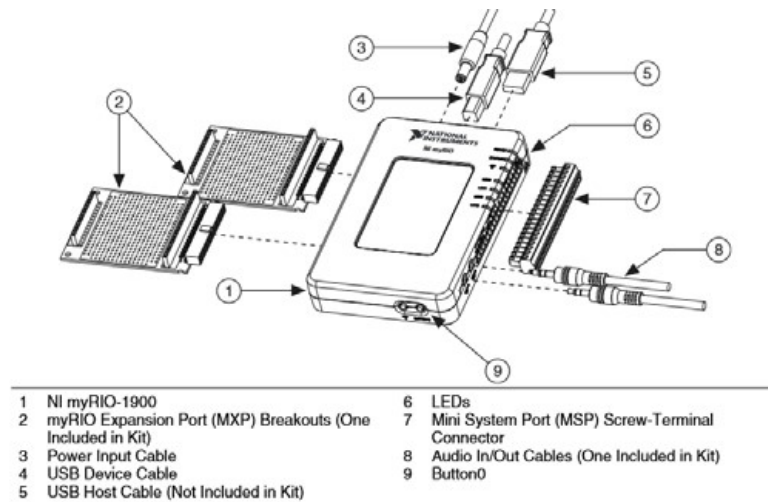


Figura 10: NI myRio (Instrument, 2018)

2.12. Encoder

El Encoder es un dispositivo electromecánico que permite codificar el movimiento mecánico de un motor mediante la interacción con el eje acoplado al dispositivo en distintos tipos de impulsos eléctricos: digitales binarias, analógicos en función de una onda, pulsos mediante el cual se lee el incremento del estado en alto del pulso y decremento en su estado bajo (Demaquinasyherramientas, 2014).

2.13. Encoder Incrementales

El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, si se asocian a cremalleras o a husillos (Guemisa, 2018)

Las aplicaciones principales de estos transductores están en las máquinas herramienta o de elaboración de materiales, en los robots, en los sistemas de motores, en los aparatos de medición y control (Guemisa, 2018).

El sistema de lectura se basa en la rotación de un disco graduado con un reticulado radial formado por líneas opacas, alternadas con espacios transparentes. Este conjunto está iluminado de modo perpendicular por una fuente de rayos infrarrojos. El disco proyecta de este modo su imagen sobre la superficie de varios receptores oportunamente enmascarados por otro reticulado que tiene el mismo paso del anterior llamado colimador. Los receptores tienen la tarea de detectar las variaciones de luz que se producen con el desplazamiento del disco convirtiéndolas en las correspondientes variaciones eléctricas (Guemisa, 2018).

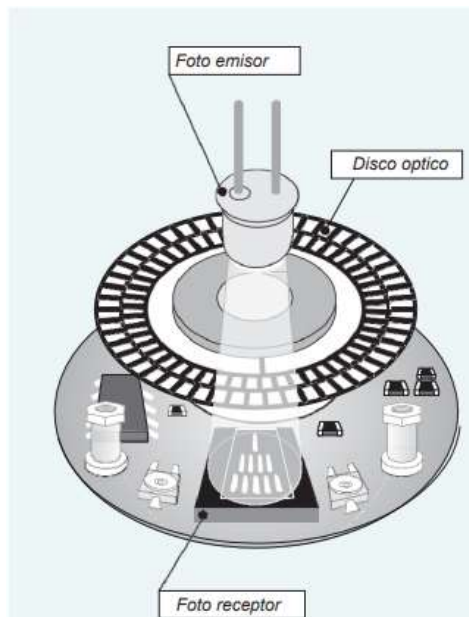


Figura 11: Encoder incremental (Guemisa, 2018).

2.14. Encoder Absoluto

El encoder absoluto óptico consta de un disco transparente, ya sea de vidrio o plástico, la cual tiene un patrón. único formado por áreas transparentes y otras opacas cuando la luz es reflejada el receptor infrarrojo desde un lado del disco y leída por un receptor fotosensible que se encuentra del otro lado del disco generando un patrón. que se forma cada vez que la luz es bloqueada por los patrones en el disco es procesador por un microprocesador como una serie de 1's y 0's. El código es entonces usado para interpretar la posición exacta del eje (Abm-industrial, 2017).

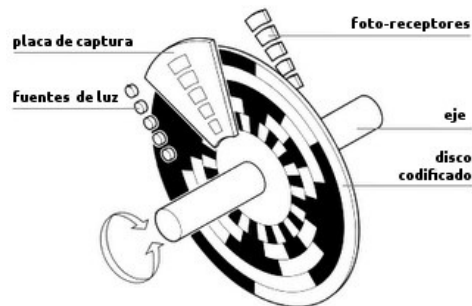


Figura 12: Encoder Absoluto (Abm-industrial, 2017).

2.15. Motores de corriente continua sin escobillas

Los motores de corriente continua se manejan mediante la tensión en sus terminales al recibir una alimentación, este efecto logra que el motor gire en un sentido y para hacer el cambio de giro es necesario invertir la tensión suministrada en los bornes (Carpio, 2018).



Figura 13: Motor DC (Carpio, 2018)

2.16. Motores de paso a paso

Un motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control (Mecafenix, 2017), estos pulsos están dados mediante un microcontrolador, embebido como se muestra en la Figura 14.

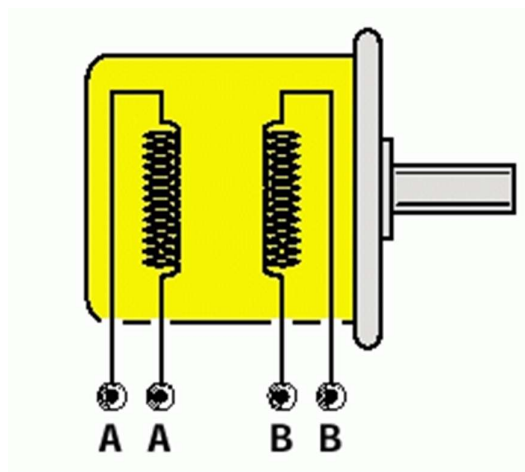


Figura 14: Motor de paso (Mecafenix, 2017),

2.17. Secuencia de control para motores de paso a paso

Estos motores requieren de la inversión de la corriente que circula por sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de polaridad provoca el movimiento del eje en un paso (Mecafenix, 2017), El sentido de giro está determinado por la secuencia seguida como se muestra en la tabla 1.

Paso	A+	A-	B+	B-
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

Tabla 1: Sentido para control motor de paso (Mecafenix, 2017),

2.18. Entrenador de Procesos de Control

El Entrenador de Planta de Control “EPC” es un equipo electrónico que incluye sensores y actuadores típicos en sistemas de instrumentación y control tales como temperatura, velocidad, posición, señales analógicas de corriente continua, alterna, digital, y tren de pulsos (Datalights, 2018).

El EPC es una herramienta diseñada para facilitar el aprendizaje de LabVIEW y adquisición de datos al proporcionar plantas físicas reales que funcionan con señales típicas (Datalights, 2018).

2.19. Ubidots

Es una plataforma enfocada en un protocolo mqtt para el servicio de monitoreo mediante internet o IoT , mediante un entorno en el cual se puedan conectar diferentes equipos y supervisarlo de manera remota mediante la red (Arguero Tello, 2020).

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño del módulo

3.1.1. Diseño de la maleta didáctica

Para el diseño de la maleta didáctica el cual se muestra en la Figura 15 una lámina de 44 cm y 34.2 cm en la cual se optó por terminales hembra de 4 mm, la cual esta divididas en secciones la primera sección es las entradas analógicas, salidas analógicas, entradas y salidas digitales de la myRio, la segunda sección esta divididas entre los bloques de temperatura, control de motor DC y el motor de paso, consta de protección por fusibles para la entrenadora de procesos y la tarjeta embebida. Toda la maleta esta armado en una estructura metálica tipo maletín de dimensión 36 x 45 x 16 centímetros y como se muestra en la Figura 16(medidas en centímetros).

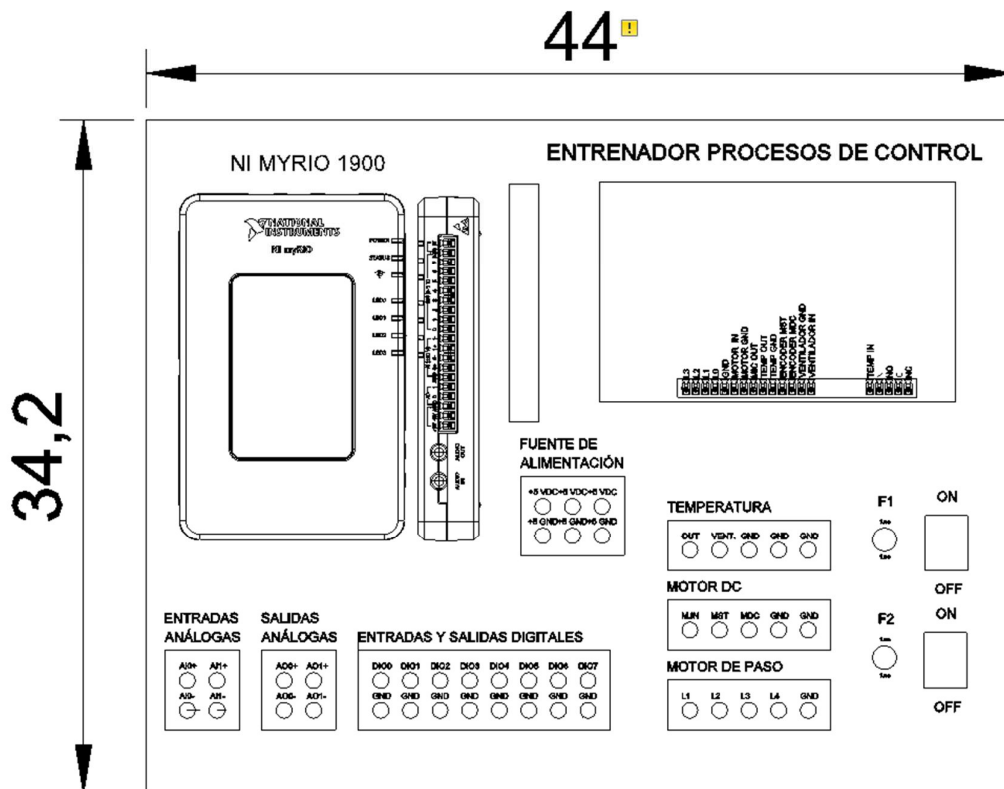


Figura 15. Diseño de la maleta didáctica



Figura 16. Caja de la maleta

3.1.2. Estructura de maleta didáctica

Para el diseño de la maleta didáctica el cual se muestra en la Figura 15 en la cual se optó por terminales hembra de 4 mm, la cual esta dividida en secciones la primera sección es las entradas analógicas, salidas analógicas, entradas y salidas digitales de la myRio, la segunda sección esta dividida entre el bloque de temperatura, control de motor DC y el motor de paso, consta de protección por fusibles para la entrenadora de procesos y la tarjeta embebida.

La maleta esta armada en una estructura metálica tipo maletín de dimensión 36 x 45 x 16 centímetros cm como se muestra en la Figura 16.



Figura 17. Maleta didáctica de NI myRio y EPC

3.2. Conexiones internas del módulo

3.2.1. Conexiones de las entradas analógicas al myRio

La conexión de la entrada analógicas de la myRio con la placa de control donde están los bornes de 4mm está definido por la Figura 18 conectando las entradas analógicas del puerto c como se muestra en la tabla 2.

NI myRio 1900	Placa de control
Canal C AO0	Entrada Analógica AI0+
Canal C AO1	Entrada Analógica AI0-
Canal C AI1+	Entrada Analógica AI1+
Canal C AI1-	Entrada Analógica AI1-

Tabla 2: Conexiones de la myRio con la tableta para entrada análoga.

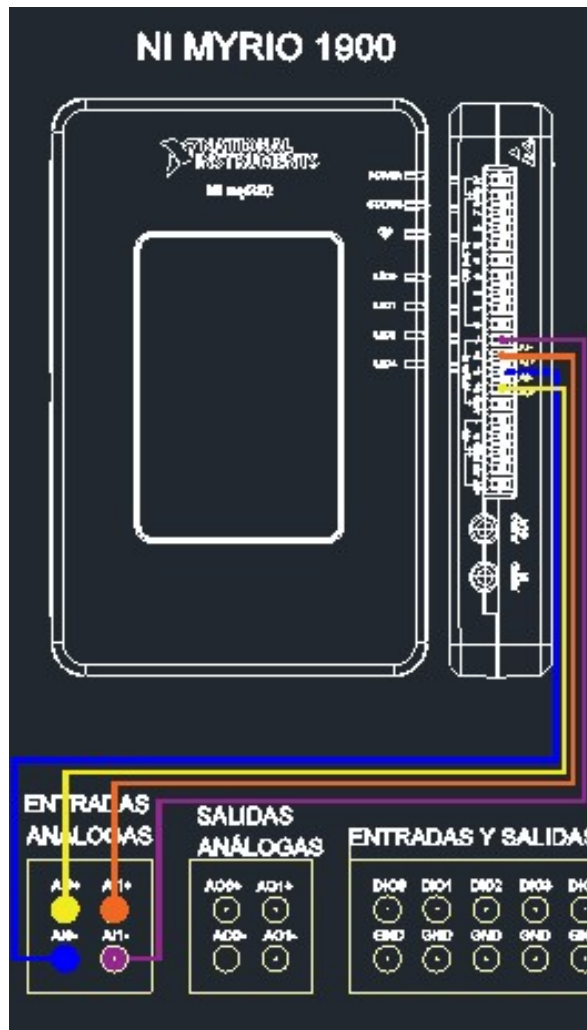


Figura 18. Conexiones de la myRio con la tableta para entrada análoga

3.2.2. Conexiones de las salidas analógicas al myRio

La conexión de las salidas analógicas de la myRio con la placa de control donde están los bornes de 4mm está definido por la Figura 19 conectando las salidas analógicas del puerto C que servirán para las conexiones de las prácticas a realizar por el estudiante como se muestra en la Tabla 3 .

NI myRio 1900	Placa de control
Canal C AO0	Entrada Analógica AO0+
Canal C AI01	Entrada Analógica AO1+
Canal C AGND	Entrada Analógica AO0-
Canal C AGND	Entrada Analógica AO1-

Tabla 3: Conexiones de la myRio con la tableta para salidas análogas.

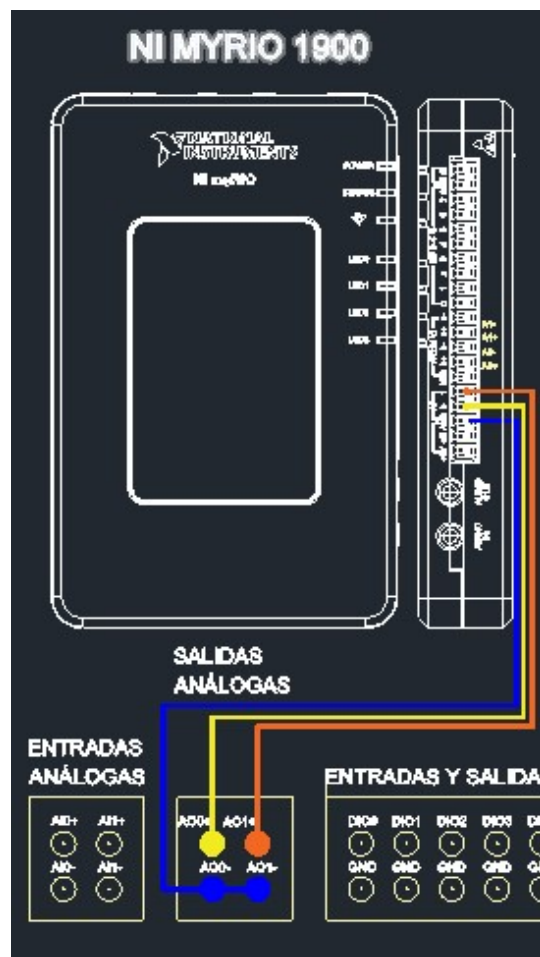


Figura 19. Conexiones de la myRio con la tableta para salidas análoga

3.2.3. Conexiones de las entradas y salidas digitales al myRio

La conexión de las entradas y salidas digitales de la myRio donde serán utilizadas como señales de control para la entrenadora de procesos mediante borneros banana conectado a la tableta se muestra en la tabla 4, las conexiones se muestran en la Figura 20 .

NI myRio 1900	Placa de control
Canal C DIO0	Entrada y salida digital DIO0
Canal C DIO1	Entrada y salida digital DIO1
Canal C DIO2	Entrada y salida digital DIO2
Canal C DIO3	Entrada y salida digital DIO3
Canal C DIO4	Entrada y salida digital DIO4
Canal C DIO5	Entrada y salida digital DIO5
Canal C DIO6	Entrada y salida digital DIO6
Canal C DIO7	Entrada y salida digital DIO7
Canal C DGND	GND – DIO 0 -DIO7

Tabla 4: Conexiones de la myRio con la tableta E/S Digitales.

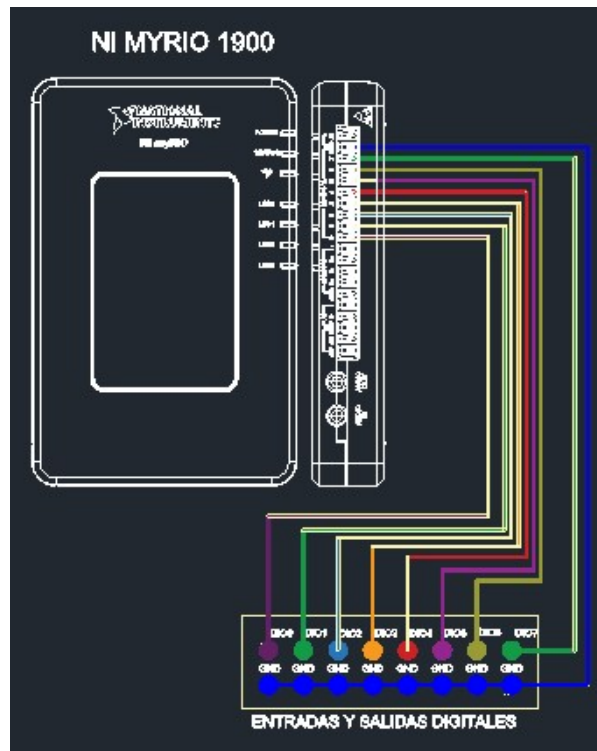


Figura 20. Conexiones de la myRio con la tableta E/S Digitales.

3.2.4. Conexiones del entrenador de procesos al motor de pasos

La conexión de la Entrenadora de Procesos de Control a la placa de distribución es la misma de la Tabla 5 y las conexiones de la placa son las de la Figura 21.

Entrenadora de procesos de control	Placa de control
L3	L1
L2	L2
L1	L3
L0	L4
GND	GND

Tabla 5: Conexiones de la EPC Motor de paso.

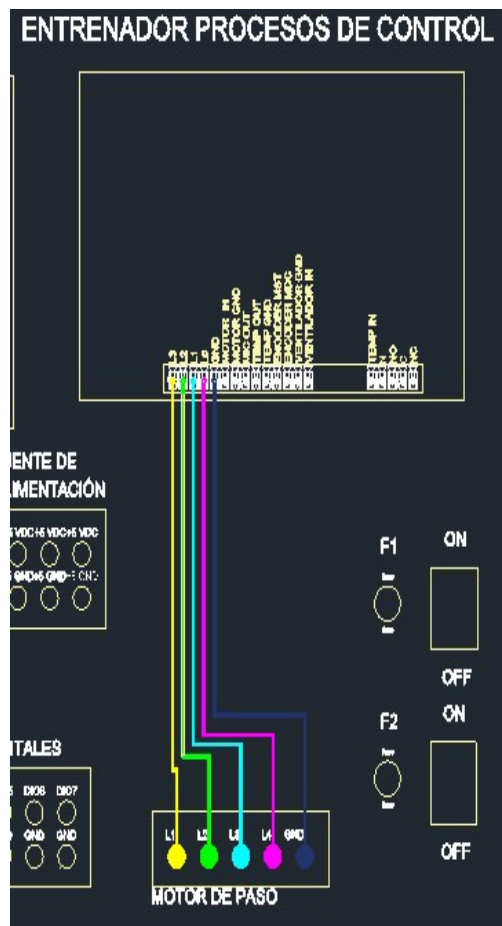


Figura 21. Conexiones del EPC con la tableta Motor paso a paso.

3.2.5. Conexiones del entrenador de procesos Motor DC

La conexión de la entrenadora de procesos motor DC de control a la placa de distribución es la misma de la Tabla 6 y las conexiones de la placa son las de la Figura 22.

Entrenadora de procesos de control	Placa de control
Motor In	M. IN
Motor Gnd	GND
Encoder Ms	MST
Encoder Mdc	MDC
GND	GND

Tabla 6: Conexiones de la EPC Motor DC.

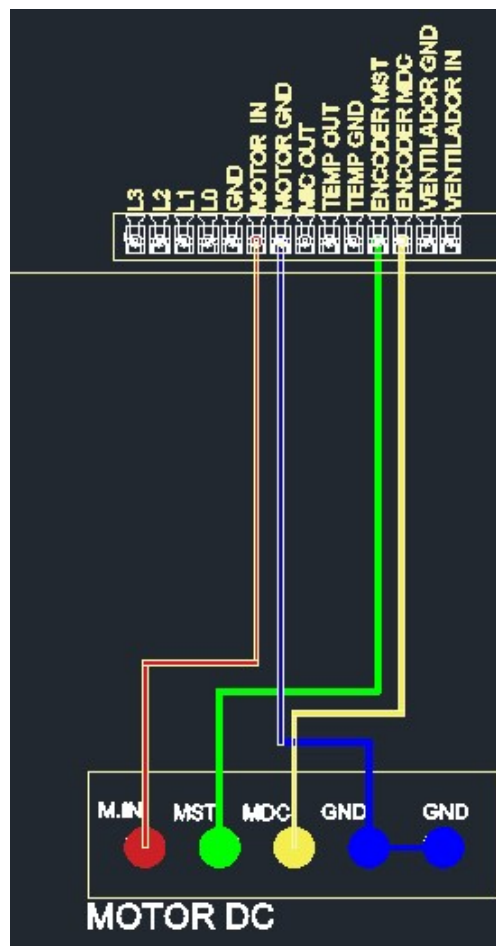


Figura 22. Conexiones del EPC con la tableta Motor DC.

3.2.6. Conexiones del entrenador de proceso Temperatura

La conexión de la entrenadora de procesos para el control de temperatura mediante el foco dicroico, ventilador y el sensor LM35 donde temperatura out será la salida del sensor, ventilador entrada es el activador para el funcionamiento del ventilador como se muestra en la Tabla 7 y las conexiones de la placa son las de la Figura 23.

Entrenadora de procesos de control	Placa de control
Temp. Out	OUT
Temp. Gnd	GND
Ventilador Gnd	GND
Ventilador in	VENT.
GND	GND

Tabla 7: Conexiones de la EPC Temperatura.

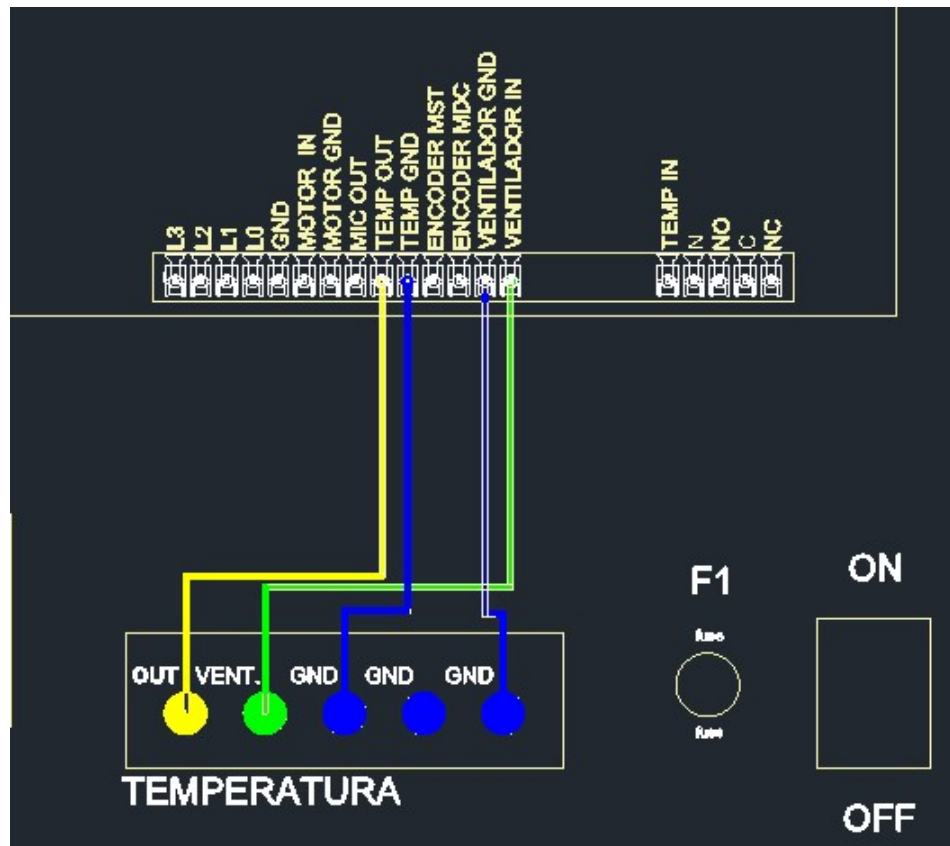


Figura 23. Conexiones del EPC temperatura.

3.3. Diagramas y esquemáticos del entrenador de procesos

3.3.1. Diagramas de control del EPC temperatura

El proceso de control que se detalla en la Figura 24 en la cual se muestra un control PID de lazo cerrado en el cual se tendrá como referencia el valor dado mediante el panel frontal de LabView. El control se realiza mediante LabView teniendo como tarjeta de adquisición y control una myRio la cual se conecta con la Entrenadora de Procesos de Control de temperatura.

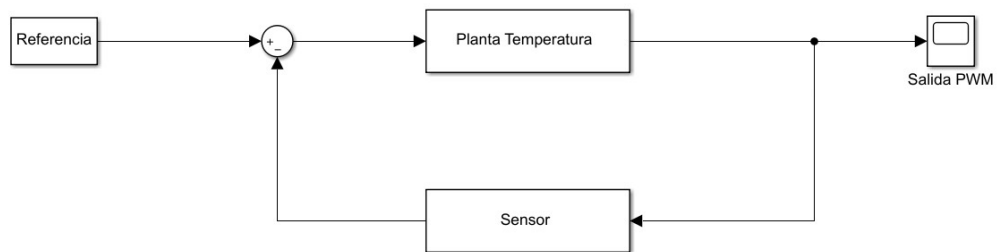


Figura 24. Diagrama de control de Temperatura

3.3.2. Diagramas de control del EPC motor paso a paso

El proceso de control que se detalla en la Figura 25 en la cual se muestra un control PID de lazo cerrado en el cual se tendrá como referencia el valor para controlar un motor de paso a paso mediante el panel frontal teniendo como tarjeta de adquisición y control una myRio la cual se conecta con la Entrenadora de Procesos de Control de motor paso a paso mediante el cual se centrará la secuencia lógica para lograr la posición deseada.

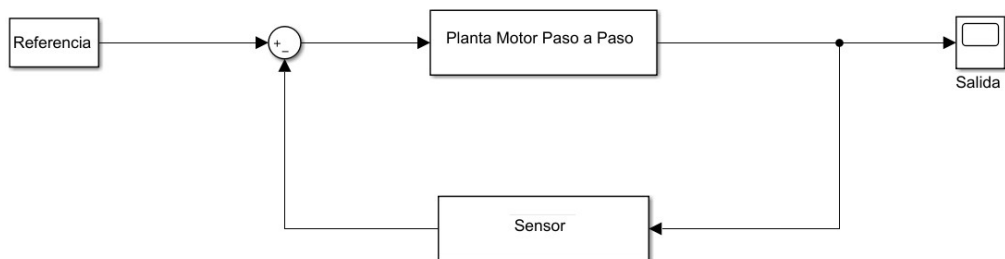


Figura 25. Diagrama de control de motor paso a paso

3.3.3. Esquemático de EPC temperatura

Circuito esquemático del control en la Figura 26 permite el control del foco halógeno mediante un opto triac, el cual se activa con lógica negada, y logra controlar el tiempo de encendido del halógeno y el sensor LM35 sea afectado. El proceso de control que se detalla en la Figura 24 en la cual se muestra un control PID de lazo cerrado en el cual se tendrá como referencia el valor dado mediante el panel frontal de LabView.

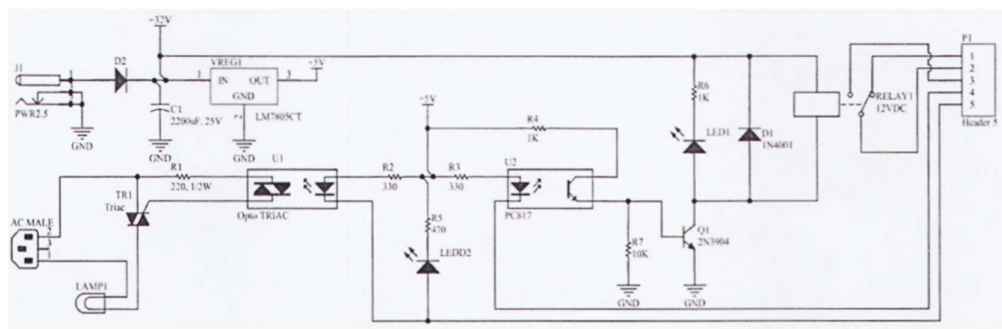


Figura 26. Diagrama esquemático de Temperatura

3.3.4. Esquemático de EPC Encoder

Circuito esquemático para la lectura del Encoder como digital o análogo que se muestra en la Figura 27 permite que la variación del fotorreceptor del Encoder funcione de dos formas una como un dato digital secuencias de 0 y 1, y otra como una variación de un voltaje análogo de 0 a 5 voltios.

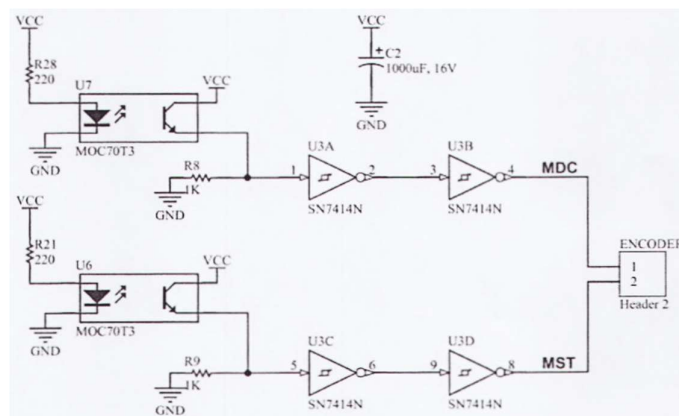


Figura 27. Diagrama esquemático de EPC encoder

3.4. Panel frontal (SCADAs) y algoritmos del bloque de diagrama

3.4.1. Acondicionamiento de datos digitales para control on /off en la entrenadora de procesos

En el panel frontal o pantalla SCADA que se muestra en la Figura 30 consta el control mediante un estado booleano a una salida digital para el control del foco dicroico del entrenador de procesos de control mediante un controlador nimirio conFigurado en el puerto C DIO-0.

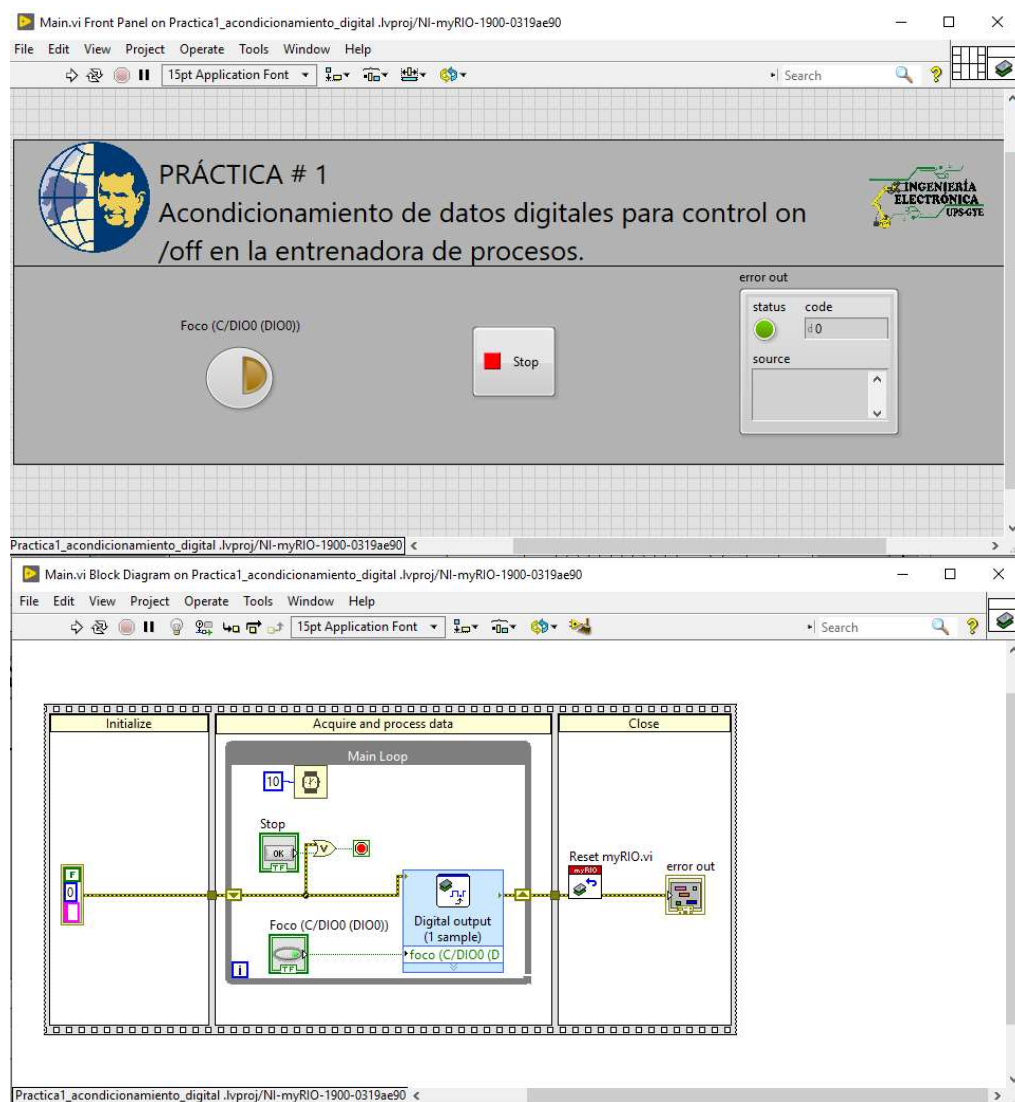


Figura 30. Panel de control del acondicionamiento de datos digitales en la entrenadora de procesos

3.4.2. Acondicionamiento de señales analógicas para control en la entrenadora de procesos

En el panel frontal o pantalla SCADA que se muestra en la Figura 31 consta el acondicionamiento de una señal de temperatura de un sensor LM35 mediante la lectura del puerto analógico en el puerto C Ai0 del nimirio y el control de una salida analógica para el control de velocidad de un motor dc en el puerto C Ao 0.

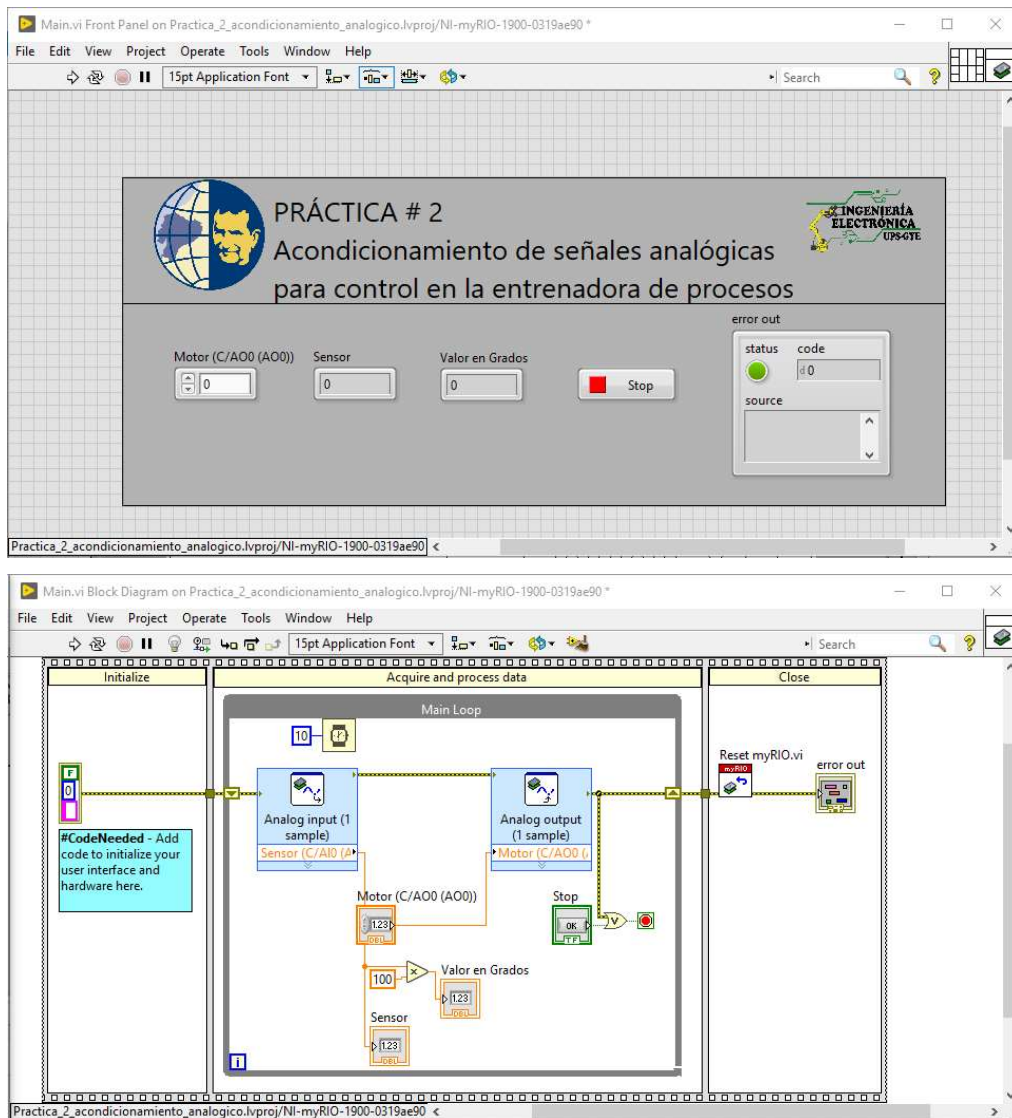


Figura 31. Panel de control del acondicionamiento de señales analógicas en la entrenadora de procesos

3.4.3. Control continuo PID de temperatura

El proceso de control que se detalla en la Figura 32 en la cual se muestra un control PID de lazo cerrado en el cual se tendrá como referencia el valor dado mediante el panel frontal de LabView. El control se realiza mediante LabView teniendo como tarjeta de adquisición y control una myRio la cual se conecta con la Entrenadora de Procesos de Control de temperatura mediante una lectura o conversión analógica a digital de un sensor LM35 teniendo como entrada al bloque de control PID la lectura del LM35, el valor de referencia y en su salida del controlador a una salida digital PWM variando la intensidad lumica del foco dicroico y su respectivo lazo de control.

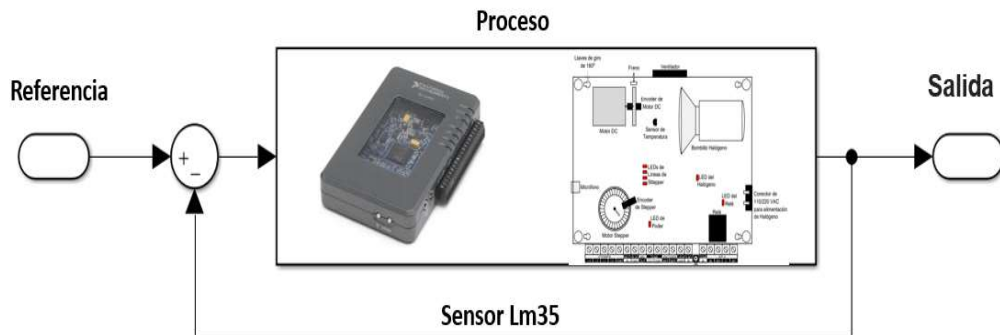
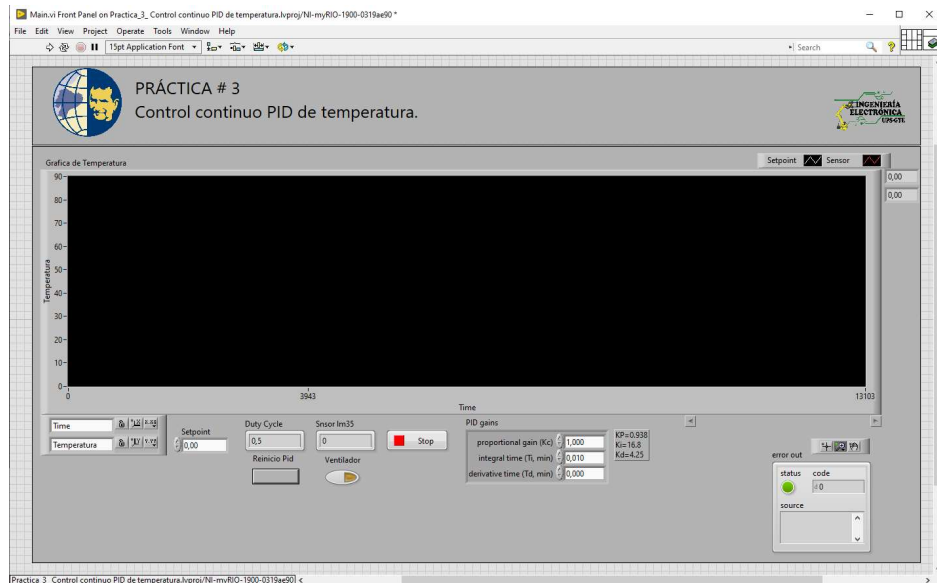


Figura 32. Panel frontal del control de Temperatura y algoritmo de control en lazo cerrado

Figura 33. Panel frontal del control de Temperatura y algoritmo de control en lazo cerrado con windup

3.4.5. Control continuo PID para ángulo de motor

El proceso de control que se detalla en la Figura 34 en la cual se muestra un control PID de lazo cerrado para el ángulo o posición de un motor de paso en el cual el panel de control tendrá una referencia o posición deseada, los valores de ganancias del controlador PID, mediante el software LabView teniendo como procesador un NI myRIO que consta de una entrada del Encoder de posicionamiento en el puerto C Di0 y 4 salidas digitales discretas en el puerto C Di05 al Di06 para el control del movimiento del motor de paso.

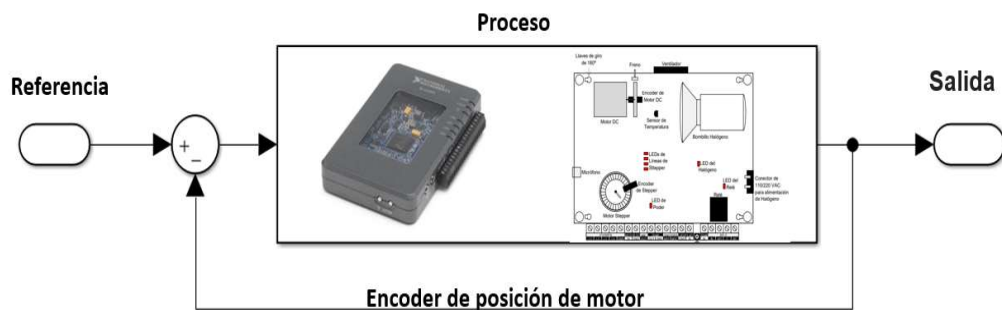
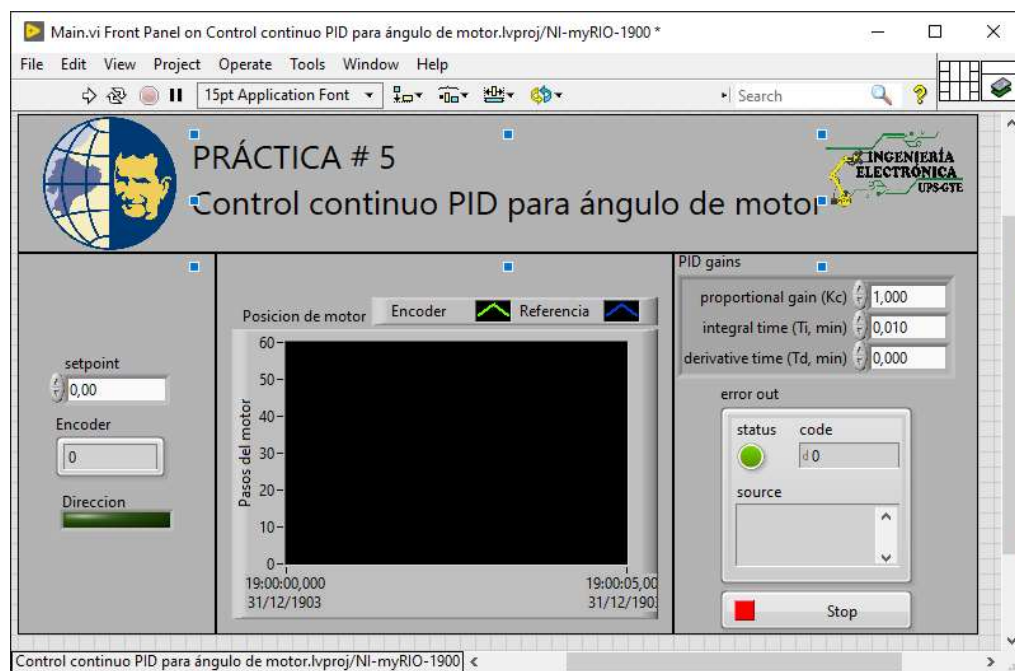


Figura 34. Panel frontal del control de posición de motor y algoritmo de control en lazo cerrado

3.4.7. Control continuo PID para velocidad de motor

El proceso de control que se detalla en la Figura 36 en la cual se muestra un control PID de lazo cerrado para el manejo de la velocidad de un motor de corriente directa mediante el panel de control tendrá una referencia de velocidad deseada, los valores de ganancias del controlador PID, mediante el software LabView teniendo como procesador un NI myRIO que consta de una entrada del Encoder de posicionamiento en el puerto C Di4 y una salida analógica en el puerto C Ao0.

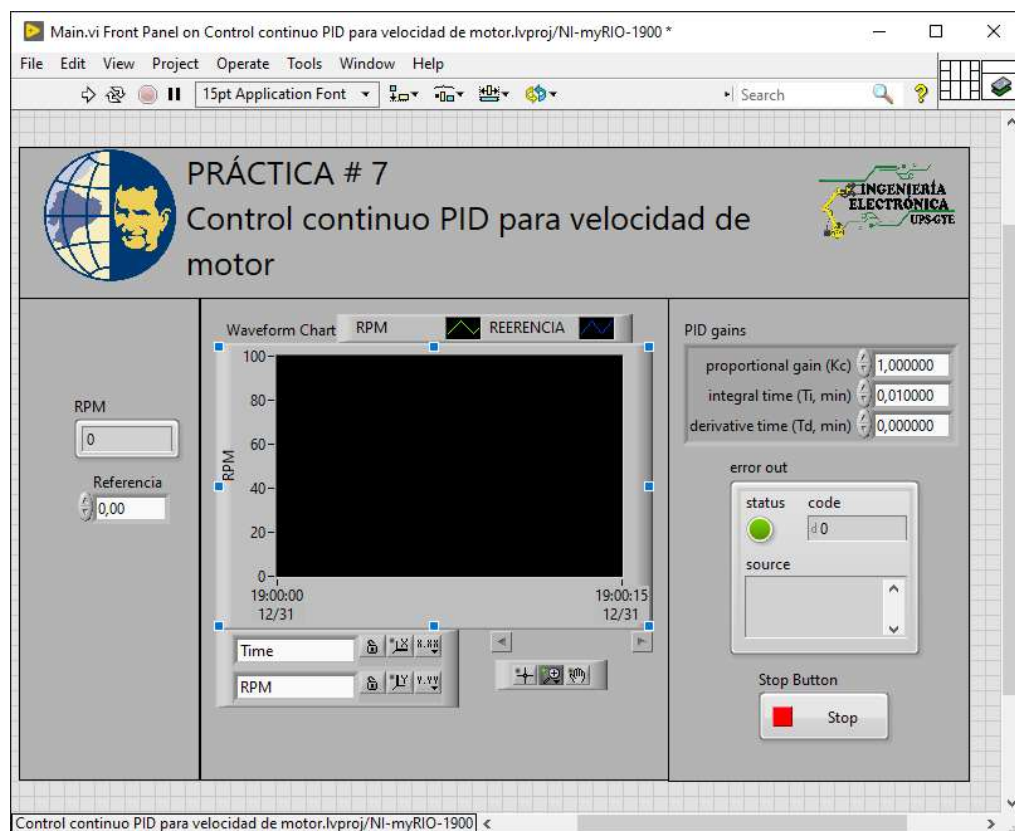


Figura 36. Panel frontal del control de velocidad de motor y algoritmo de control en lazo cerrado

3.4.8. Control continuo PID para velocidad de motor con windup

El proceso de control que se detalla en la Figura 37 en la cual se muestra un control PID de lazo cerrado con un sistema de windup o saturación logrando un rango de salida adecuado al sistema ,para el manejo de la velocidad de un motor de corriente directa mediante el panel de control tendrá una referencia o velocidad deseada, los valores de ganancias del controlador PID, mediante el software LabView teniendo como procesador un NI myRIO que consta de una entrada del Encoder de posicionamiento en el puerto C Di4 y una salida analógica en el puerto C Ao0.

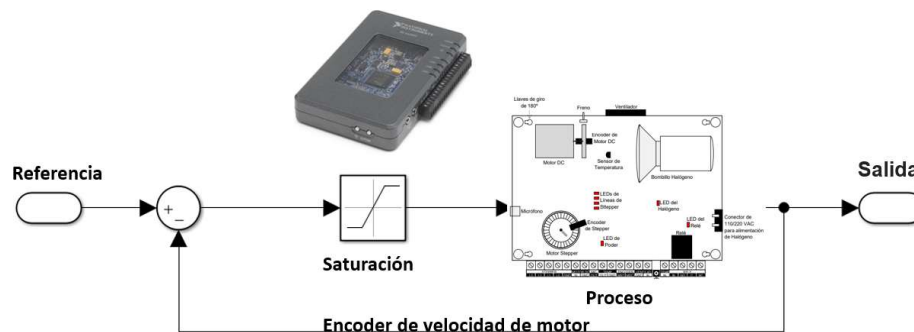


Figura 37. Panel frontal del control de velocidad de motor y algoritmo de control en lazo cerrado

3.4.9. SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante WiFi

El proceso de control que se detalla en la Figura 38 se muestra la pantalla de inicio el proceso de SCADA para la selección del control a visualizar tal como temperatura, posición de motor y velocidad de motor, el cual tiene un software desarrollado en LabView a la par con la tarjeta NI myRio y un entrenador de procesos de control.

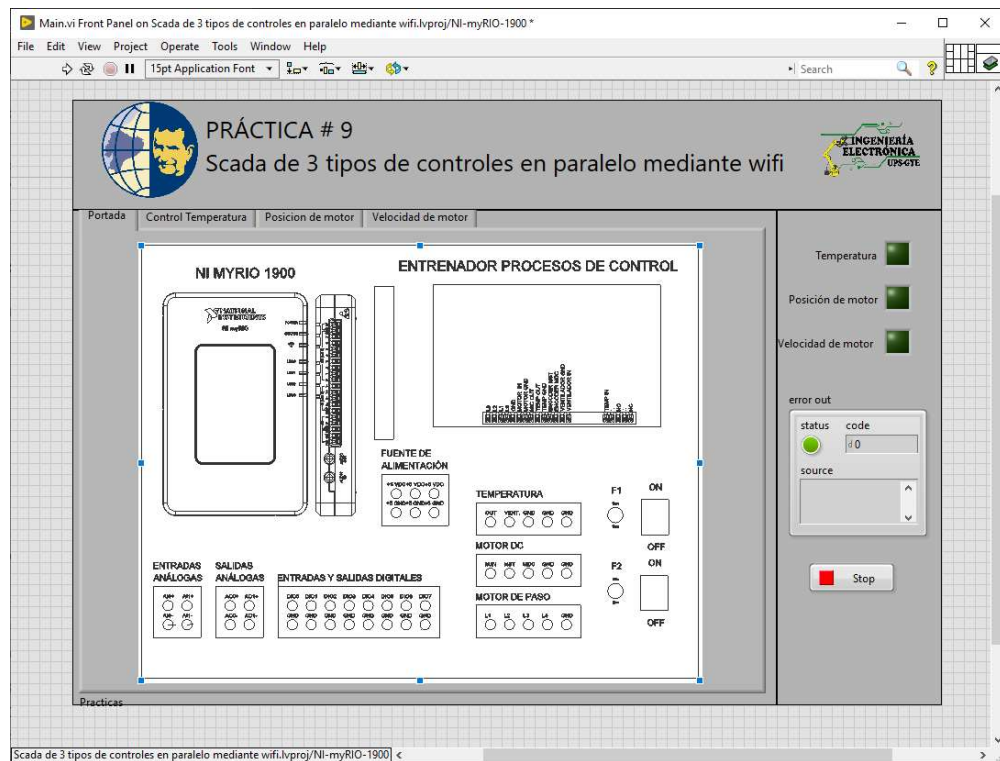


Figura 38. Panel frontal del SCADA para selección de visualización de control

Al seleccionar el proceso de temperatura se como se muestra en la Figura 39 se visualiza el control en lazo cerrado de un foco dicróico con una retroalimentación el sensor de temperatura LM35, en el SCADA o panel de control se configura el valor de referencia de temperatura.

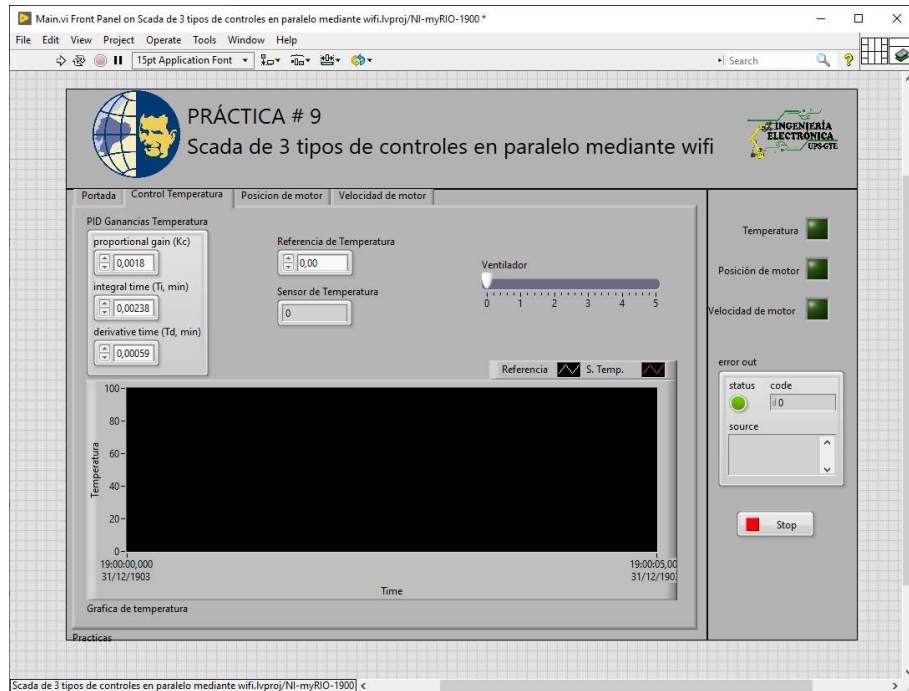


Figura 39. Panel frontal del SCADA de control de temperatura

Al seleccionar el proceso de posición de motor como se muestra en la Figura 40 se visualiza el control en lazo cerrado de un motor de paso teniendo como retroalimentación el sensor o Encoder de posición, en el SCADA o panel de control se configura el valor de referencia de posición del mismo.

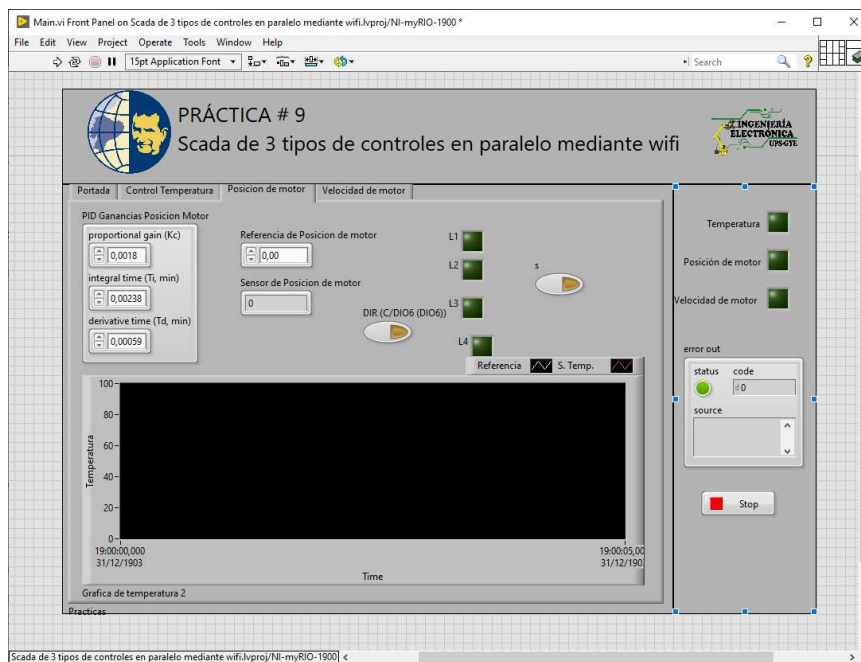


Figura 40. Panel frontal del SCADA pe posición de motor

Al seleccionar el proceso de posición de motor como se muestra en la Figura 41 se visualiza el control en lazo cerrado de la velocidad de un motor teniendo como retroalimentación el sensor o Encoder de velocidad, en el SCADA o panel de control se configura el valor de referencia de velocidad del mismo.

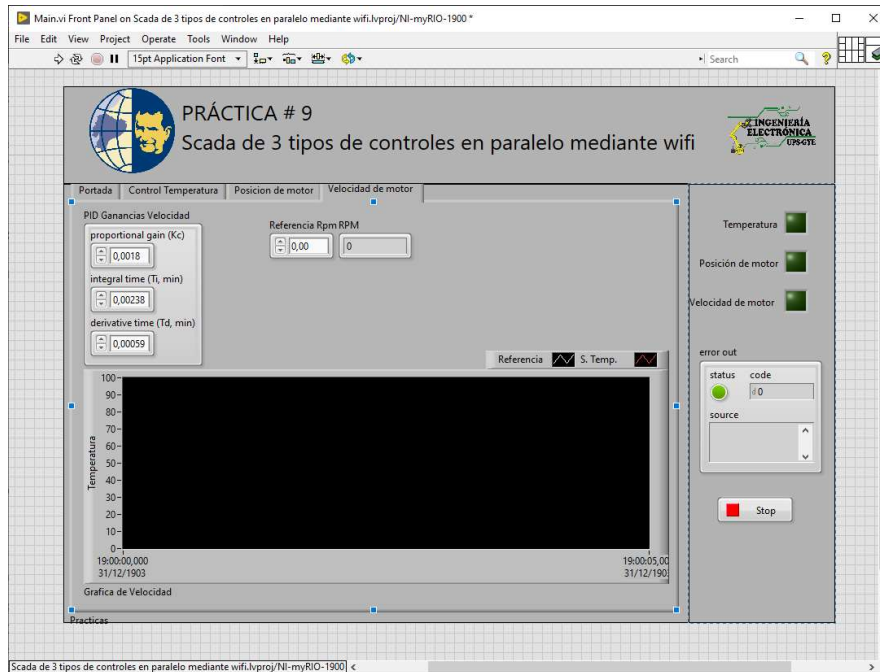


Figura 41. Panel frontal del SCADA de velocidad de motor

En la Figura 42 se muestra el algoritmo de control del proceso ejecución en paralelo en el NI myRio de los controles PID y como visualizador LabView.

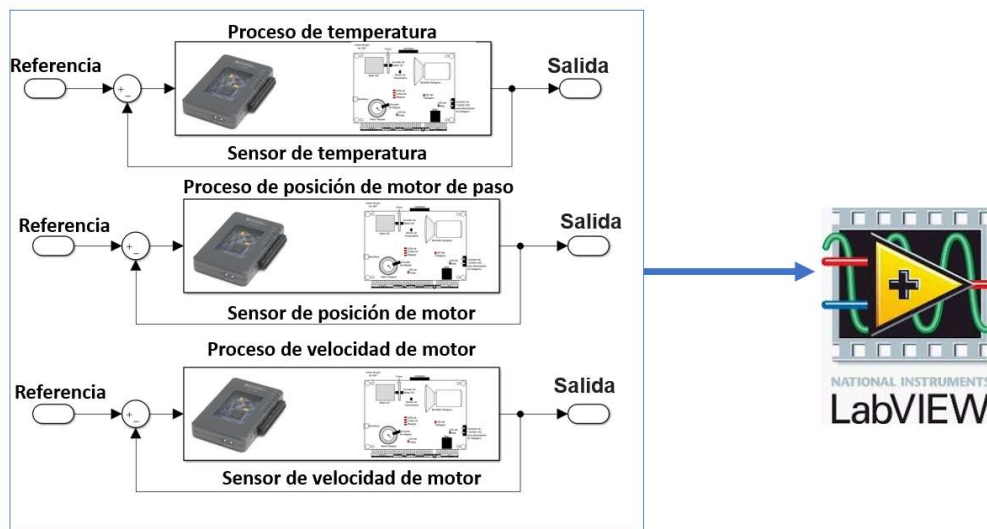


Figura 42. Algoritmos de control en el SCADA.

3.4.10. SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante navegador en dispositivo móvil.

El proceso de control que se detalla en la Figura 43 en la cual se muestra un el proceso de envío de datos a la plataforma Ubidots mediante un instrumento virtual en el software LabView mediante un protocolo de comunicación a la plataforma IoT alojada en el servidor de Ubidots.

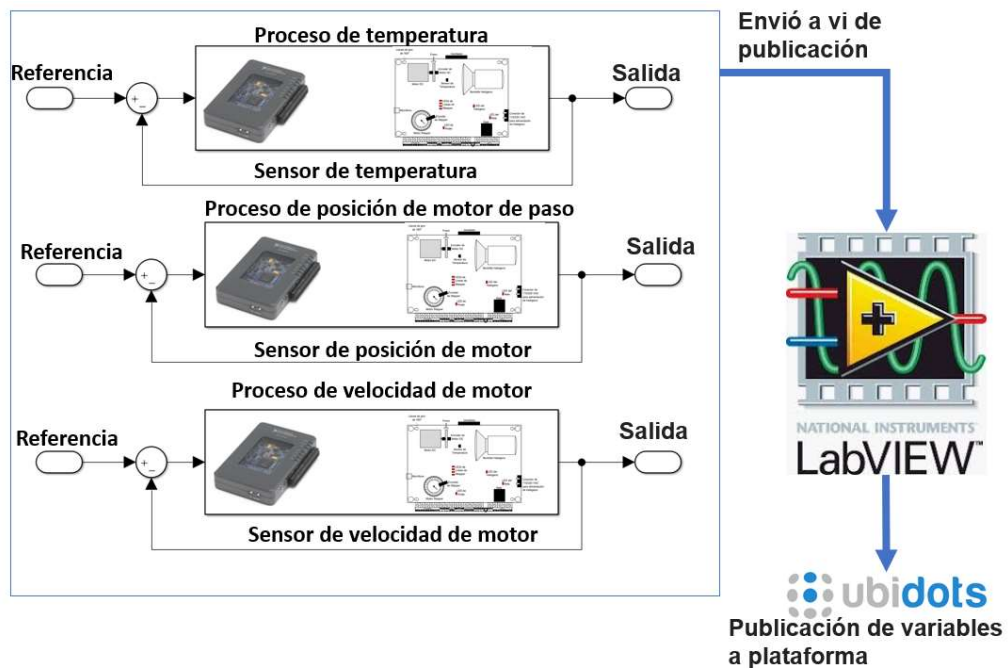


Figura 43. Diagrama de envío de datos a plataforma

4. MANUAL DE PRÁCTICAS

Práctica 1: Acondicionamiento de datos digitales para control on /off en la entrenadora de procesos.



		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: Acondicionamiento de datos digitales para control on /off en la entrenadora de procesos.
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Acondicionamiento de datos digitales de la myRio• Creación del proyecto• Envío de datos digitales para control manual de la planta EPC		
INSTRUCCIONES	<ol style="list-style-type: none">1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC.2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio.3. Realizar los pasos detallados a continuación.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR <p><u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.</p> <p>En la ventana que se muestra en la Figura 44 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p> 		

Figura 44. Ventana de LabView para myRio Práctica 1

En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 45 seleccionar **Plantillas** » **myRio**» **myRio Project** de la lista de proyectos.

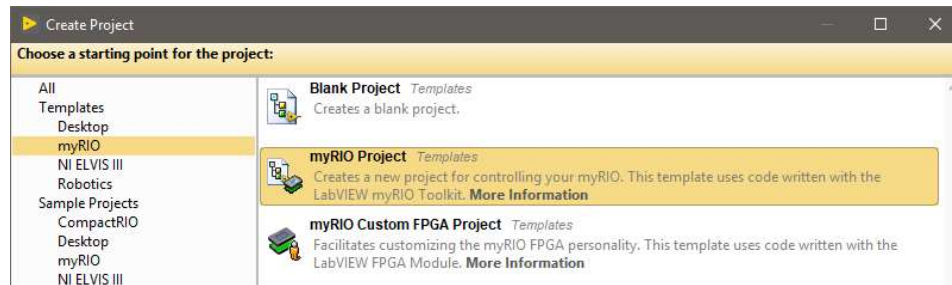


Figura 45. Ventana de LabView para myRio Práctica 1\

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_1 acondicionamiento digital y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 46.

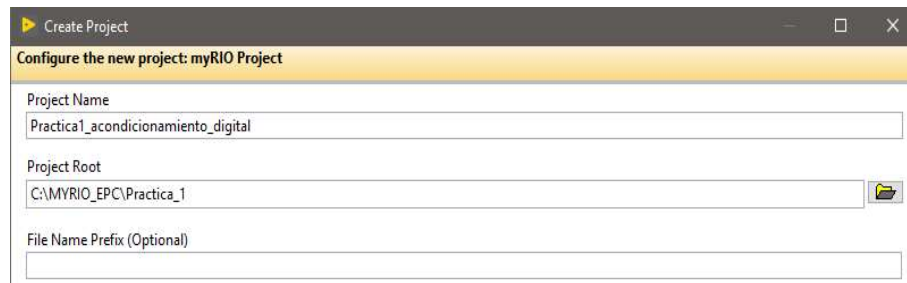


Figura 46. Ventana de LabView para myRio Práctica 1

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 47 se muestra la configuración por la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.

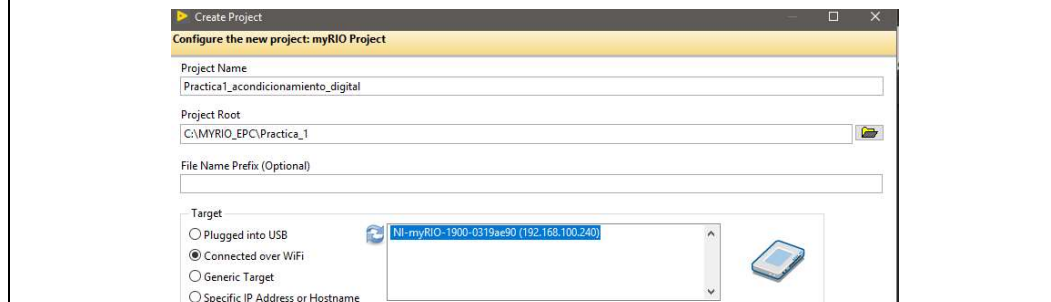


Figura 47. Ventana de LabView para myRio Práctica 1

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 48 se muestra los diferentes archivos del sistema al momento de la creación de un proyecto.

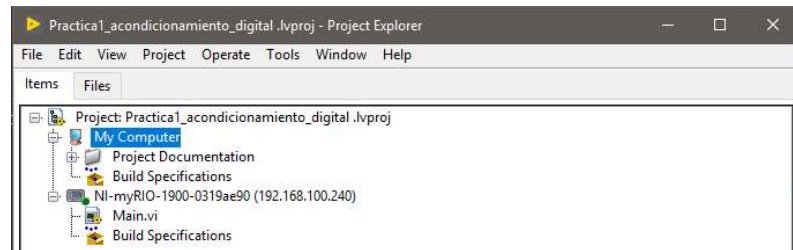


Figura 48. Ventana de navegador proyecto Práctica 1

Proceder a conectar el proyecto con la tarjeta NI myRio como se muestra en la Figura 49.

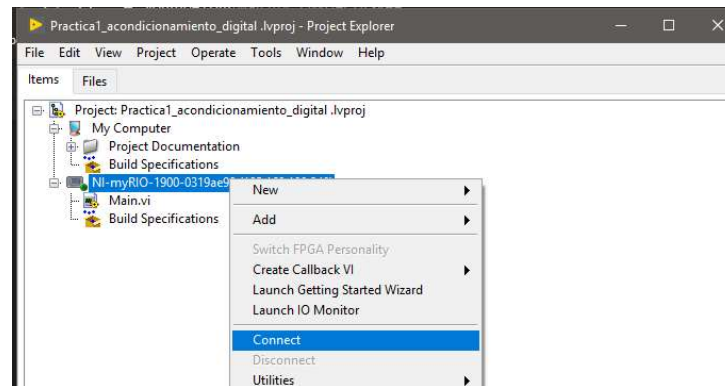


Figura 49. Conexión de myRio en práctica 1

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques

de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 50.

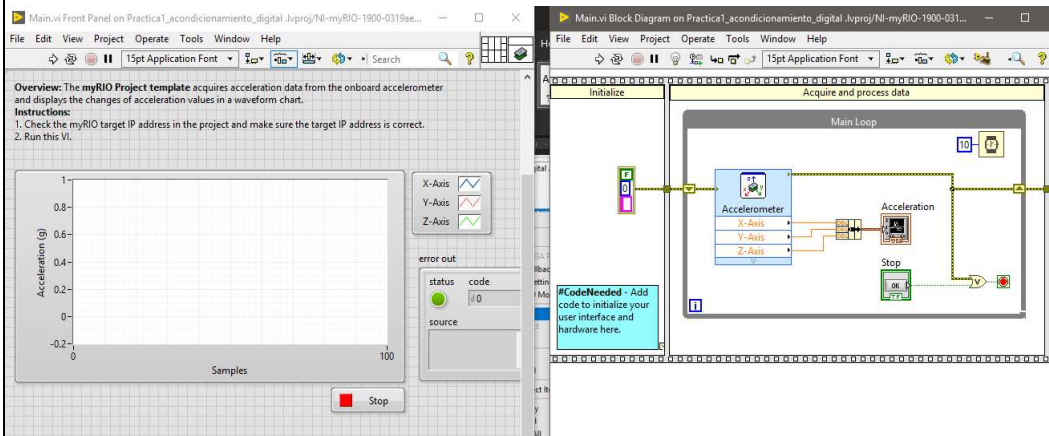


Figura 50. Bloque de diagrama y panel frontal de práctica 1

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 51.

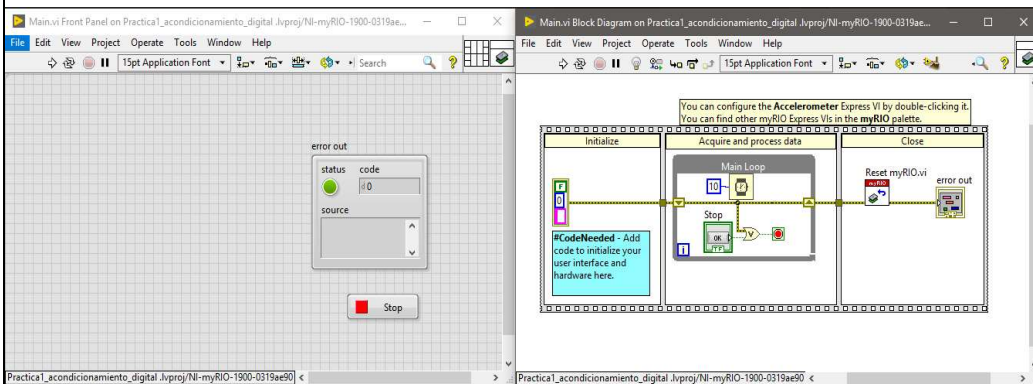


Figura 51. VI principal en práctica 1

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 52.

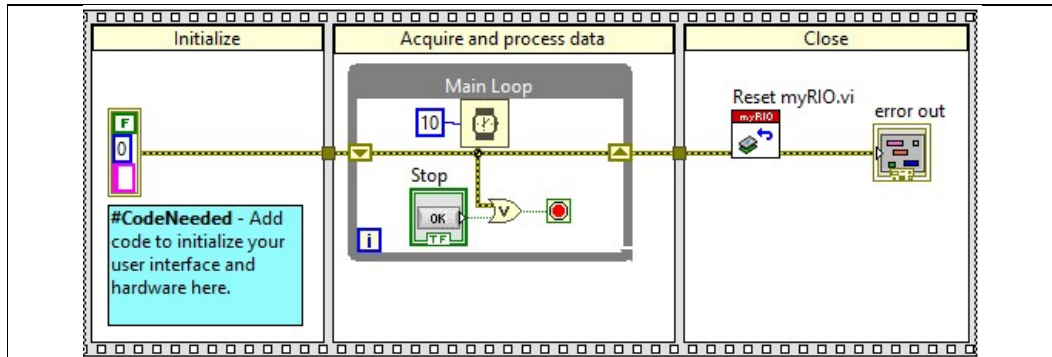


Figura 52. Diagrama de control práctica 1

Paso 8. Creación de pin digital como salida

Ingresar en el bloque de diagrama un control digital como salida ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >>digital output** como se muestra en la Figura 53.

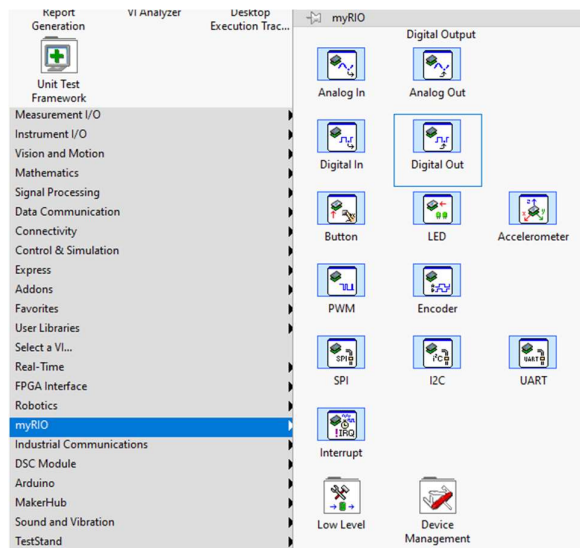


Figura 53. Ingreso de pin digital en práctica 1

Paso 9. Configuración de pin digital en myRio

Al ingresar el bloque digital se abre una ventana emergente o cuadrado de adquisición y procesamiento, donde se debe configurar el pin a usar en este caso el pin 0 del Canal C como se muestra en la Figura 54.

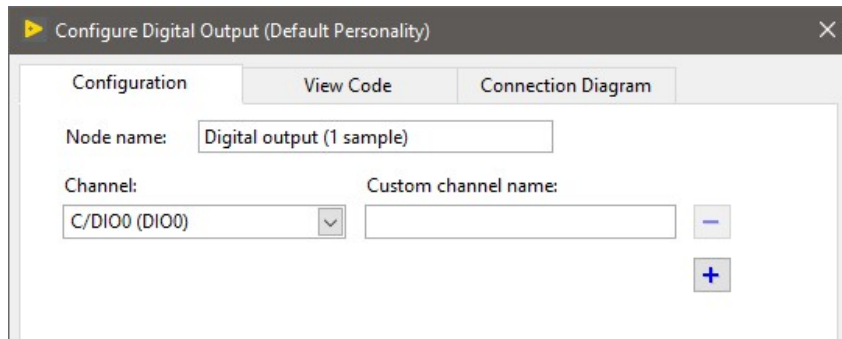


Figura 54. Configuración de pin digital en práctica 1

Paso 10. Conexión entre myRio y EPC

En la Figura 55 se muestra las conexiones a realizar entre la planta EPC con el pin de salida del EPC de control para un foco.

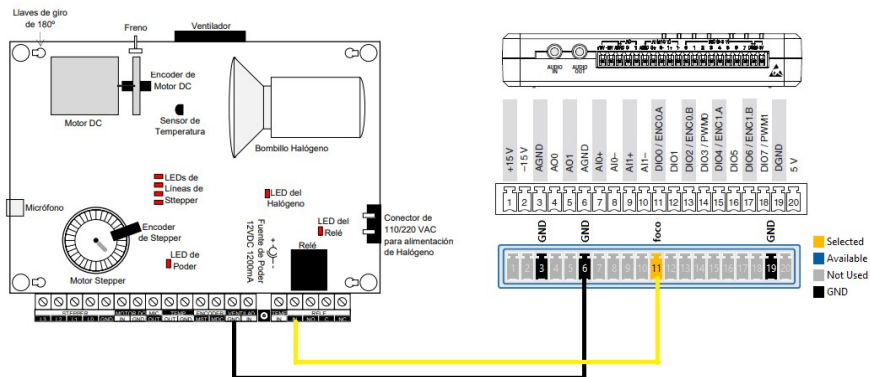


Figura 55. Esquema de conexión parte 1 de práctica 1

En la tabla 8 se muestra la conexión de la práctica 1 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Temperatura
DIO 0	Foco
D GND	Gnd

Tabla 8: Conexiones del módulo en práctica 1.

Paso 11. Configuración del pin digital en bloque de diagrama

En el bloque de diagrama se conecta la salida digital como se muestra en la Figura 56.

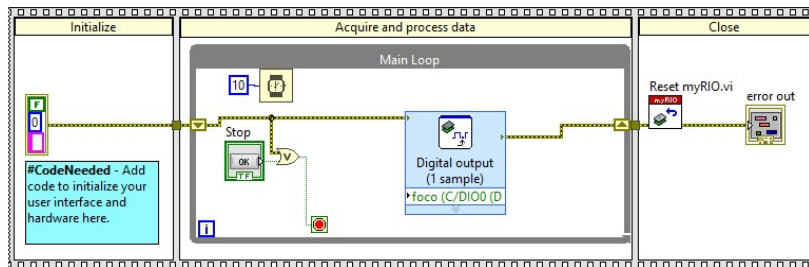


Figura 56. Diagrama de control ingreso de pin digital práctica 1

Dar click derecho sobre el digital output y seleccionar **Create>> Control** para crear un control booleano al pin asignado como se muestra en la Figura 57.

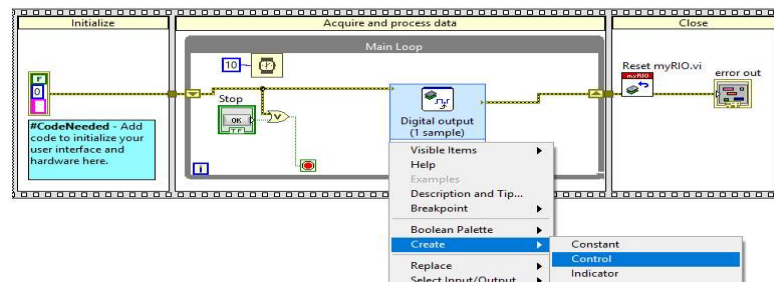


Figura 57. Creación de control para pin digital práctica 1

En la Figura 58 se muestra la forma correcta de conexión y cargar el programa en la tarjeta al seleccionar ejecutar.

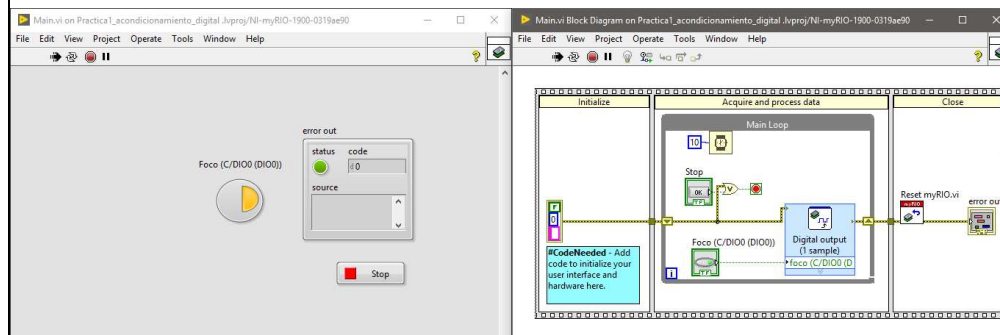


Figura 58. Carga de programa práctica 1



CONCLUSIONES:

- Con la práctica se aprendió la configuración de datos digitales como entrada y salida en myRio con el software LabView
- Se comprendió el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales digitales con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de la EPC (foco dicróico) mediante el software LabView

Práctica 2: Acondicionamiento de señales analógicas para control en la entrenadora de procesos

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA: 2	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: Acondicionamiento de señales analógicas para control en la entrenadora de procesos		
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento de datos analógicos de la myRio • Creación del proyecto • Envío de datos analógicos para control manual de la planta EPC 			
INSTRUCCIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Realizar los pasos detallados a continuación. 		
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<p><u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.</p> <p>En la ventana que se muestra en la Figura 59 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto</p>			
			
Figura 59. LabView myRio para myRio práctica 2			

En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 60 seleccionar **Plantillas** » **myRio**» **myRio Project** de la lista de proyectos.

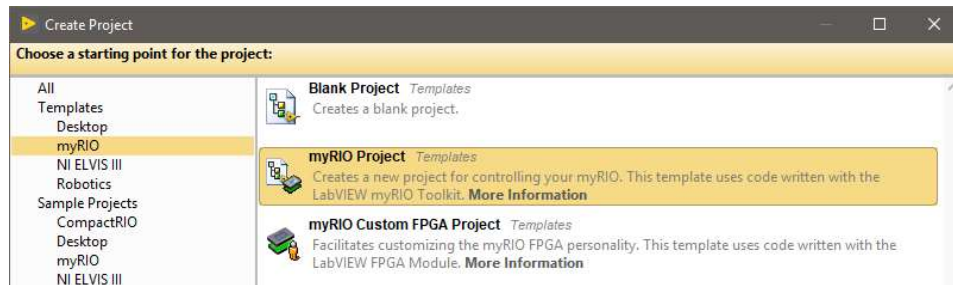


Figura 60. Menú de creación myRio práctica 2

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_2 acondicionamiento analógico y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 61.

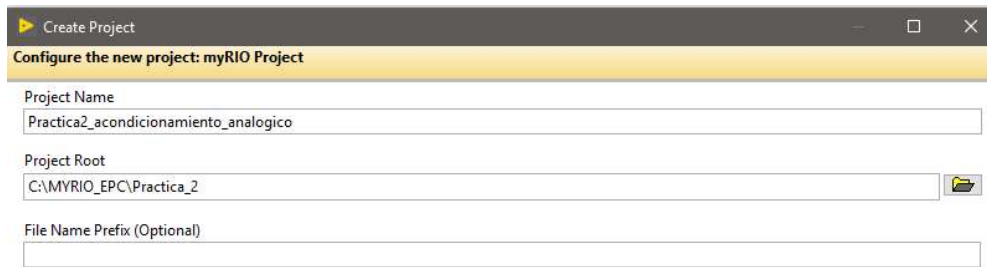


Figura 61. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 2

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 62 se muestra la configuración por la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.

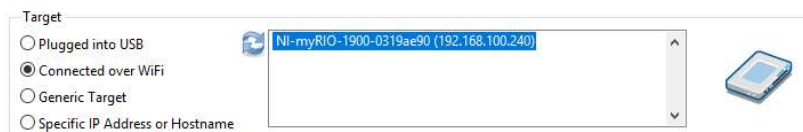


Figura 62. Ventana de LabView para myRio

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 63 se muestra los diferentes archivos del sistema al momento de la creación de un proyecto.

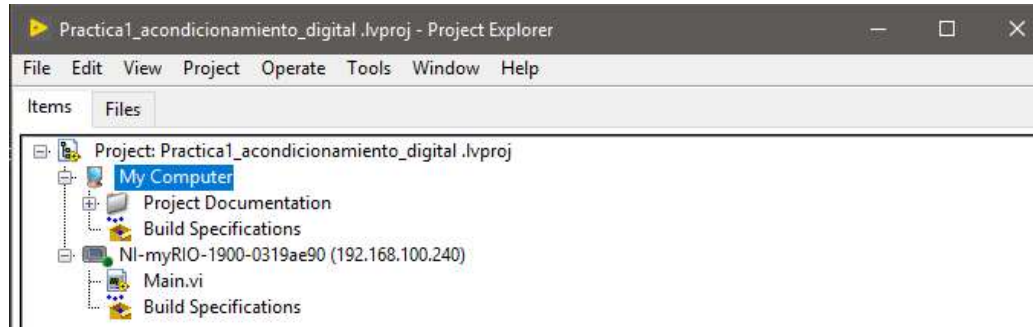


Figura 63. Ventana de navegador proyecto Práctica 2

Proceder a conectar el proyecto con la tarjeta NI myRio como se muestra en la Figura 64.

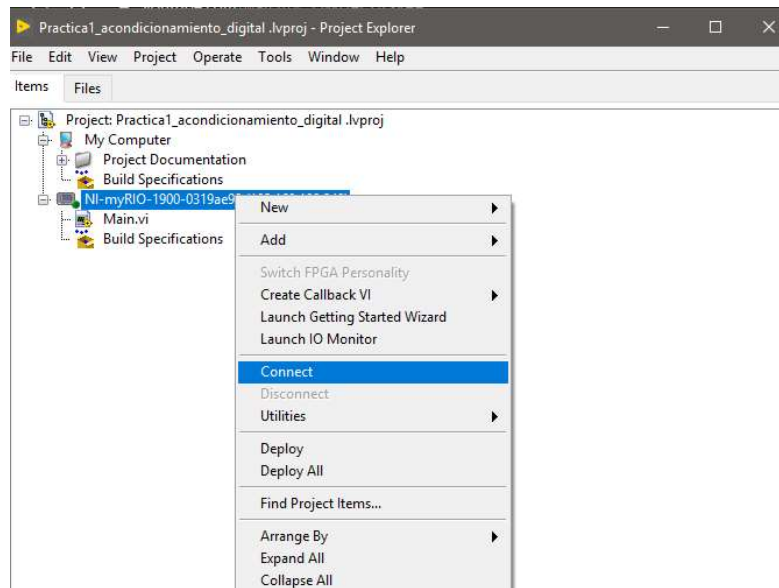


Figura 64. Conexión de myRio en práctica 2

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 65.

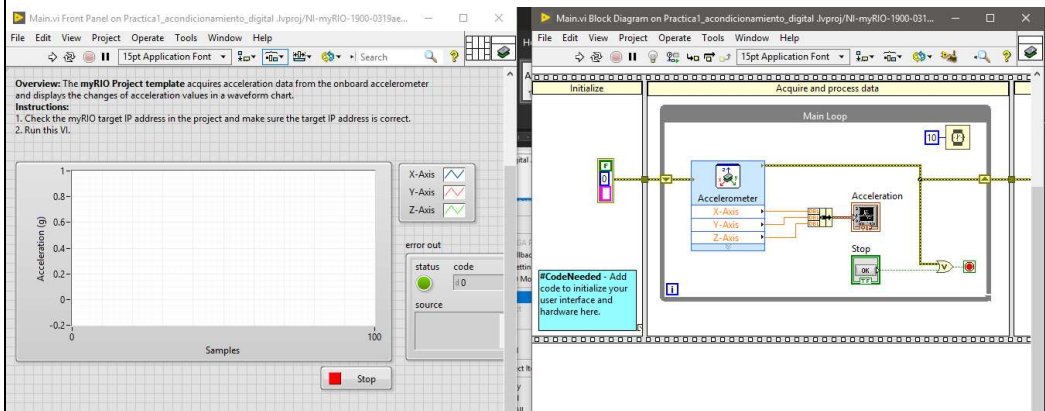


Figura 65. Bloque de diagrama y panel frontal de práctica 2

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 66.

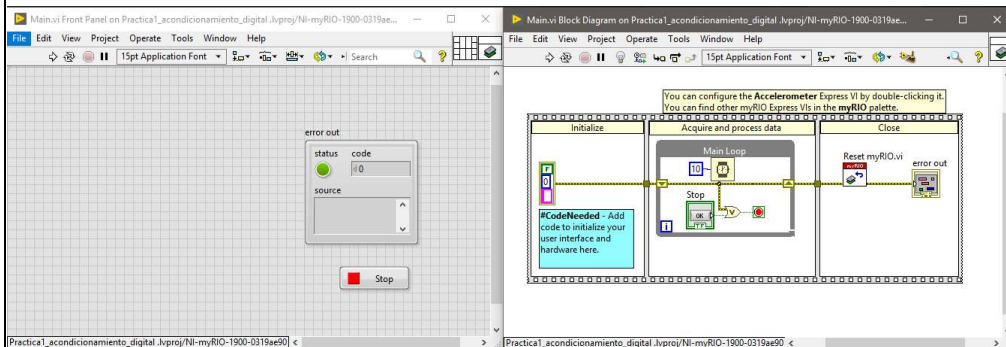


Figura 66. VI principal en práctica 2

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 67.

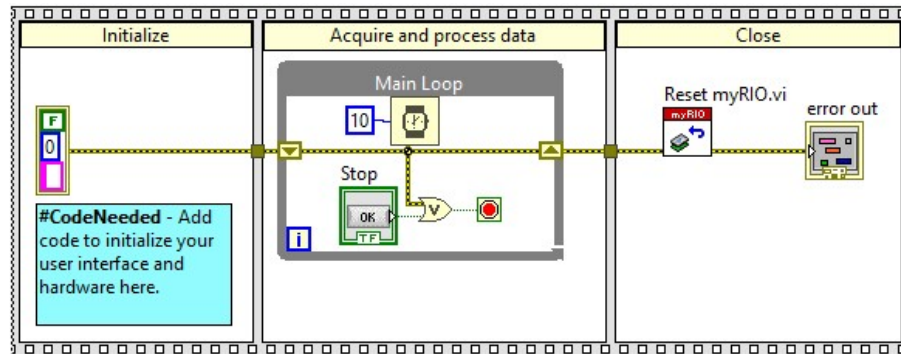


Figura 67. Diagrama de control

Paso 8. Creación de pin analógico como entrada

Ingresar en el bloque de diagrama una entrada analógica ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >> analogInput** como se muestra en la Figura 68.

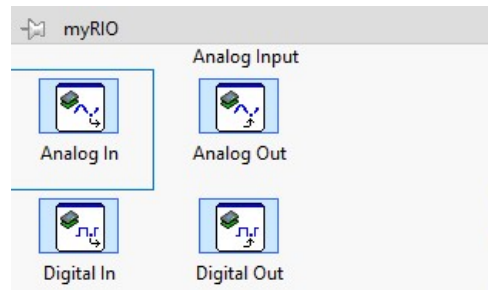


Figura 68. Ingreso de pin análogo como entrada en práctica 2

Paso 9. Configuración de pin analógico como entrada en myRio

Al ingresar el bloque analog input se abre una pantalla emergente donde se debe configurar el pin a usar en este caso el pin A0 del Canal C como se muestra en la Figura 69.

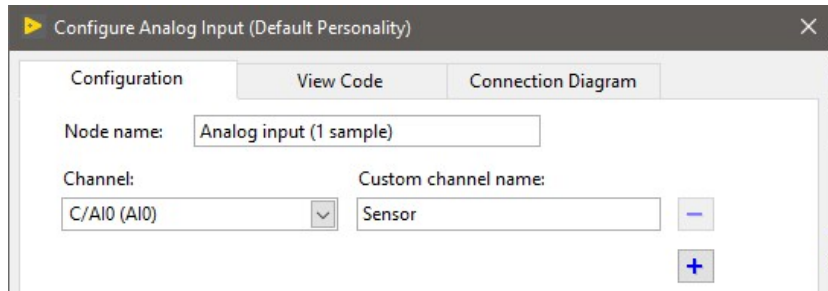


Figura 69. Configuración de pin analógico de entrada en práctica 2

Paso 10. Conexión entre myRio y EPC

En la Figura 70 se muestra las conexiones a realizar entre la planta EPC con la entrada pin de salida del EPC de control para un foco.

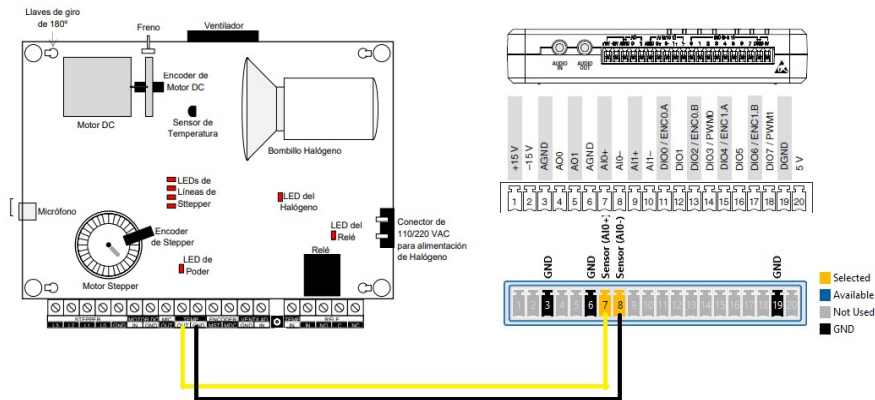


Figura 70. conexión entre EPC y myRio práctica 2

En la tabla 9 se muestra la conexión de la práctica 2 de la maleta didáctica.

Entrada Analógicas	Temperatura
A10+	OUT
A10-	GND

Tabla 9: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 2.

Paso 11. Conexión Block Diagrama

En el bloque de diagrama se conecta la salida digital como se muestra en la Figura 71.

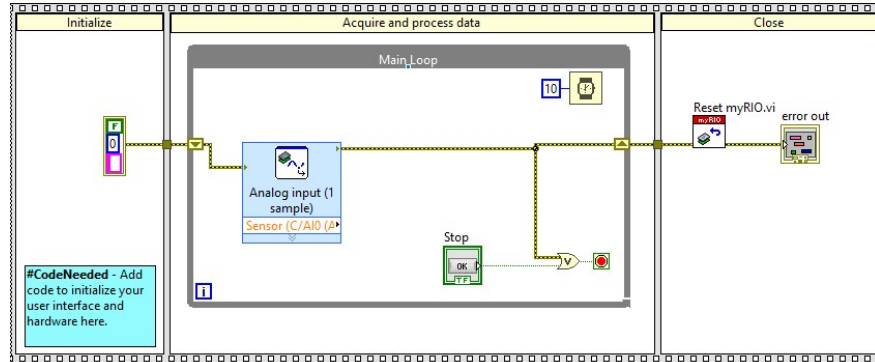


Figura 71. Bloque de diagrama conexión con entrada analógica práctica 2

Paso 12. Conversión de dato analógico a grados Celsius

Al realizar la conexión en el bloque de diagrama se procede a condicionar dicha entrada perteneciente a un sensor LM35 de voltaje a un dato en grado Celsius del sensor de la EPC como se muestra en la Figura 72.

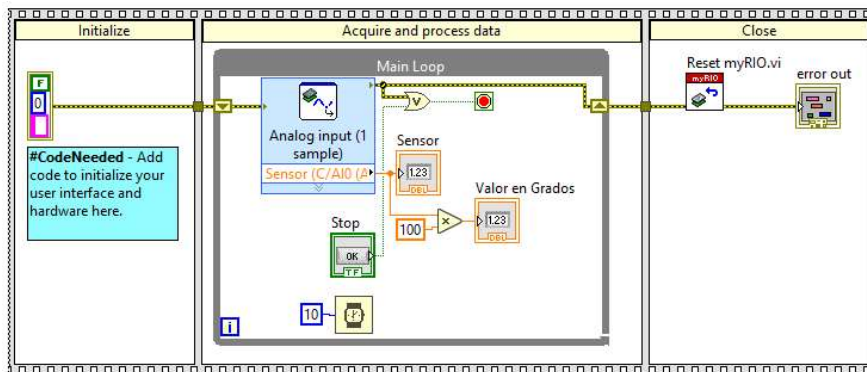


Figura 72. Bloque de diagrama acondicionamiento analógico práctica 2

Paso 13. Panel Frontal -variables

En el panel frontal se reflejarán las variables creadas como se muestra en la Figura 73.

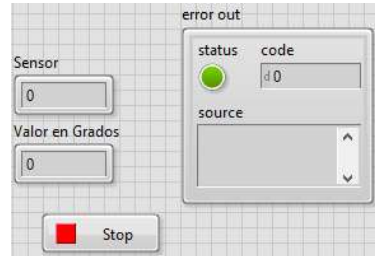


Figura 73. Panel frontal con indicadores práctica 2

Paso 14. Generar una señal analog como salida

Ingresar en el bloque de diagrama una salida analógica ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio>>analogOutput** como se muestra en la Figura 74.

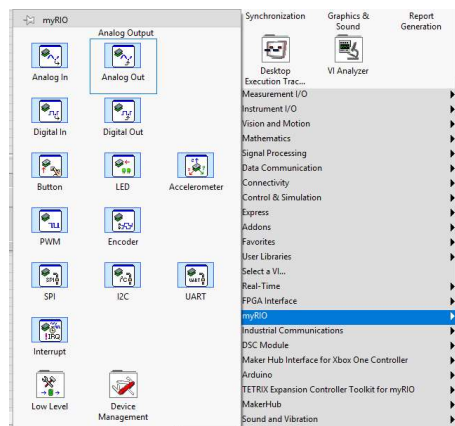


Figura 74. Agregar salida analógica práctica 2

Paso 15. Configuración de pin analógico como salida en myRio

Al agrega el bloque analog output se muestra una ventana emergente donde se debe configurar el pin a usar en este caso el pin A0 del Canal C, como se muestra en la Figura 75.

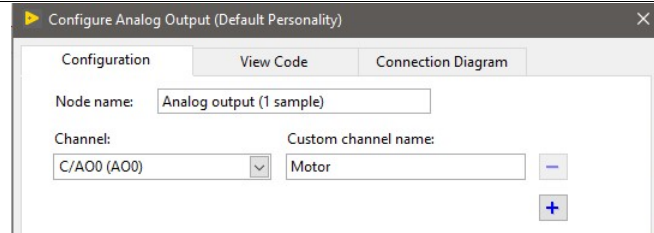


Figura 75. Configuración salida analógica práctica 2

Paso 16. Conexión entre myRio y EPC

Se procede a realizar las conexiones a la planta EPC con el pin de salida del EPC de control para el control del ventilador como se muestra en la Figura 76.

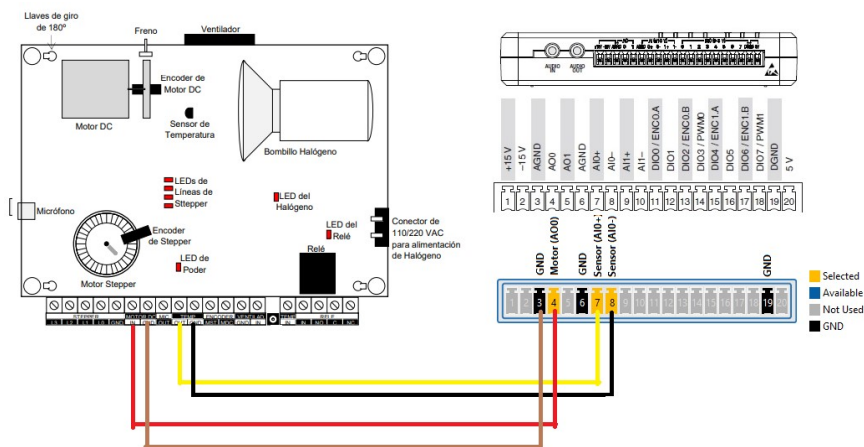


Figura 76. Conexión entre myRio y EPC práctica 2

En la tabla 10 se muestra la conexión de la práctica 2 de la maleta didáctica.

Salidas Analógicas	Motor
AO0+	M.IN
AO0-	Gnd

Tabla 10: Conexiones del módulo salida analógica en práctica 2.

Paso 17. Conexión Block Diagrama

En la Figura 77 se detalla la conexión de la salida analógica con el bloque anterior.

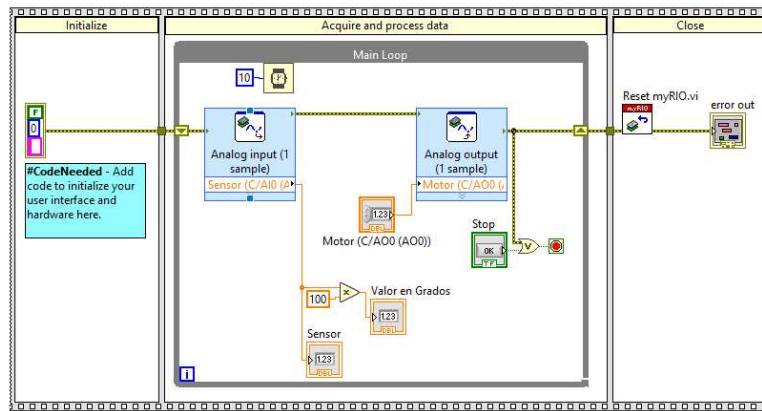


Figura 77. Diagrama de control

Paso 18. Cargar el programa

Se procede a cargar el programa dando click en ejecutar como se muestra en la Figura 78

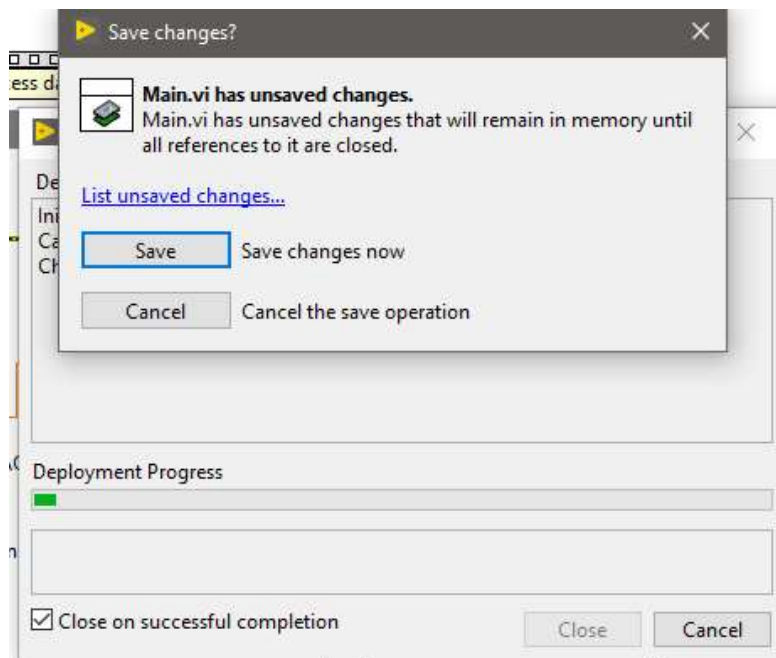


Figura 78. Diagrama de control



CONCLUSIONES:

- Con la práctica se aprendió la configuración de datos analógicos de como entrada y salida en myRio con el software LabView
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales analógicas con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de la EPC (foco dicroico) mediante el software LabView
- Se acondiciona la señal de un sensor LM35 de un valor en voltaje a grados Celsius.

Práctica 3: Control continuo PID de temperatura

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	3	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: Control continuo PID de temperatura.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Creación del proyecto• Diseño de un controlador PID de temperatura• Manejo de la EPC• Manejo de la myRio			
INSTRUCCIONES		1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Realizar los pasos detallados a continuación.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.			
En la ventana que se muestra en la Figura 79 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto .			
			
Figura 79. Ventana de LabView para myRio práctica 3			
En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 80 seleccionar Plantillas » myRio»» myRio Project de la lista de proyectos.			

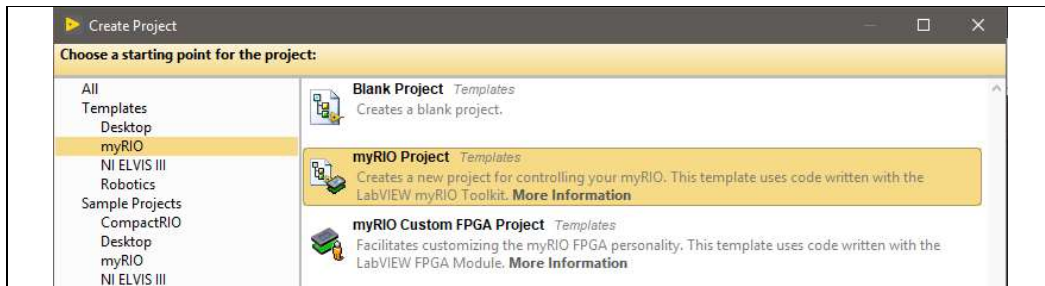


Figura 80. Menú de creación myRio práctica 3

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_3_ Control continuo PID de temperatura y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 81.

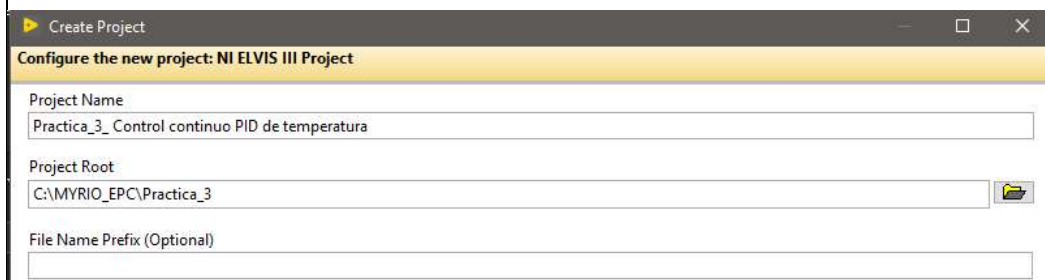


Figura 81. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 3

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 82 se muestra la configuración para la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.

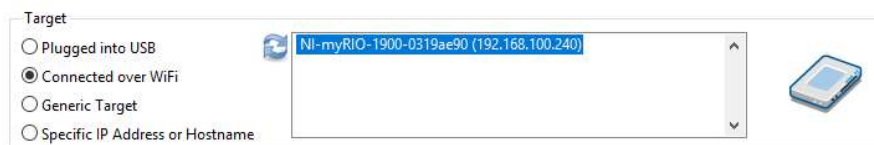


Figura 82. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 3

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 83 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

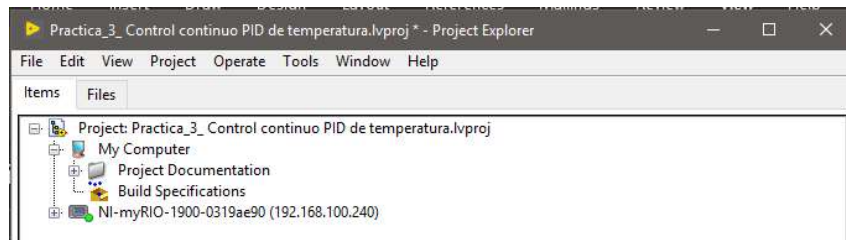


Figura 83. Ventana de administrador de proyecto práctica 3

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 84.

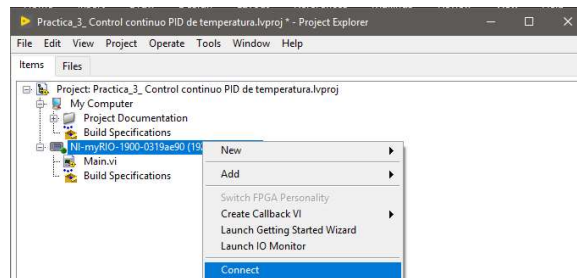


Figura 84. Ventana de conexión con NI myRio práctica 3

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 85.

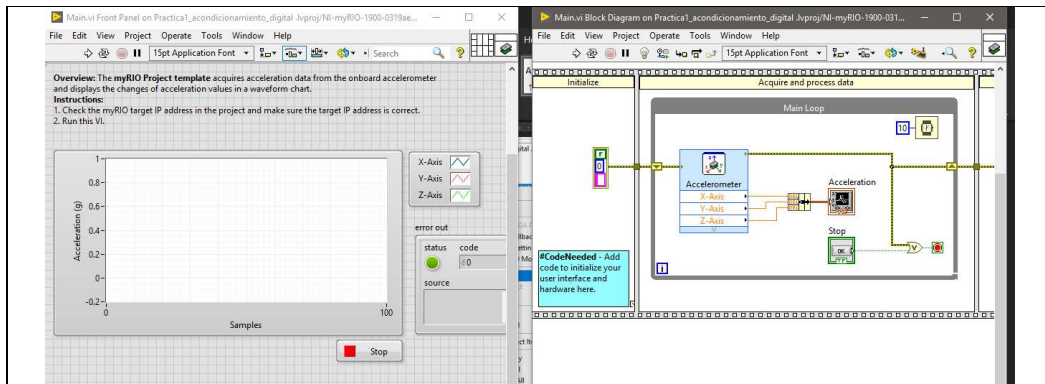


Figura 85. Bloque y panel de LabView en práctica 3

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 86.

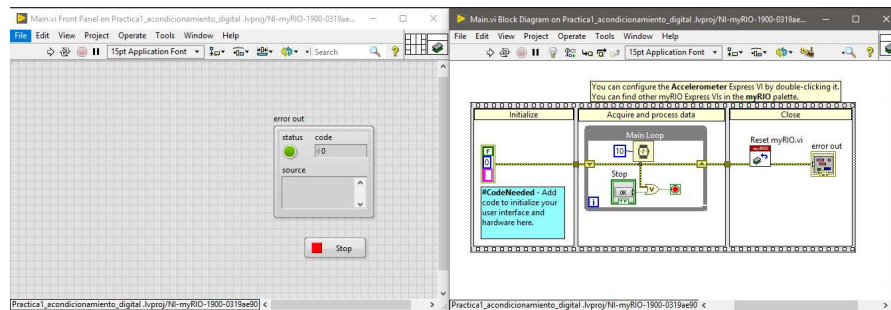


Figura 86. Main principal práctica 3

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 87.

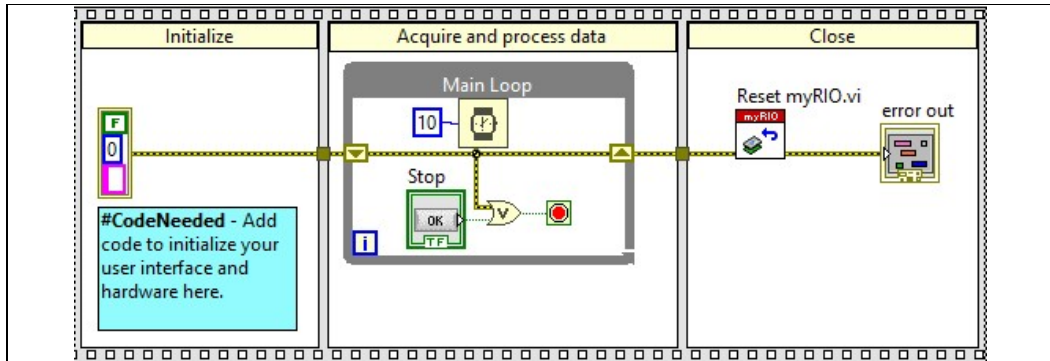


Figura 87. Diagrama de control práctica 3

Paso 8 Crear una salida PWM para control del foco

Ingresar en el bloque de diagrama una salida PWM ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >> PWM** como se muestra en la Figura 88.

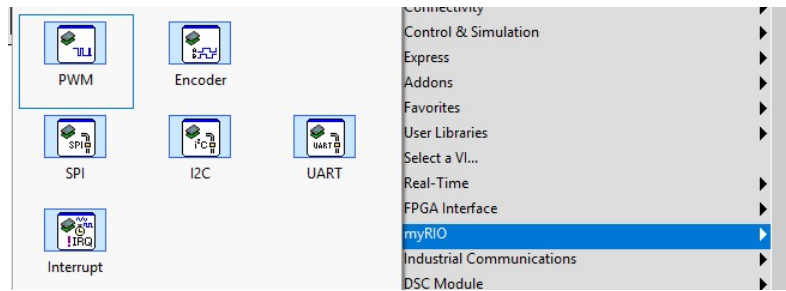


Figura 88. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 3

Paso 9 ConFigurar salida PWM

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 89 se conFigura el pin de la myRio a conectar al EPC para el control del foco dicroico, se selecciona el puerto C y el PWM0.

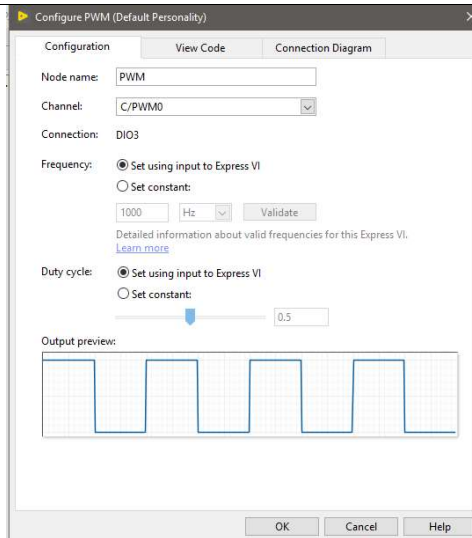


Figura 89. Configuración de salida PWM práctica 3

Paso 10 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 90 .

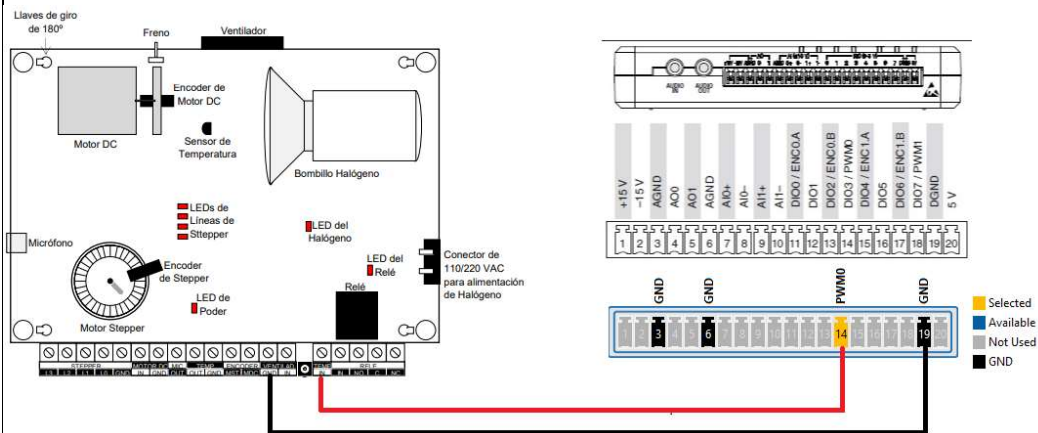


Figura 90. Conexiones salidas PWM de práctica 3

En la tabla 11 se muestra la conexión de la práctica 3 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Temperatura
DIO 3 / PWM 0	Foco
D GND	Gnd

Tabla 11: Conexiones del módulo en práctica 3.

Paso 11 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 91

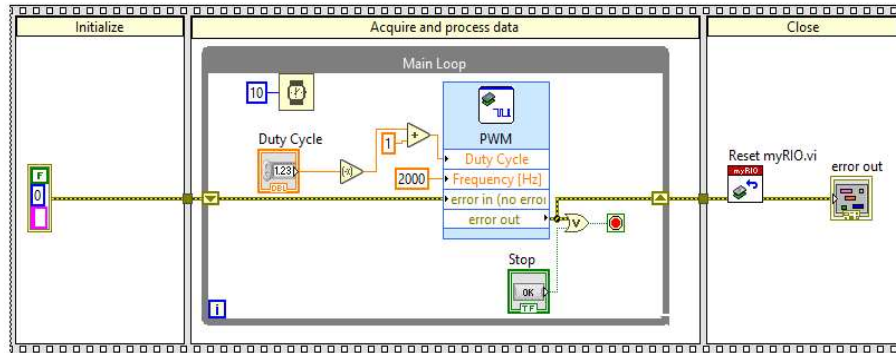


Figura 91. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 3

Paso 12 Crear una entrada analógica al sensor LM35

En el block diagrama se crea una entrada analógica(Analog Input) la cual permitirá adquirir el valor de temperatura mediante un sensor LM35, seleccionar en “**Bloque de diagrama >> myRio>>AnalogInput**” como se ve en Figura 92.

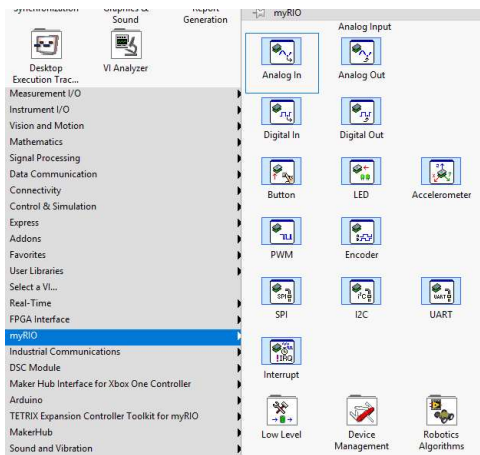


Figura 92. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 3

Paso 13 Configuración de la entrada analógica

En la Figura 93 se muestra la configuración al momento del ingreso de la entrada analógica se configura en el puerto C AI0 con el nombre sensor .

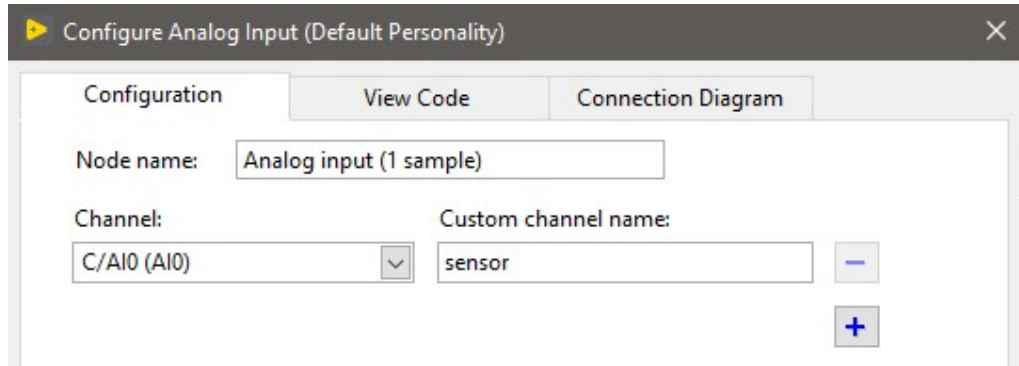


Figura 93. Configuración de la entrada analógica práctica 3

Paso 14 Conexiones entre EPC y myRio para entrada análoga

En la EPC se procede a conectar la entrada análoga con la salida de la myRio como se muestra en la Figura 94.

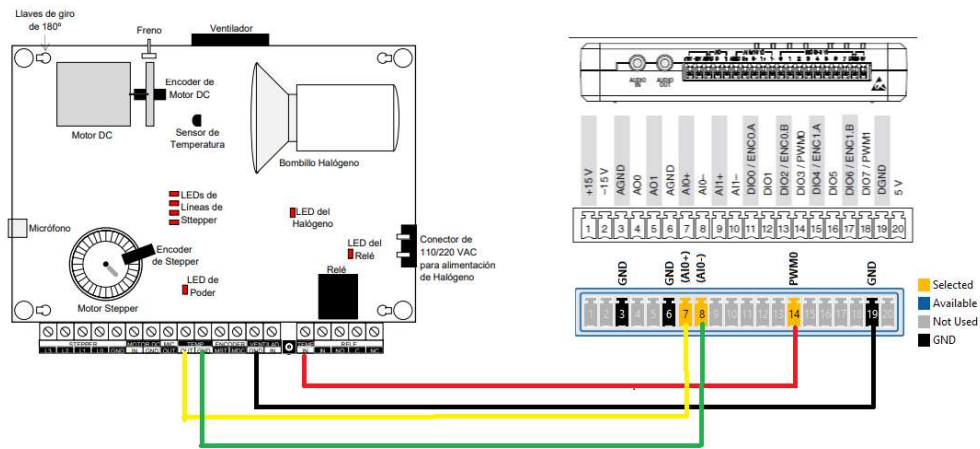


Figura 94. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 3

En la tabla 12 se muestra la conexión de la práctica 3 de la maleta didáctica entre la EPC y la entrada analógica.

Entrada Analógicas	Temperatura
AI0+	OUT
AI0-	GND

Tabla 12: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 3.

Paso 15 Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35

En el bloque de diagrama se procede a conectar en caSCADA el nuevo bloque, se acondiciona la variable para convertir de voltios a grados calcios mediante la multiplicación con una ganancia de 100 ya que el sensor analógico trabaja a 10mV por grado calcios como se muestra en Figura 95.

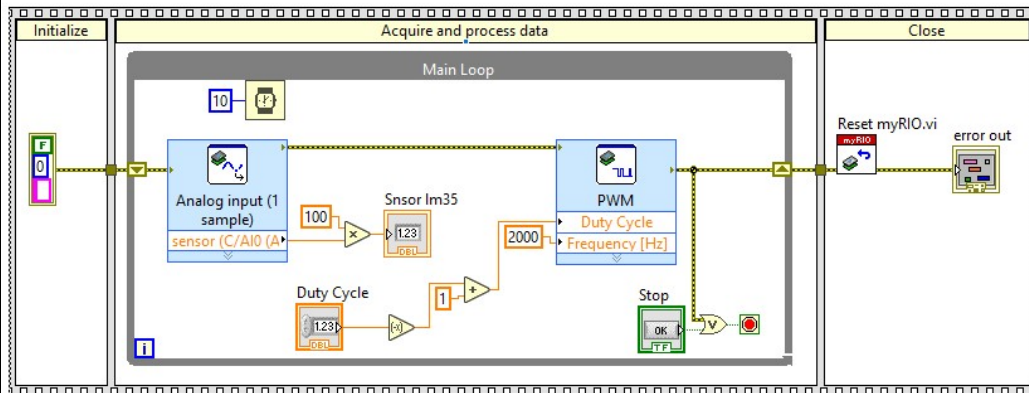


Figura 95. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 3

Paso 16 Agregar el bloque PID

Se procede a crear un bloque de control PID en el bloque de diagrama se selecciona **block diagram>>Control y simulación >>PID >>PID** como se muestra en la Figura 96.

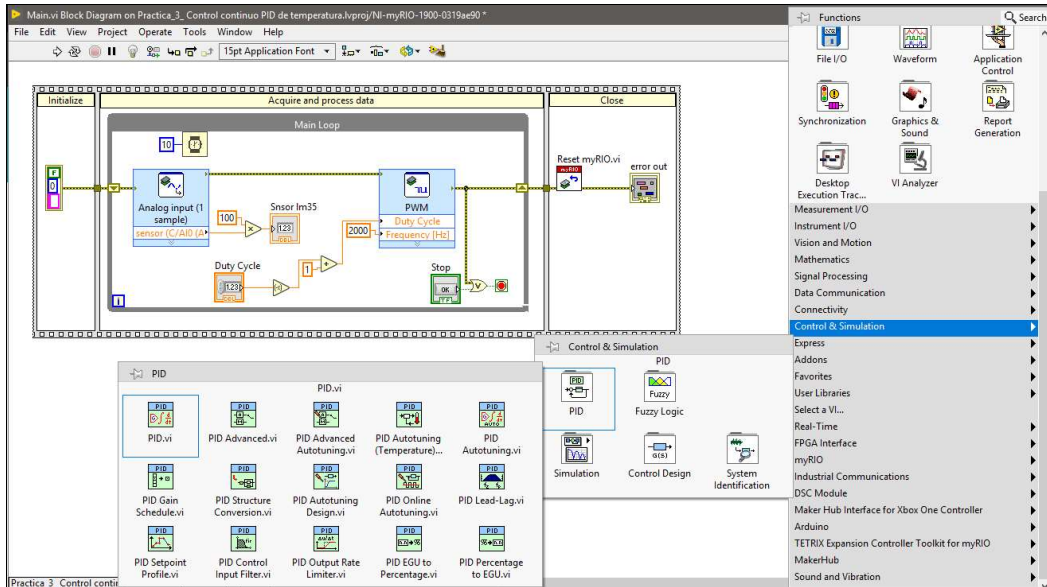


Figura 96. Agregar el bloque PID práctica 3

Paso 17 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID creando controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la entrada analógica luego del acondicionamiento y la salida del controlador PID al bloque de PWM para realizar el control del foco como se muestra en la Figura 97.

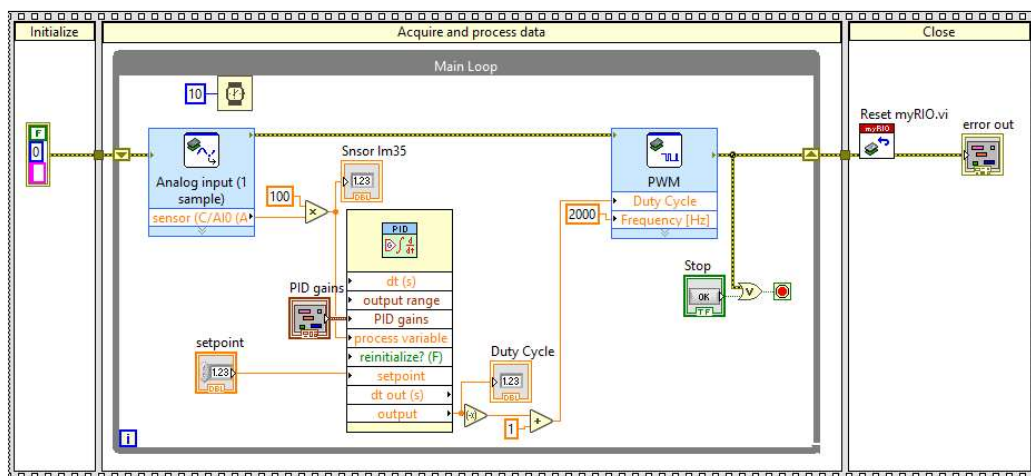


Figura 97. Bloque de agregar PID práctica 3

Paso 18 Agregar una perturbación al sistema

Se agrega una salida para el control de un ventilador que simulara la perturbación del sistema al sistema mediante una salida digital se selecciona en “**bloque de diagrama>>myRio>>digital Output**” como se muestra Figura 98.

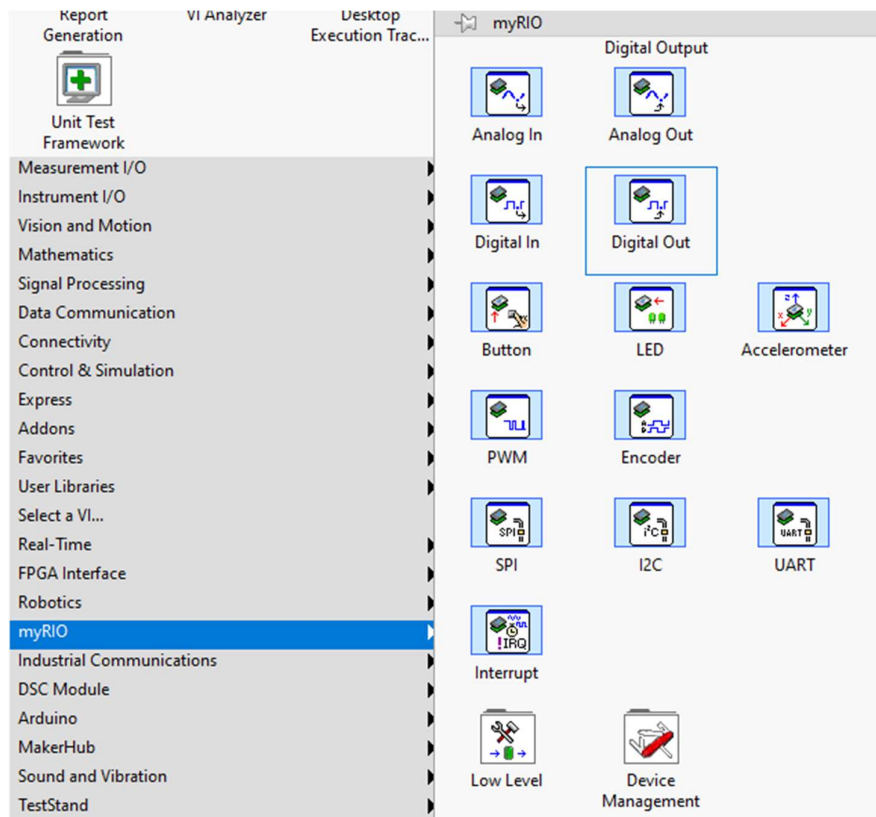


Figura 98. Agregar el bloque de control perturbación práctica 3

Paso 19 Configuración del pin del ventilador del EPC con la myRio

Se configura el pin del ventilador en el puerto c de la tarjeta myRio como se muestra en la Figura 99.

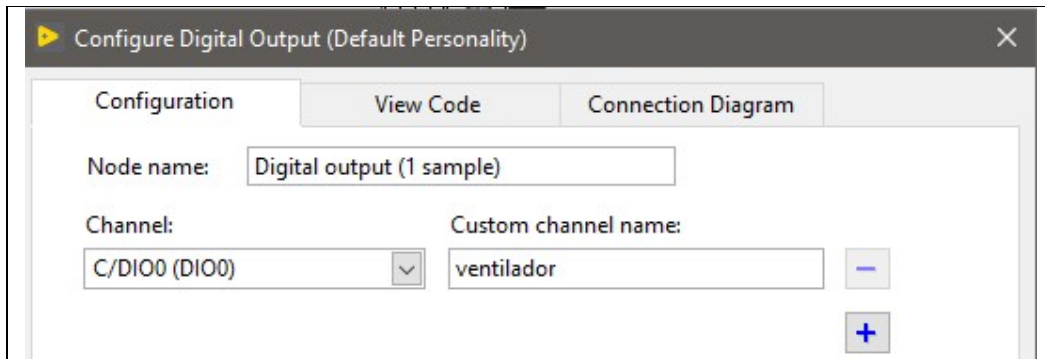


Figura 99. Configuración de pin del ventilador práctica 3

Las conexiones físicas se muestran en la Figura 100.

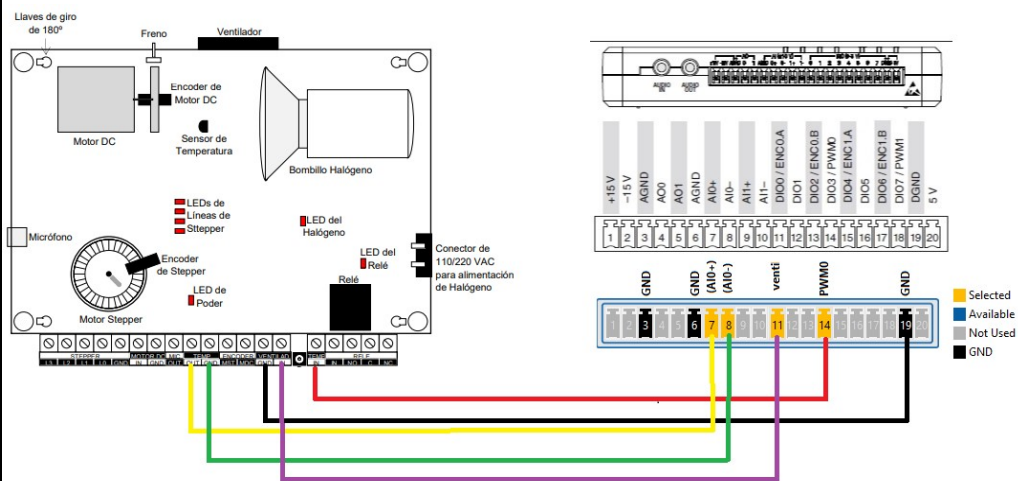


Figura 100. Conexión de pin del ventilador en práctica 3

En la tabla 13 se muestra la conexión de la práctica 3 del ventilador.

Entrada Analógicas	Temperatura
C DO1	VENT.
DGND	DGND

Tabla 13: Conexiones del ventilador en práctica 3.

Paso 20 Conexiones en el bloque de diagrama del ventilador

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque de salida digital para simular la perturbación del control del foco como se muestra en la Figura 101.

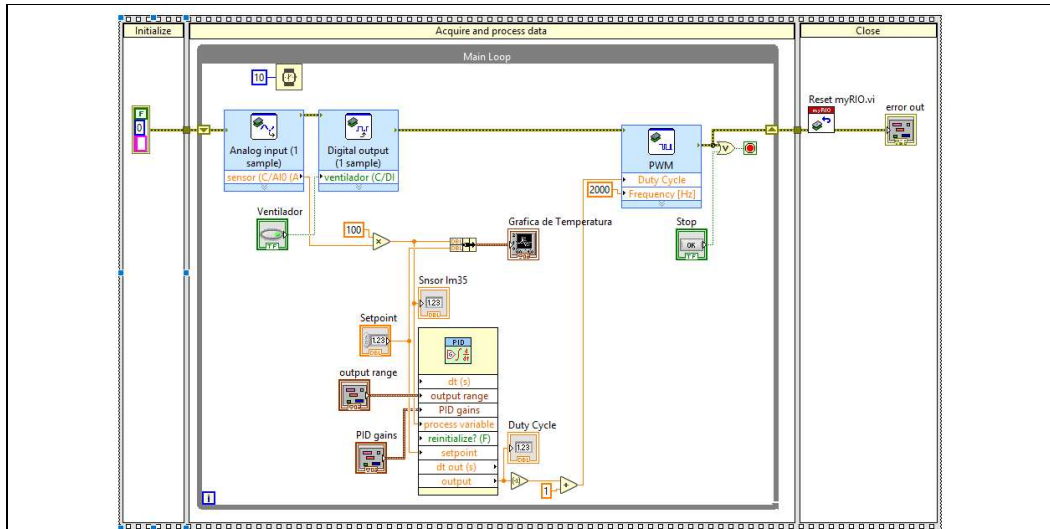


Figura 101. Conexiones en el bloque de diagrama del ventilador práctica

3

Paso 21 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a crear un Graphics car para visualizar los datos de referencia y el valor del sensor , las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 102.

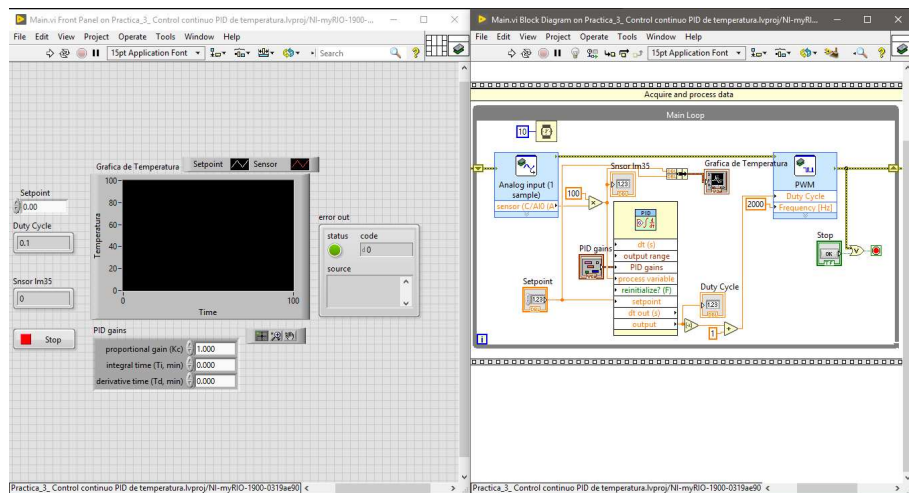


Figura 102. Creación de visualizador grafico práctica 3

Paso 22 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 103.

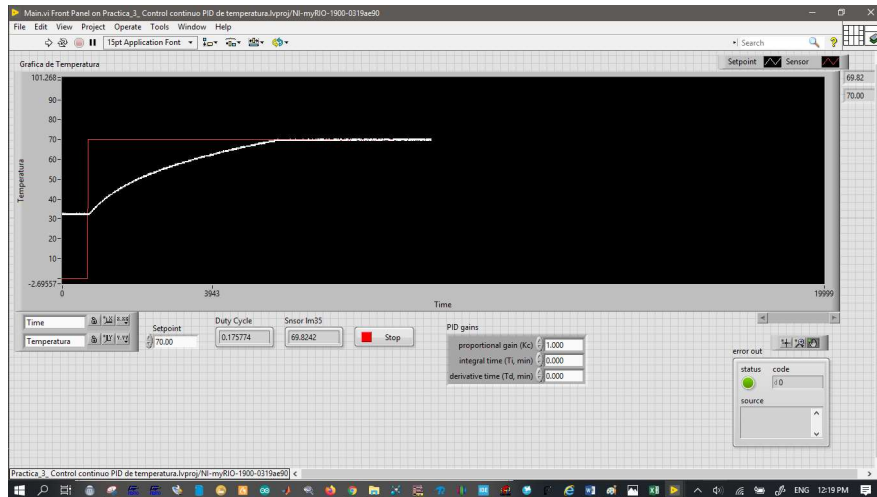


Figura 103. Muestreo de valores práctica 3

Paso 23 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo en LabView obtenemos el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 104.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 104. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 3

Paso 24 Dibujo de paso unitario

En la Figura 105 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=84 y T=665 aplicando la tabla del paso 20 el resultado es $K_P=0.938$, $K_i=16.8$ y $K_d=4.25$

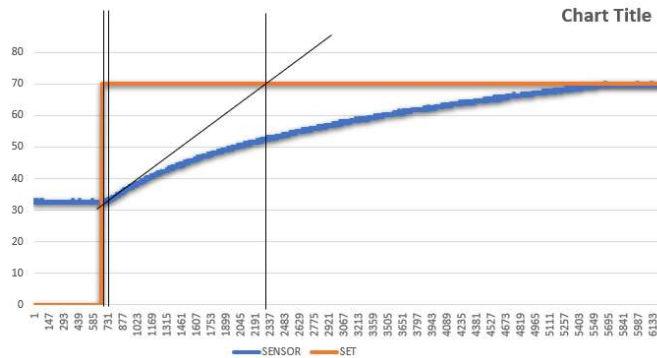


Figura 105. Dibujo de paso unitario práctica 3

Paso 25 Ejecutar el vi

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 106

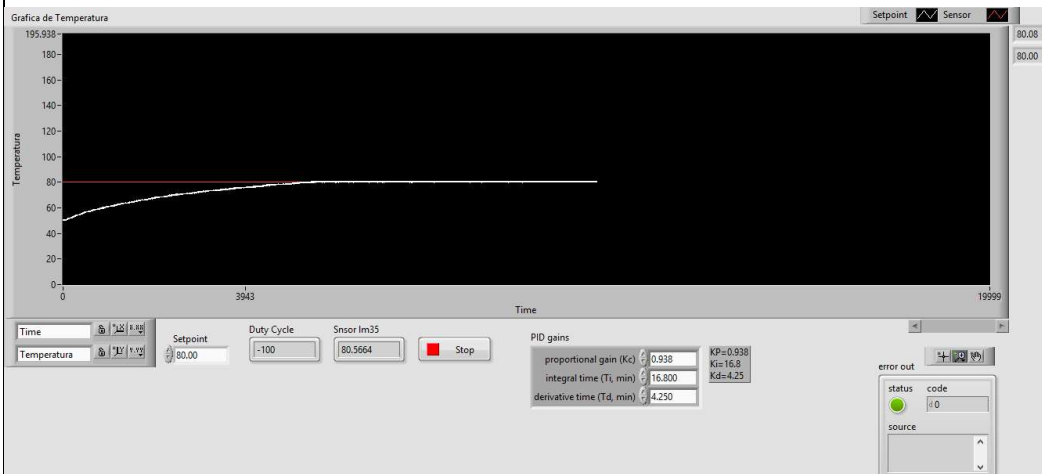


Figura 106. Diagrama de control



CONCLUSIONES:

- Con la práctica se aprendió la configuración de datos analógicos de como entrada y salida en myRio con el software LabView
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales analógicas con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de la EPC (foco dicroico) mediante el software LabView
- Se acondiciona la señal de un sensor LM35 de un valor en voltaje a grados Celsius.

Práctica 4: Control continuo PID de temperatura mediante windup comparación entre sistema sin windup y con windup.

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	4	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: Control continuo PID de temperatura mediante windup comparación entre sistema sin windup y con windup.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Creación del proyecto • Diseño de un controlador PID de temperatura • Manejo de la EPC • Manejo de la myRio • Comparación entre sistema sin windup y con windup. 			
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Realizar los pasos detallados a continuación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<p><u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.</p> <p>En la ventana que se muestra en la Figura 107 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p>			
			
<p>Figura 107. Ventana de LabView para myRio práctica 4</p>			
<p>En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 108 seleccionar Plantillas » myRio>> myRio Project de la lista de proyectos.</p>			

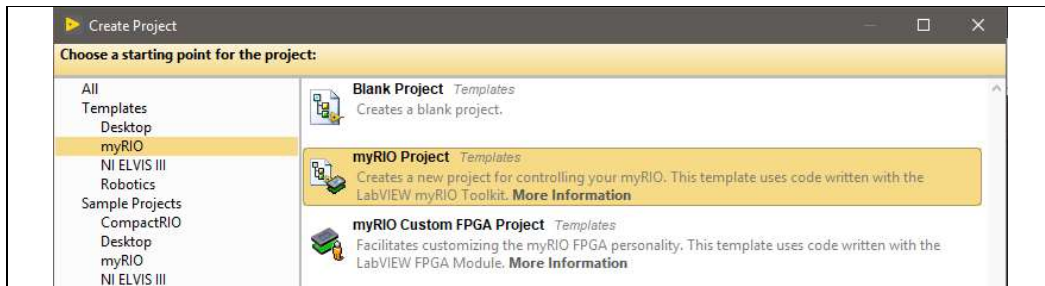


Figura 108. Menú de creación myRio práctica 4

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_4_ Control continuo PID Control continuo PID sin windup y con windup. y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 109.

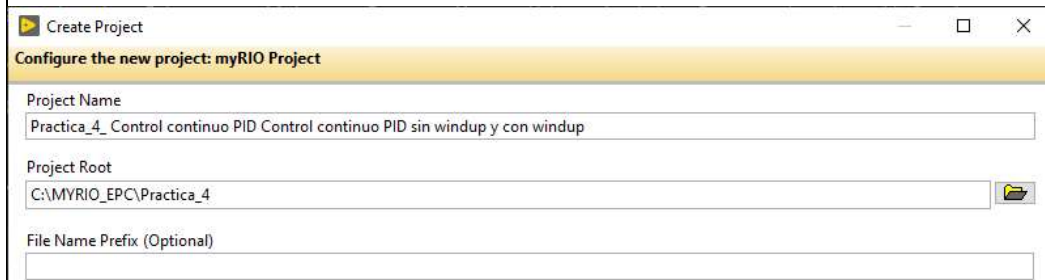


Figura 109. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 4

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 110 se muestra la configuración para la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.



Figura 110. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 4

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 111 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

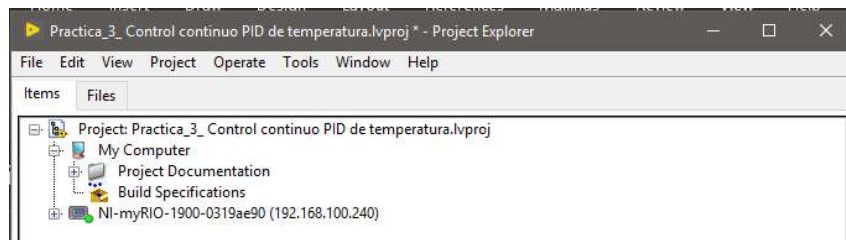


Figura 111. Ventana de administrador de proyecto práctica 4

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 112.

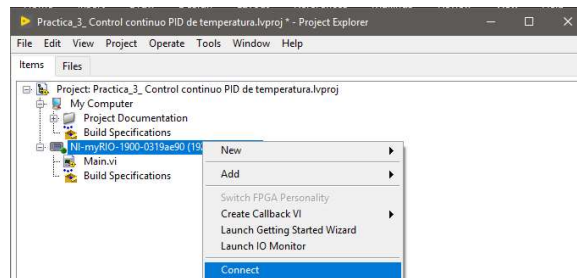


Figura 112. Ventana de conexión con NI myRio práctica 4

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 113.

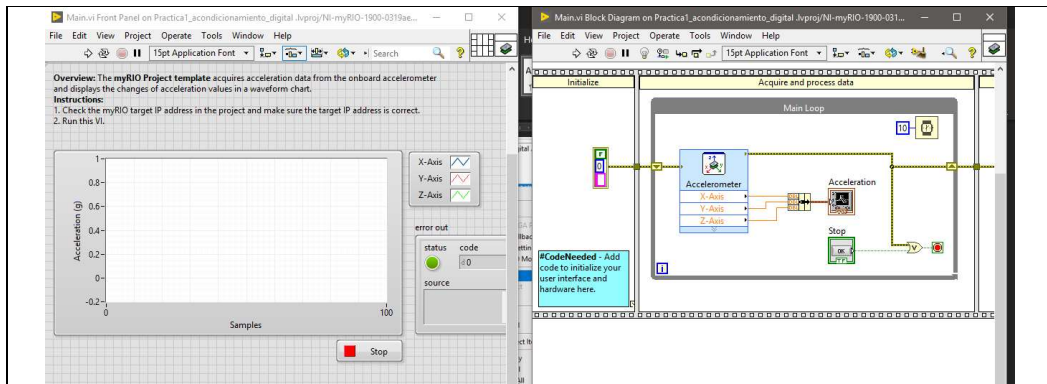


Figura 113. Bloque y panel de LabView en práctica 4

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 114.

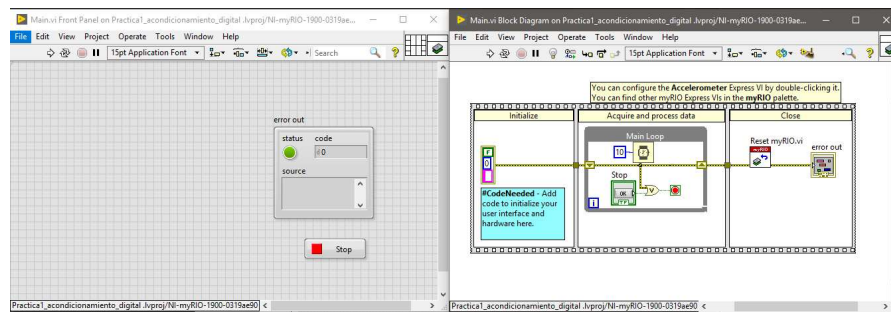


Figura 114. Main principal práctica 4

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 115.

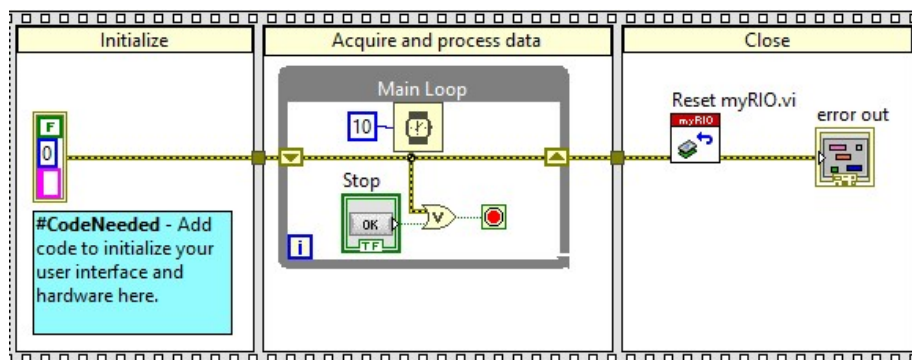


Figura 115. Diagrama de control práctica 4

Paso 8 Crear una salida PWM para control del foco

Ingresa en el bloque de diagrama una salida PWM ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRIO >> PWM** como se muestra en la Figura 116.

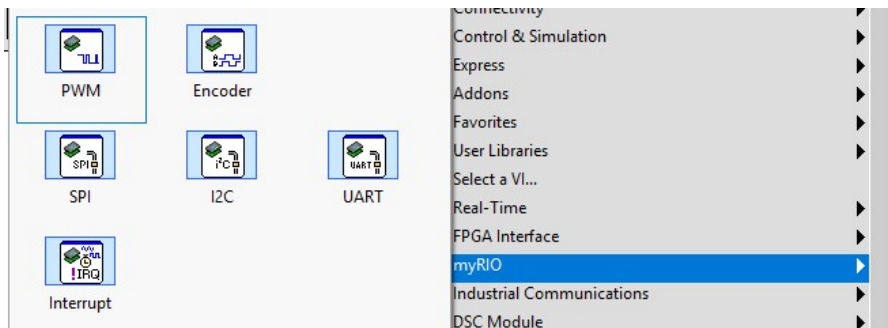


Figura 116. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 4

Paso 9 ConFigurar salida PWM

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 117 se configura el pin de la myRio a conectar al EPC para el control del foco dicroico, se selecciona el puerto C y el PWM0.

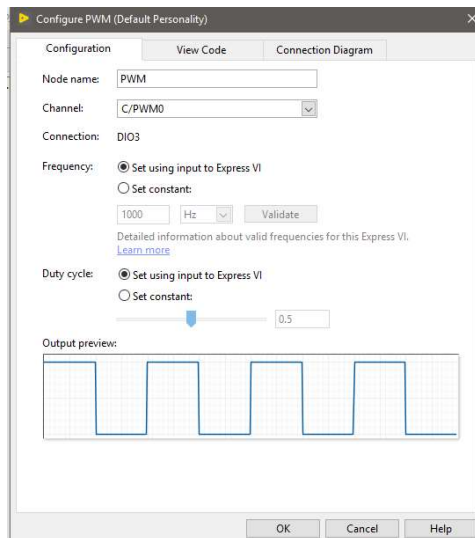


Figura 117. Configuración de salida PWM práctica 4

Paso 10 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 118.

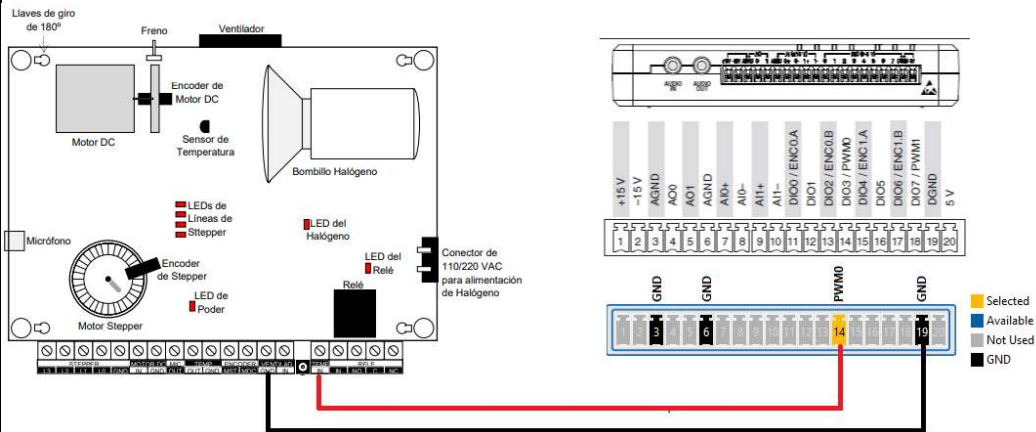


Figura 118. Conexiones salidas PWM de práctica 4

En la tabla 14 se muestra la conexión de la práctica 4 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Temperatura
DIO 3 / PWM 0	Foco
D GND	Gnd

Tabla 14: Conexiones del módulo en práctica 4.

Paso 11 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 119.

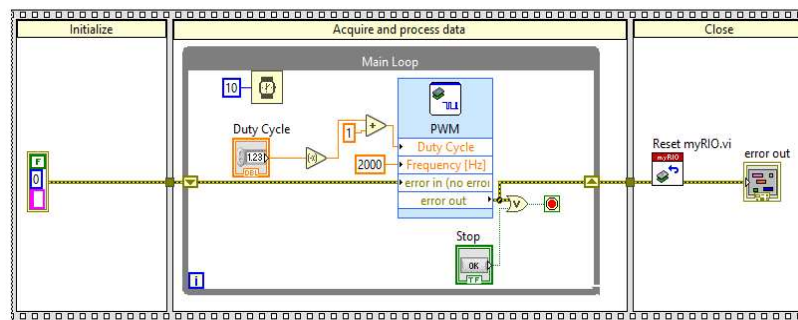


Figura 119. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 4

Paso 12 Crear una entrada analógica al sensor LM35

En el block diagrama se crea una entrada analógica(Analog Input) la cual permitirá adquirir el valor de temperatura mediante un sensor LM35, seleccionar en “**Bloque de diagrama >> myRio>>AnalogInput**” como se ve en Figura 120.

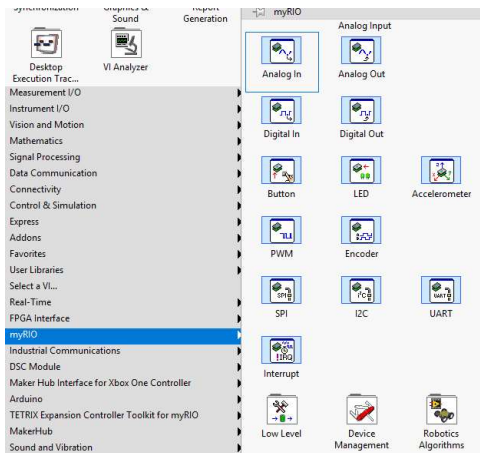


Figura 120. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 4

Paso 13 Configuración de la entrada analógica

En la Figura 121 se muestra la configuración al momento del ingreso de la entrada analógica se configura en el puerto C AI0 con el nombre sensor .

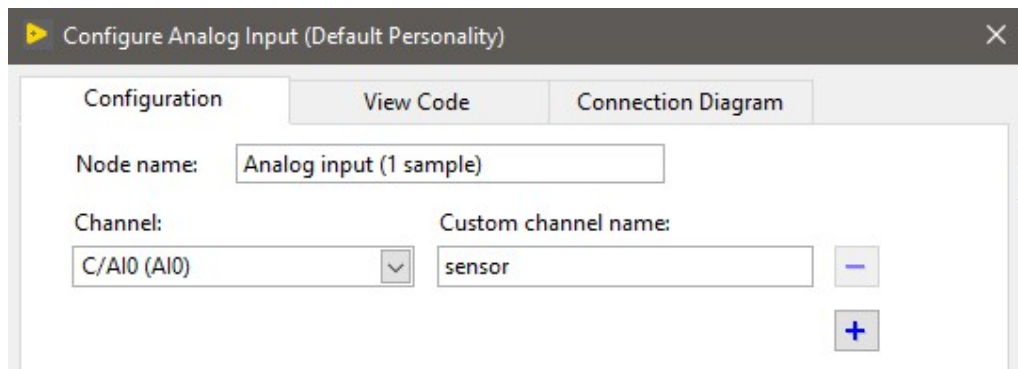


Figura 121. Configuración de la entrada analógica práctica 4

Paso 14 Conexiones entre EPC y myRio para entrada análoga

En la EPC se procede a conectar la entrada análoga con la salida de la myRio como se muestra en la Figura 122.

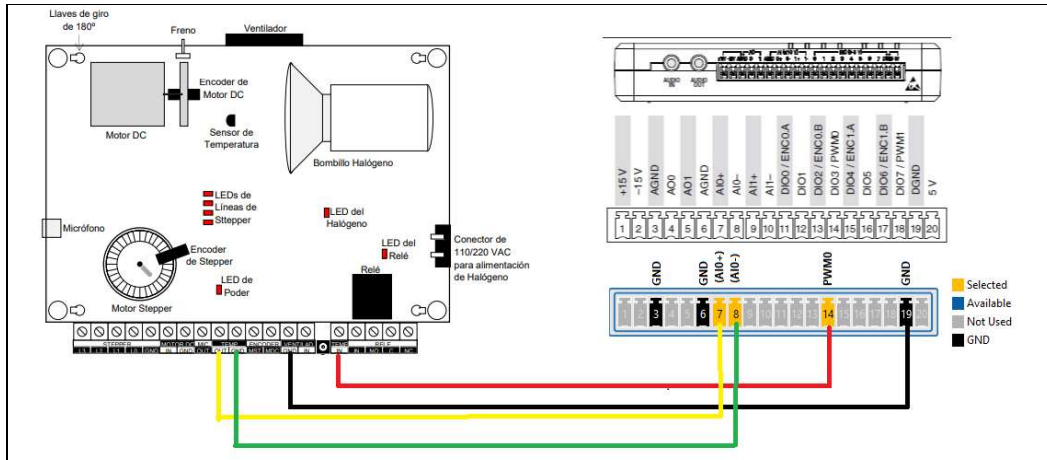


Figura 122. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 4

En la tabla 15 se muestra la conexión de la práctica 4 de la maleta didáctica entre la EPC y la entrada analógica.

Entrada Analógicas	Temperatura
AI0+	OUT
AI0-	GND

Tabla 15: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 4.

Paso 15 Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35

En el bloque de diagrama se procede a conectar en caSCADA el nuevo bloque, se acondiciona la variable para convertir de voltios a grados calcios mediante la multiplicación con una ganancia de 100 ya que el sensor analógico trabaja a 10mV por grado calcios como se muestra en Figura 123.

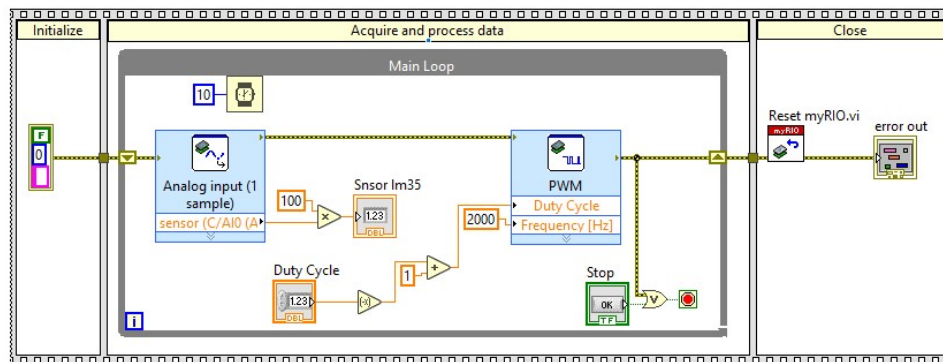


Figura 123. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 4

Paso 16 Agregar el bloque PID

Se procede a crear un bloque de control PID en el bloque de diagrama se selecciona **block diagrama>>Control y simulación >>PID >>PID** como se muestra en la Figura 124.

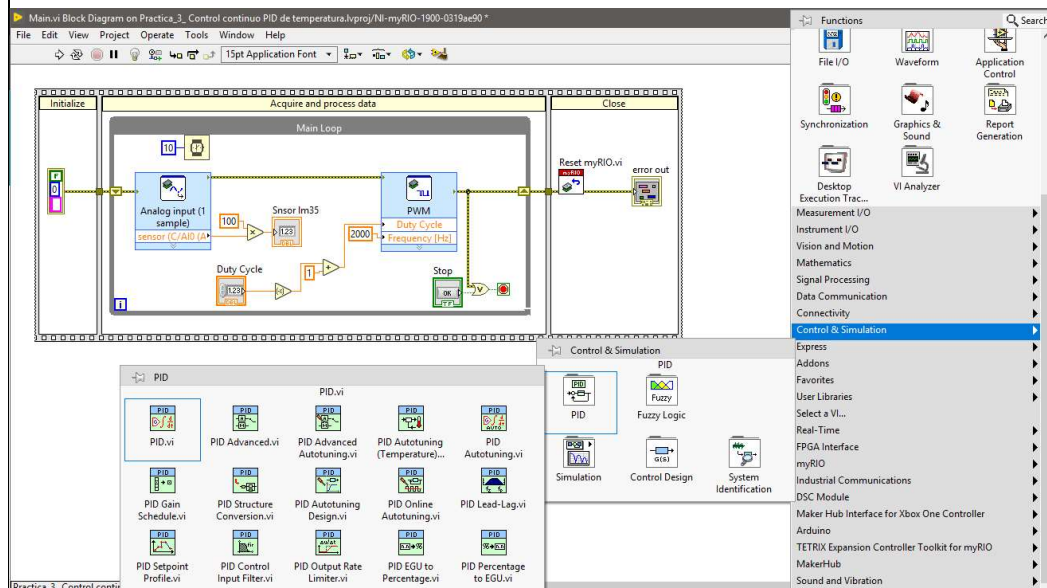


Figura 124. Agregar el bloque PID práctica 4

Paso 17 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID creando controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la entrada analógica luego del acondicionamiento y la salida del controlador PID al bloque de PWM para realizar el control del foco como se muestra en la Figura 125.

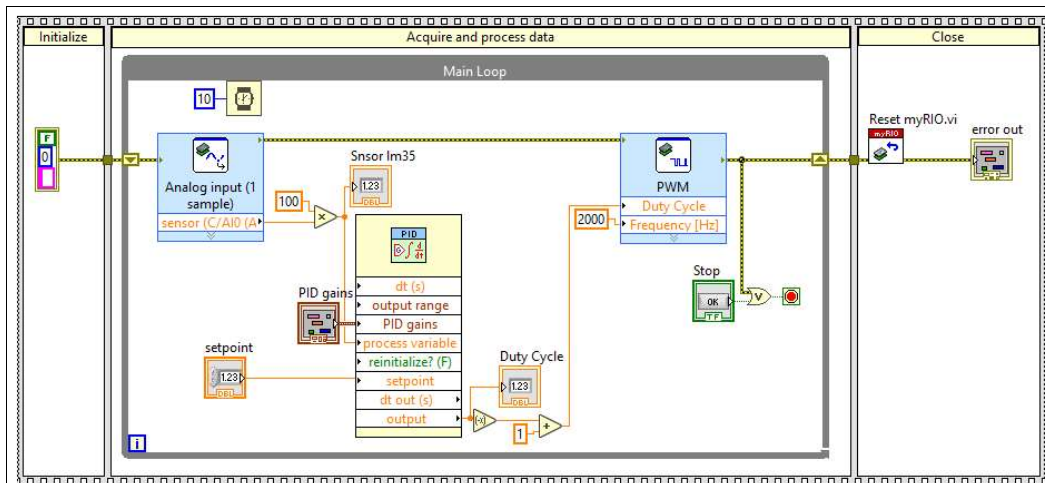


Figura 125. Bloque de agregar PID práctica 4

Paso 18 Agregar una perturbación al sistema

Se agrega una salida para el control de un ventilador que simulara la perturbación del sistema al sistema mediante una salida digital se selecciona en **“bloque de diagrama>>myRio>>digital Output”** como se muestra Figura 126.

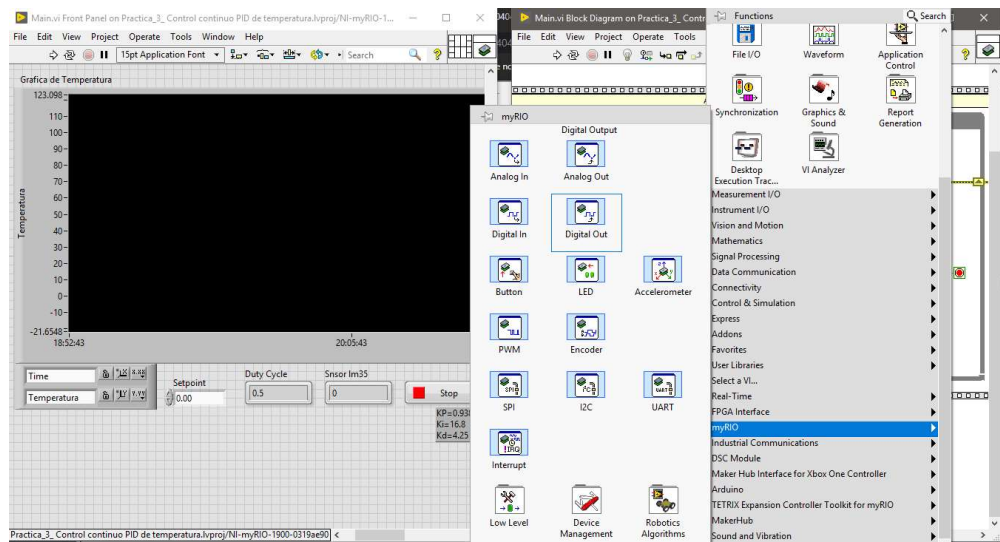


Figura 126. Agregar el bloque de control perturbación práctica 4

Paso 19 Configuración del pin del ventilador del EPC con la myRio

Se configura el pin del ventilador en el puerto c de la tarjeta myRio como se muestra en la Figura 127.

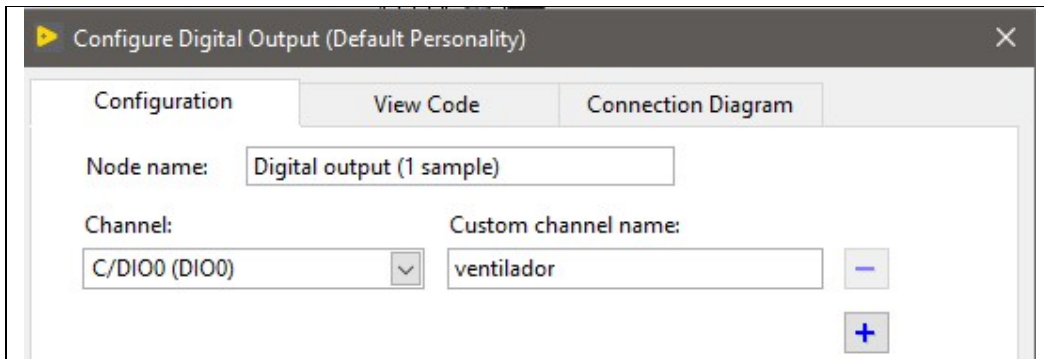


Figura 127. Configuración de pin del ventilador práctica 4

Las conexiones físicas se muestran en la Figura 128.

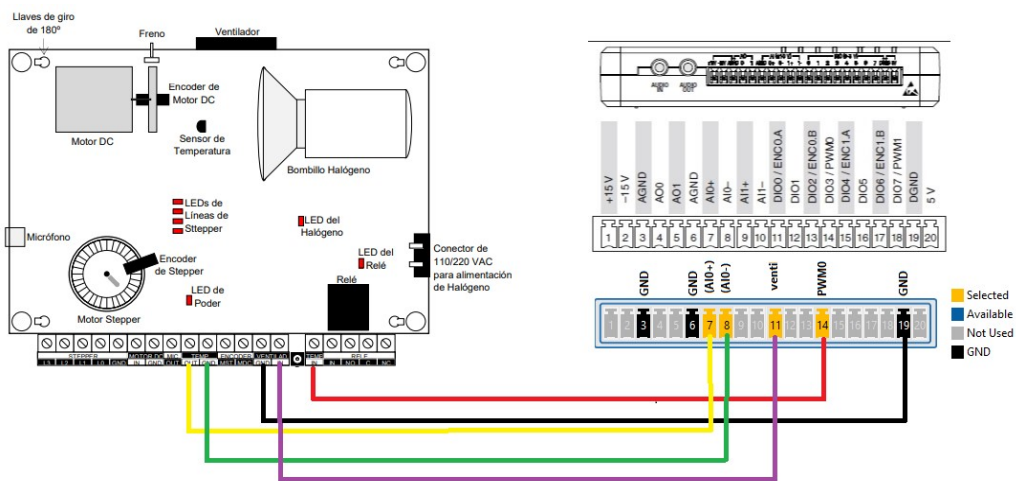


Figura 128. Conexión de pin del ventilador en práctica 4

En la tabla 16 se muestra la conexión de la práctica 4 del ventilador.

Entrada Analógicas	Temperatura
C DO1	VENT.
DGND	DGND

Tabla 16: Conexiones del ventilador en práctica 4.

Paso 20 Conexiones en el bloque de diagrama del ventilador

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque de salida digital para simular la perturbación del control del foco como se muestra en la Figura 129.

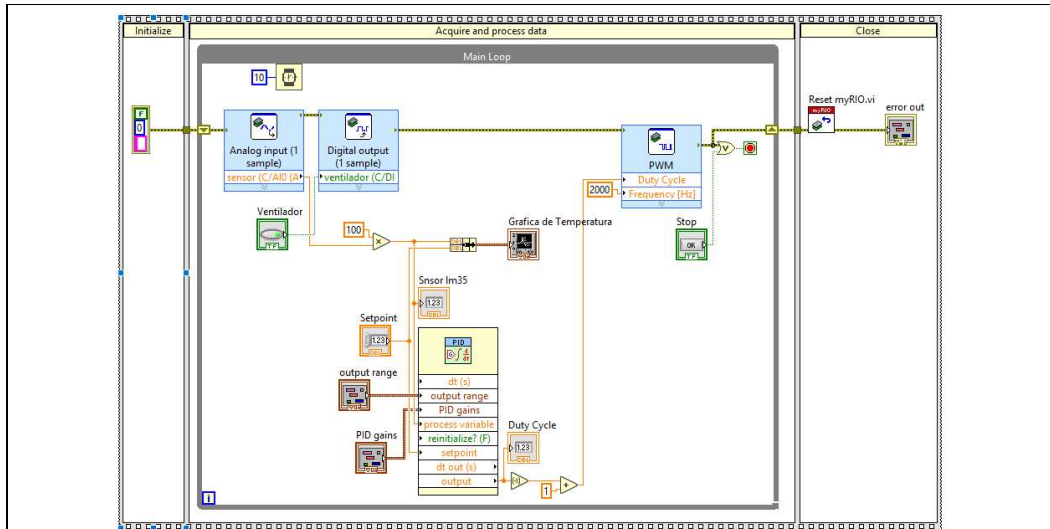


Figura 129. Conexiones en el bloque diagrama del ventilador práctica 4

Paso 21 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a crear un Graphics car para visualizar los datos de referencia y el valor del sensor , las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 130.

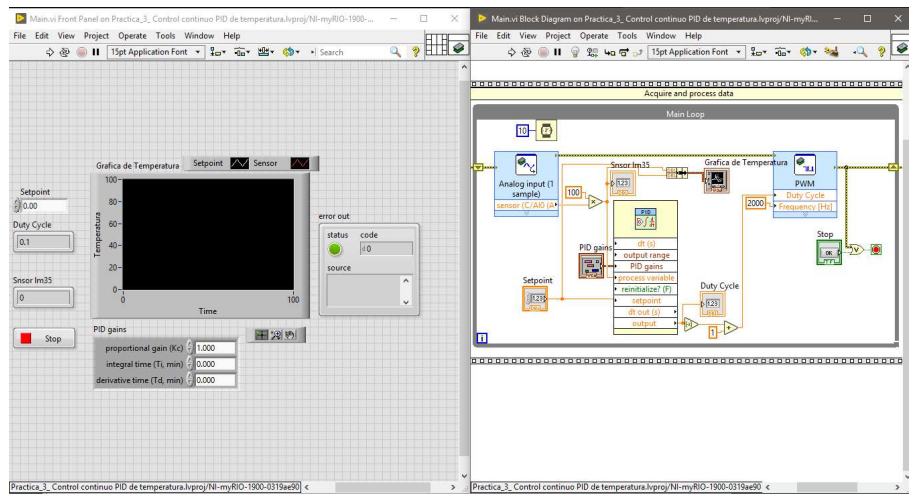


Figura 130. Creación de visualizador grafico práctica 4

Paso 22 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 131.

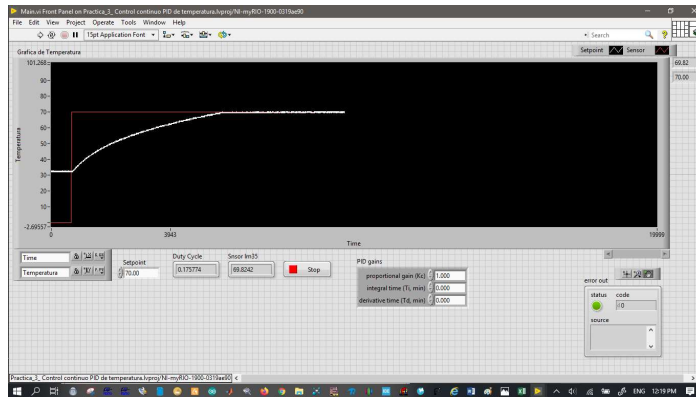


Figura 131. Muestreo de valores práctica 4

Paso 23 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 132.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 132. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 4

Paso 24 Dibujo de paso unitario

En la Figura 133 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=84 y T=665 aplicando la tabla del paso 20 el resultado

es $K_P=0.938$, $K_i=16.8$ y $K_d=4.25$

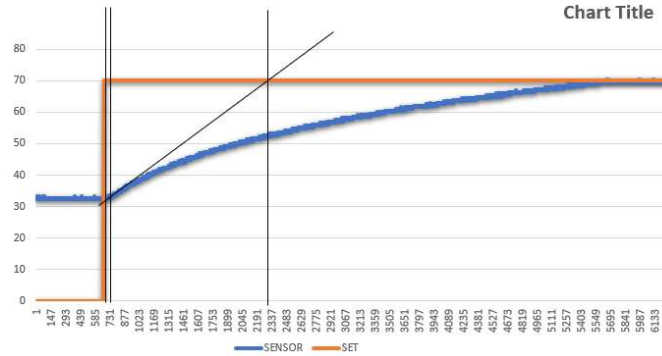


Figura 133. Dibujo de paso unitario práctica 4

Paso 25 Ejecutar el vi

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 133.

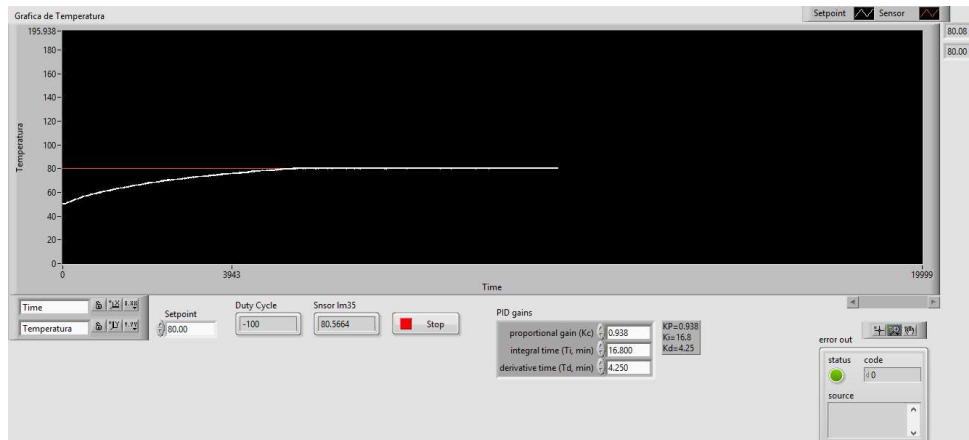


Figura 134. Main Principal ejecución práctica 4

Paso 26. PID sin windup

Al ejecutar se aprecia en la Figura 135 y 136 la estabilización sin ubicar límites en el bloque PID.

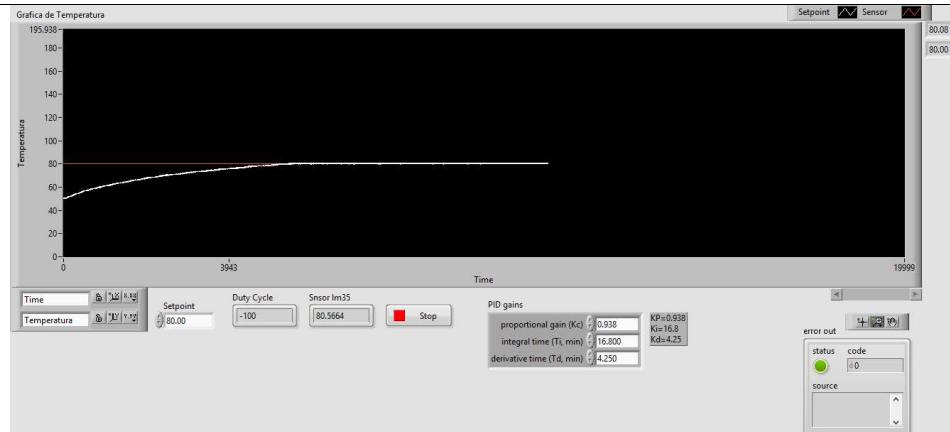


Figura 135. PID sin windup práctica 4

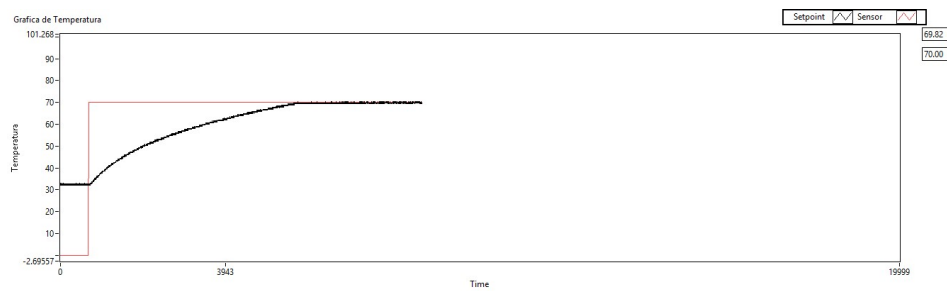


Figura 136. PID sin windup práctica 4

Paso 27 Agregar el windup

Se procede a crear las variables que servirán como límites para el PID en este caso límite superior 1 y el inferior 0. Se procede a obtener los datos nuevos mediante la Schiller nichols primera regla, mostrado en la Figura 137.

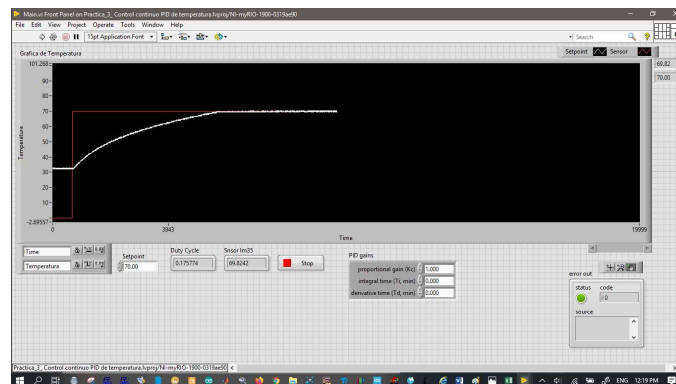


Figura 137. Diagrama de control

Paso 28 Agregar el windup

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización mostrado en la Figura 138.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 138. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 4

Paso 29 Aplicación del windup

Graficar líneas para encontrar los valores de L Y T en esta práctica el valor es L=80 y T=675 aplicando la tabla del paso 20 el resultado es $K_P=0.948$, $K_i=14.28$ y $K_d=3.25$, mostrado en la Figura 139.

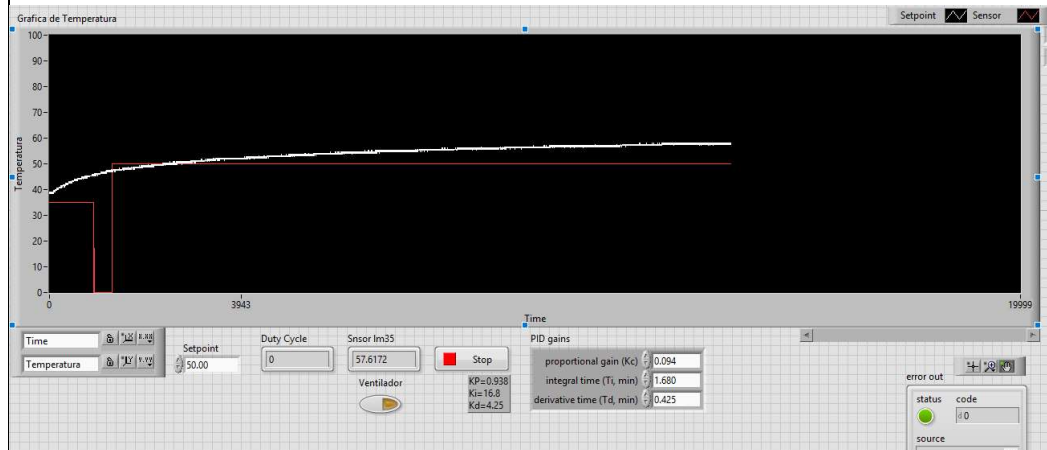


Figura 139. Windup práctica 4


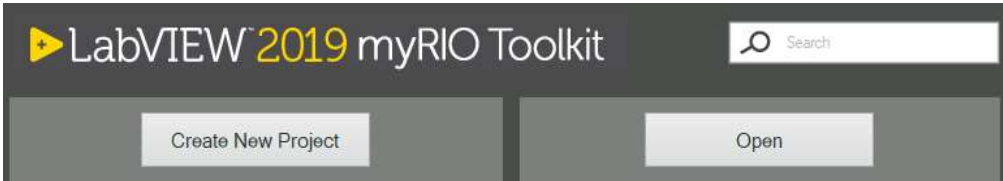
CONCLUSIONES:

- Con la práctica se aprendió la configuración de datos analógicos de como entrada y salida en myRio con el software LabView
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales analógicas con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de la EPC (foco dicroico) mediante el software LabView
- Se acondiciona la señal de un sensor LM35 de un valor en voltaje a grados Celsius.
- Visualizar el tipo de control con una limitación en la salida o windup.

Práctica 5: Control continuo PID para ángulo de motor.

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	5	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: : Control continuo PID para ángulo de motor	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Creación del proyecto • Diseño de un control para el control de un motor de paso • Manejo de la EPC • Manejo de la myRio 			
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Encender los 2 with de encendido de la maleta. 4. Realizar los pasos detallados a continuación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<p><u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.</p> <p>En la ventana que se muestra en la Figura 140 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p>			
			
<p>Figura 140. Ventana de LabView para myRio práctica 5</p>			
<p>En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 141 seleccionar Plantillas » myRio>> myRio Project de la lista de proyectos.</p>			

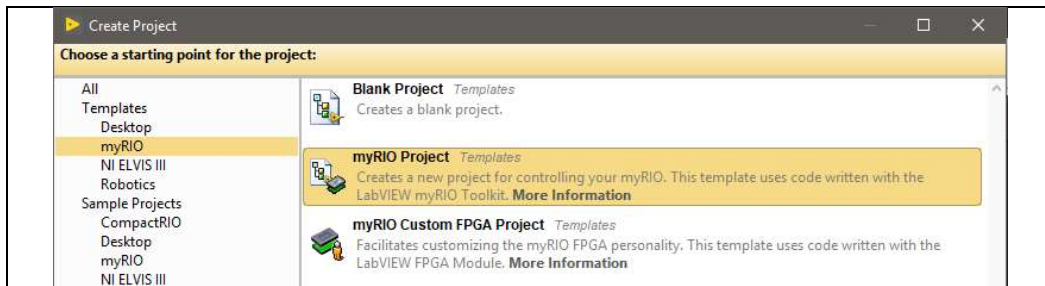


Figura 141. Menú de creación myRio práctica 5

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_5_ Control continuo PID para Angulo de motor configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 142.

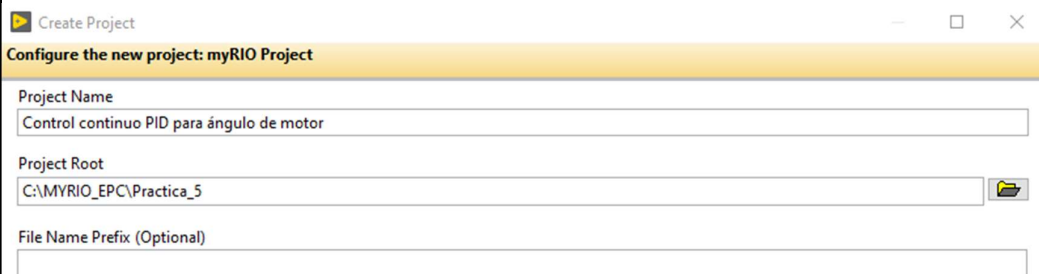


Figura 142. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 5

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 143 se muestra la configuración por la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.



Figura 143. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 5

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 144 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

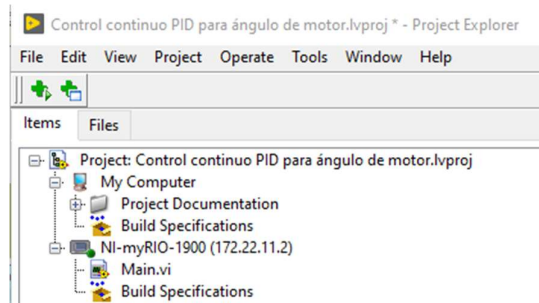


Figura 144. Ventana de administrador de proyecto práctica 5

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 145.

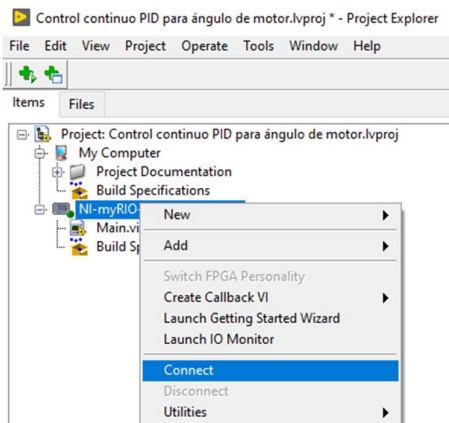


Figura 145. Ventana de conexión con NI myRio práctica 5

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques

de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 146.

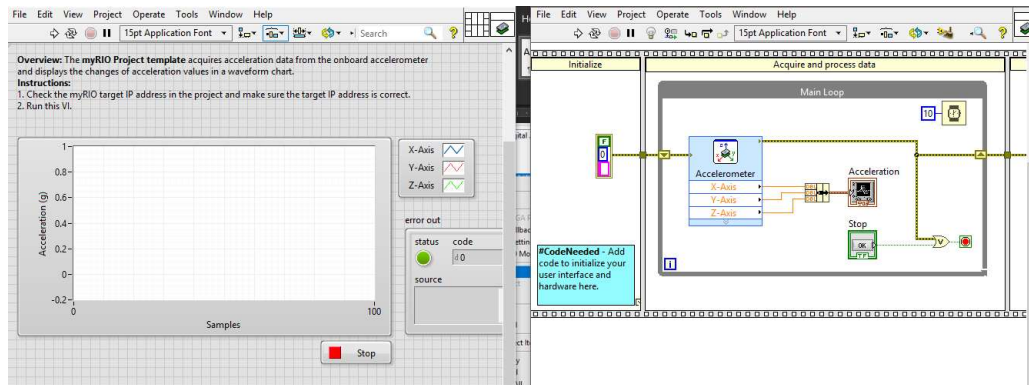


Figura 146. Bloque y panel de LabView en práctica 5

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 147.

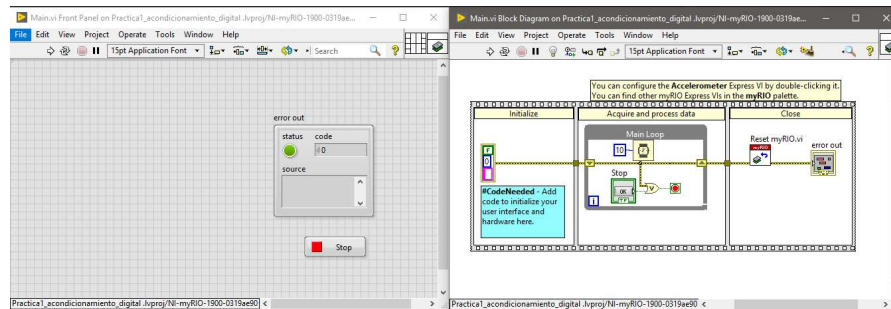


Figura 147. Main principal práctica 5

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 148.

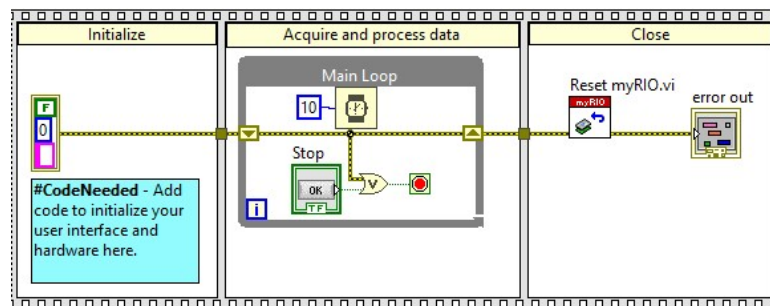


Figura 148. Diagrama de control práctica 5

Paso 8 Crear las salidas digitales para el control del motor de paso

Ingresar en el bloque de diagrama cuatro salidas digitales ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >> digital Output** como se muestra en la Figura 149.

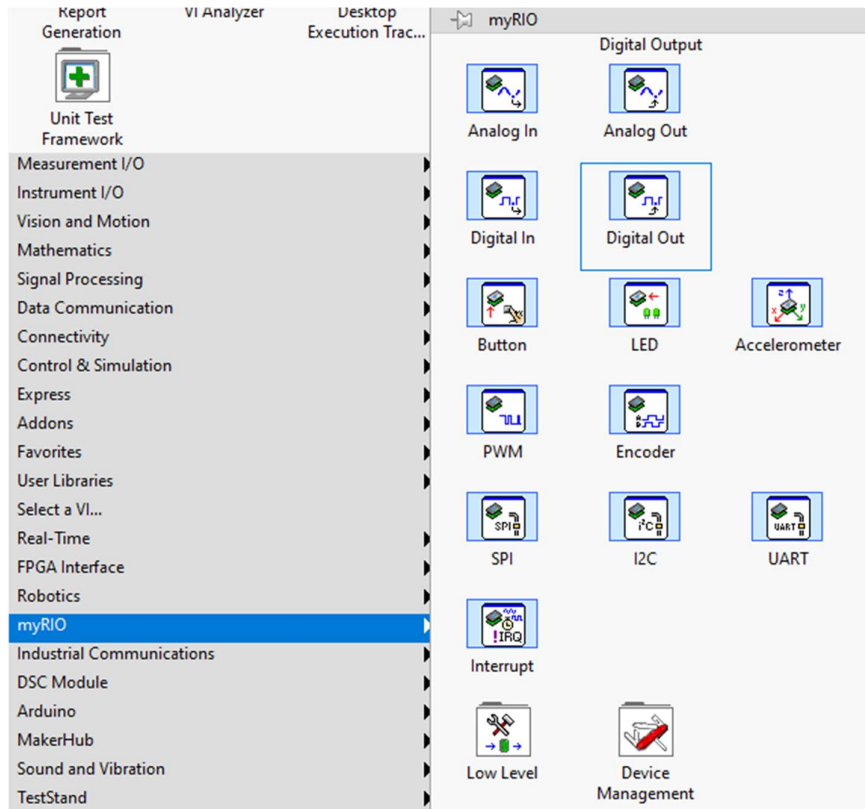


Figura 149. Agregar salidas digitales práctica 5

Paso 9 ConFigurar las salidas digitales

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 150 se conFigura los pines de la myRio a conectar al EPC para el control del motor de paso del pin dio4 al dio 7 del puerto C.

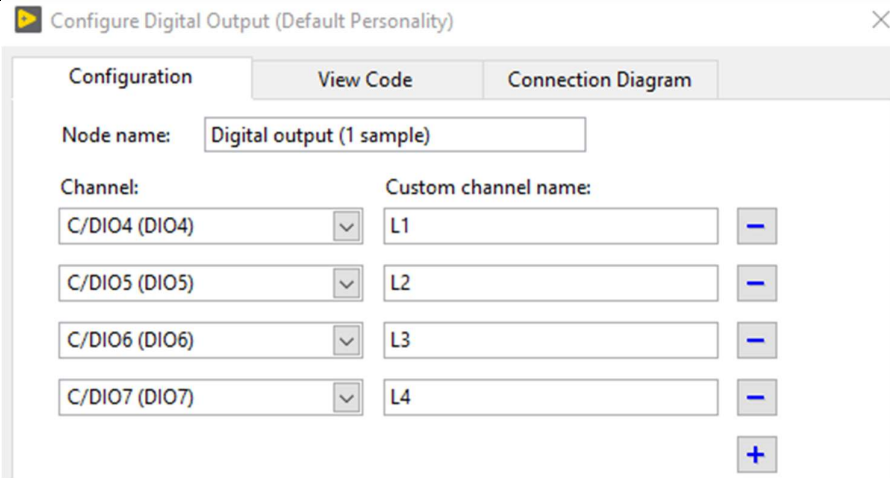


Figura 150. Configuración de salidas digitales práctica 5

Paso 10 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 151.

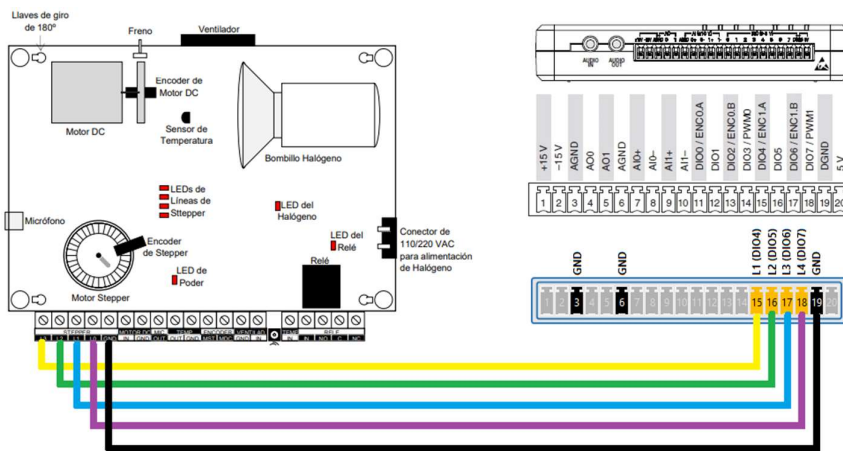


Figura 151. Conexiones salida digitales de práctica 5

En la tabla 17 se muestra la conexión de la práctica 5 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Motor de paso
DIO 4	L1
DIO 5	L2
DIO 6	L3
DIO 7	L4
D GND	GND

Tabla 17: Conexiones del módulo en práctica 5.

Paso 11 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 152.

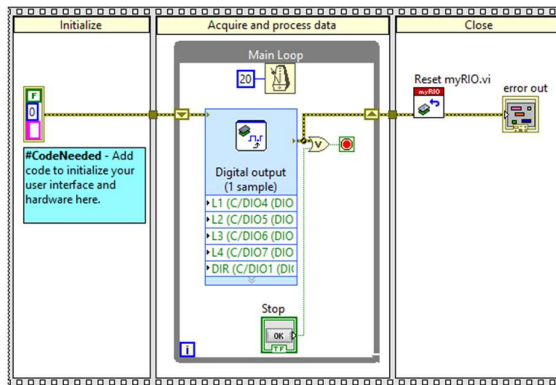


Figura 152. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 5

Paso 12 Crear la entrada del Encoder del motor de paso

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor. Ir **Bloque de diagrama >> myRio>>Encoder**” como se ve en Figura 153.

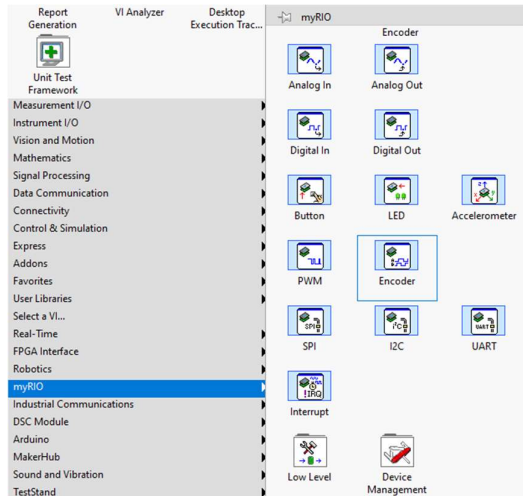


Figura 153. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 5

Paso 13 Configuración del Encoder

En la Figura 154 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

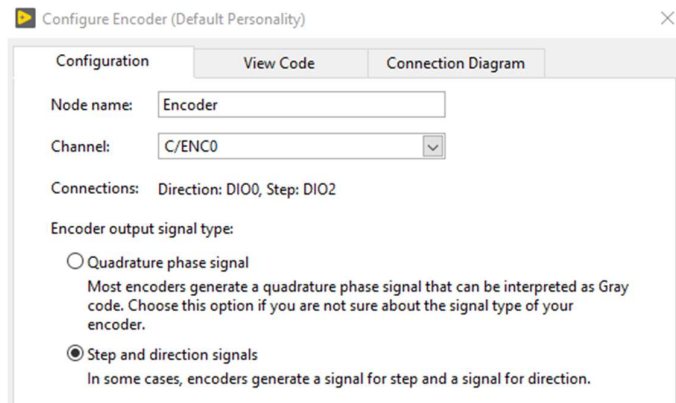


Figura 154. Configuración del Encoder práctica 5

Paso 14 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 155.

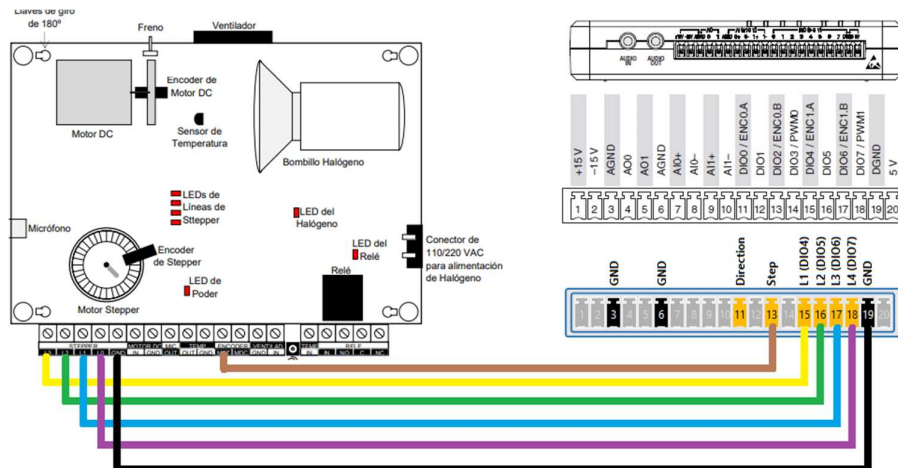


Figura 155. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 5

En la tabla 18 se muestra la conexión de la práctica 5 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	ENCODER
DIO0	MST
GND	GND

Tabla 18: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 5.

Paso 15 Crear salida digital para control de dirección

En el bloque de diagrama se procede a crear un bit de salida digital el cual se conectará a la entrada de dirección del Encoder para lograr el control de giro del motor a paso externamente el diagrama se muestra en la Figura 156.

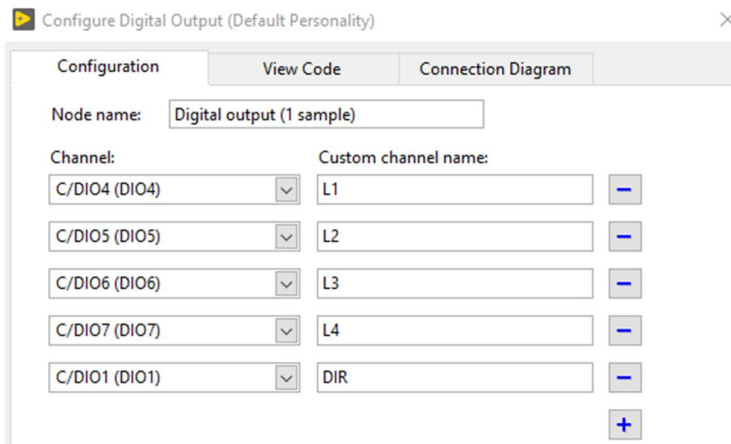


Figura 156. Creación de salida digital para dirección práctica 5

Paso 16 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la salida digital y la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 157.

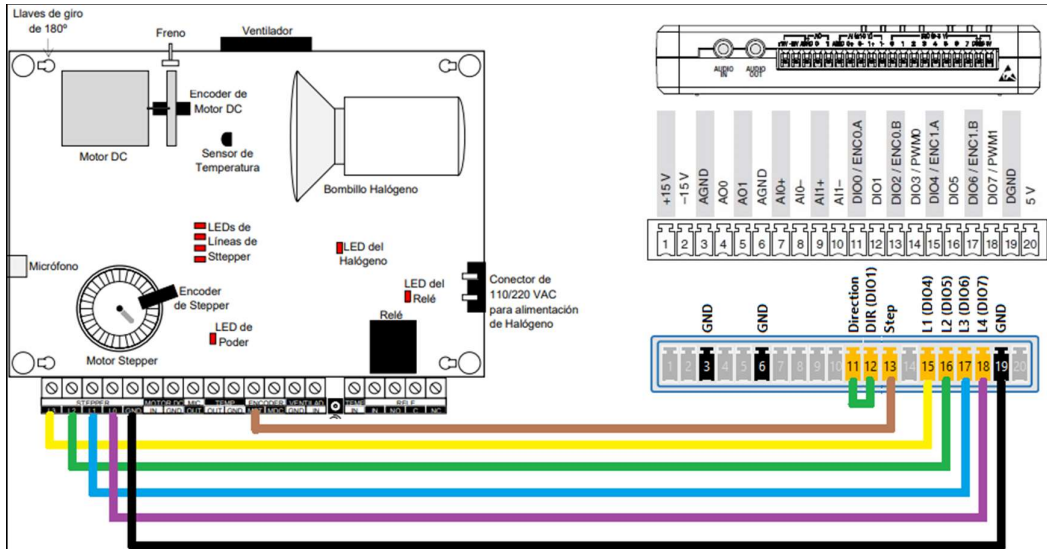


Figura 157. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 5

En la tabla 19 se muestra la conexión de la práctica 5 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	PIN ENCODER
DIO0	DIO1
GND	GND

Tabla 19: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 5.

Paso 17 Conexiones en el bloque de diagrama

Se procede a conectar el bloque del Encoder como se muestra en la Figura 158.

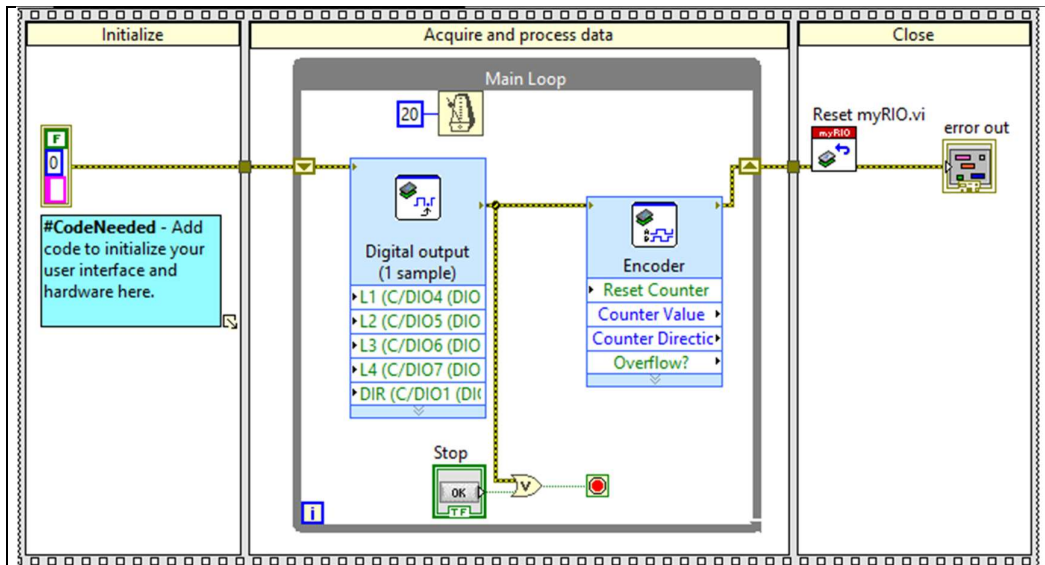


Figura 158. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 5

Paso 19 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID), se procede a crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder como se muestra en la Figura 159.

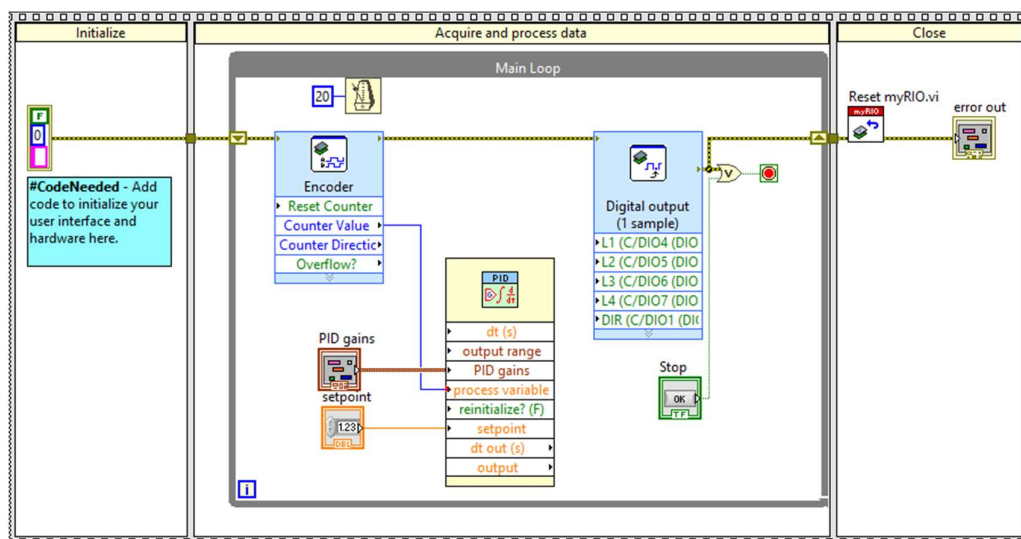


Figura 159. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 5

Paso 20 Set de bandera para control de giro

Se procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 160.

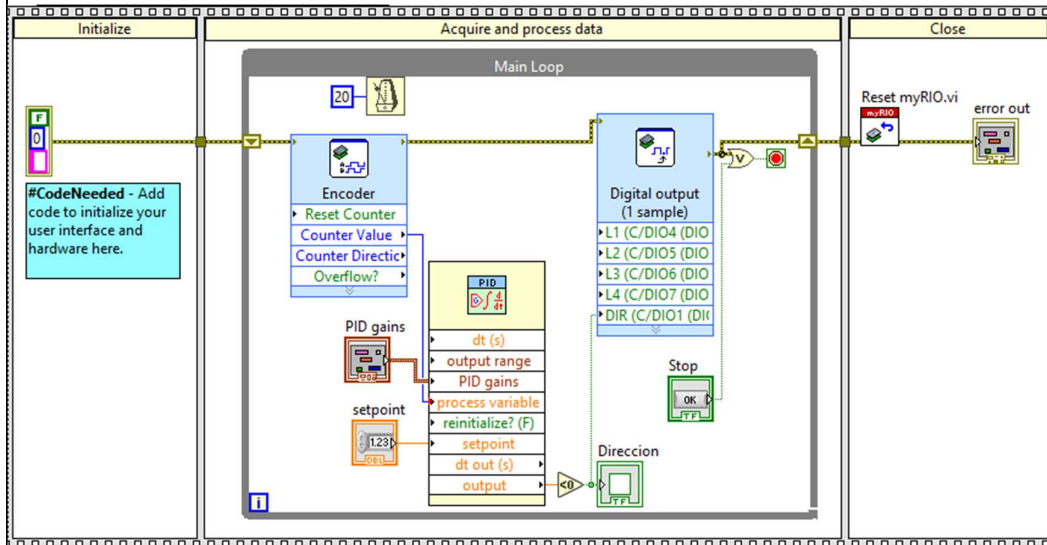


Figura 160. Set de bandera para control de giro práctica 5

Paso 19 Creación de secuencia de control del motor de paso.

De la salida de bloque PID se crea una comparación cuando sea igual a cero y el resultante es un dato booleano que sirve para controlar la activación de la secuencia la combinación para que el motor gire en sentido horario se muestra en la tabla 20 y el sentido antihorario en la tabla 21 .

L1	L2	L3	L4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabla 20: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 5.

	L1	L2	L3	L4
	1	0	0	0
	0	1	0	0
	0	0	1	0
	0	0	0	1

Tabla 21: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 5.

Se procede a crear dos variables arreglos booleano que contengan los datos de las secuencias, estos arreglos están conectados a un bloque de selección que mediante el bit dirección cambiara entre cada arreglo de variable en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 161.

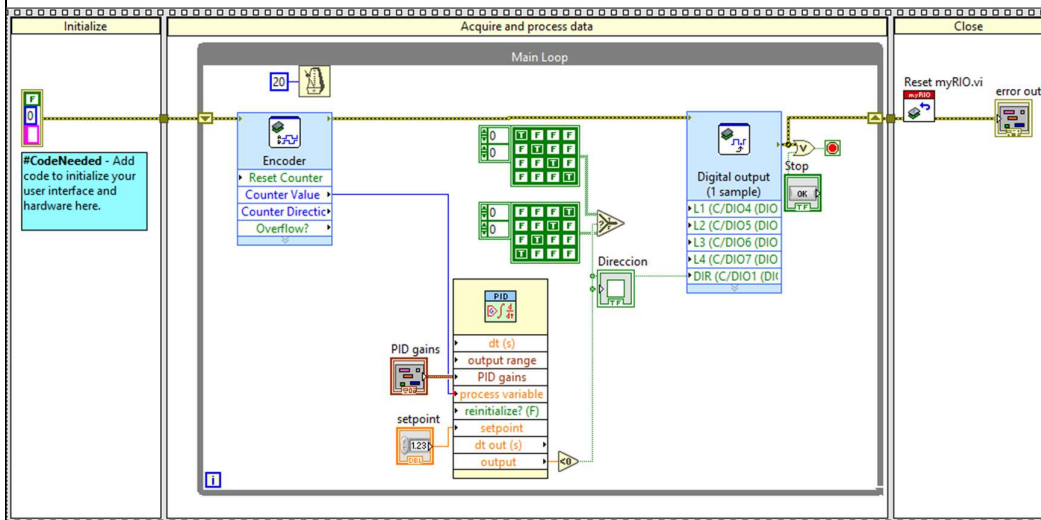


Figura 161. Arreglo de variables booleana para control de motor de paso práctica 5

Posteriormente los datos enviados desde el selector se los agrega a un bloque indexación del arreglo (**bloque de diagrama >> array>> índice array**) y se conecta a un bloque de conversión de array a clúster (**bloque de diagrama >> clúster>> array to clúster**) se enlaza a un bloque de descomposición de clúster obteniendo el valor individual de cada dato del arreglo y se conecta al bloque de salida digital de las bobinas del motor de

paso como se muestran en la Figura 162.

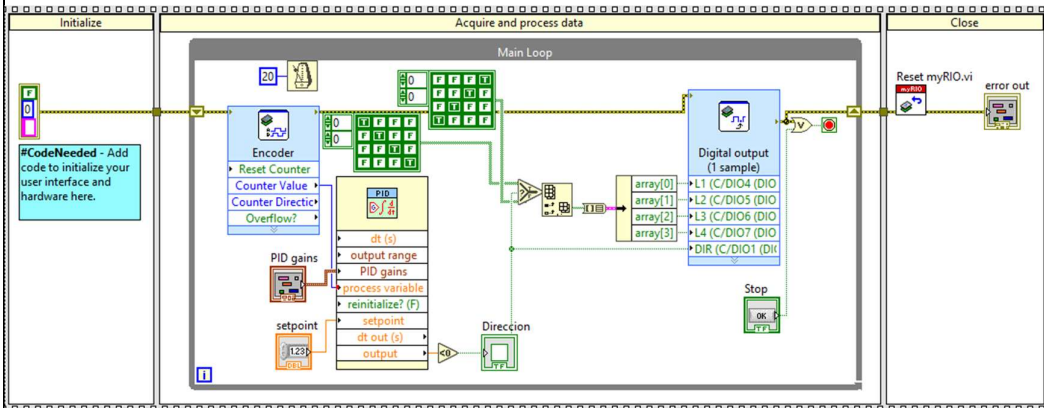


Figura 162. Conexión del bloque de diagrama del arreglo booleano práctica 5

Se procede a crear una constante fuera del lazo como registro de desplazamiento inicialmente en 0 y configurar la condicional que en cada iteración incremente en 1 su valor hasta llegar al 4 y vuelva a 0 dicho resultante se conecta al índice to array como se muestra en la Figura 163.

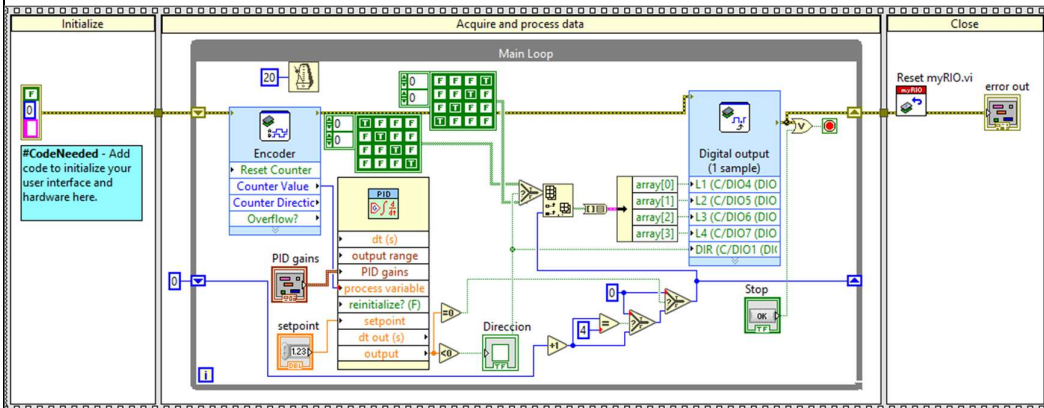


Figura 163. Conexiones para el control de secuencia práctica 5

Paso 20 Panel frontal.

En el panel frontal se procede a organizar los elementos y crear una gráfica donde se visualiza dos valores el Encoder y la referencia como se muestra en la Figura 164.

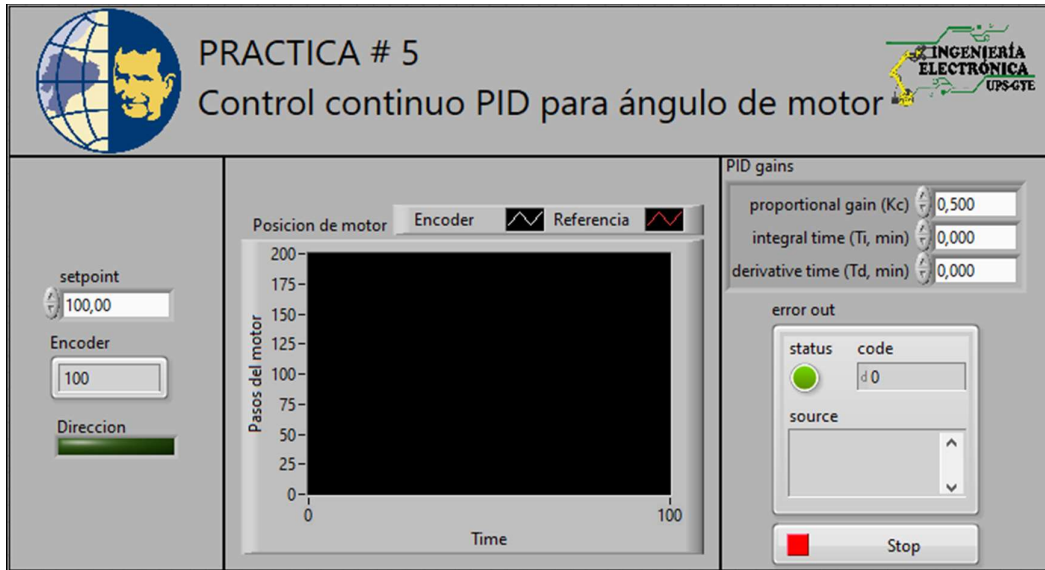


Figura 164. Panel frontal práctica 5

Paso 21 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 165.

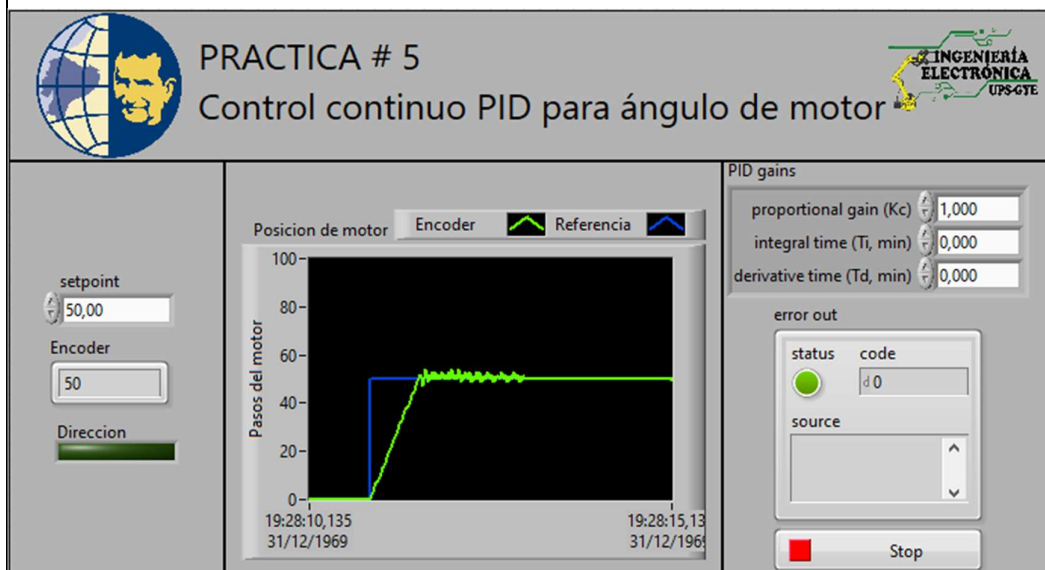


Figura 165. Creación de visualizador grafico práctica 5

Paso 22 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 166.

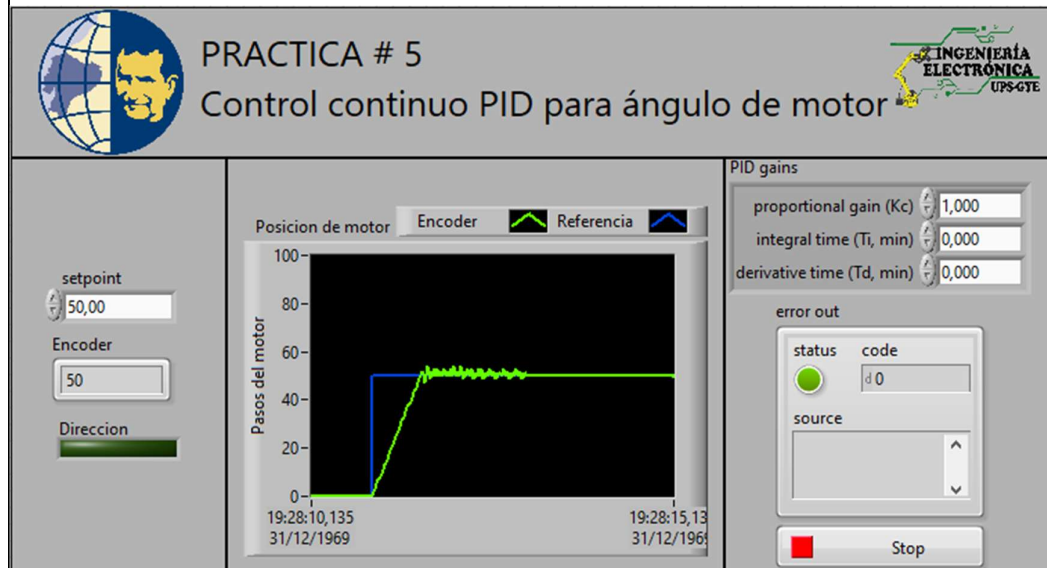


Figura 166. Muestreo de valores práctica 5

Paso 23 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 167.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 167. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 5

Paso 24 Dibujo de paso unitario

En la Figura 168 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=22 y T=32 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es $K_P=1.74$, $T_i=44$ y $T_{DK}=11$ donde $k_i=k_p/t_i$ y $k_d = k_p * t_i$



Figura 168. Dibujo de paso unitario práctica 5

Paso 25 Ejecutar el vi

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 169.

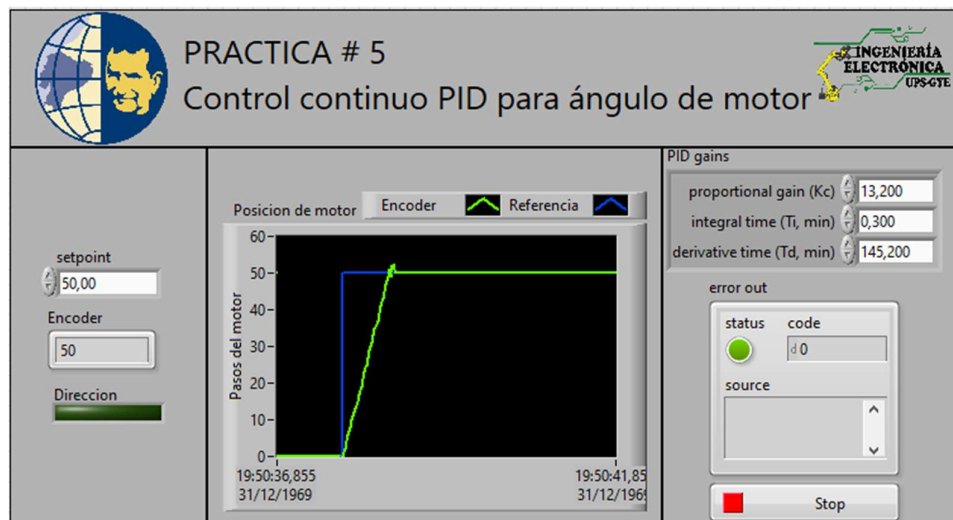


Figura 169. Ejecución de vi sintonizada práctica 5


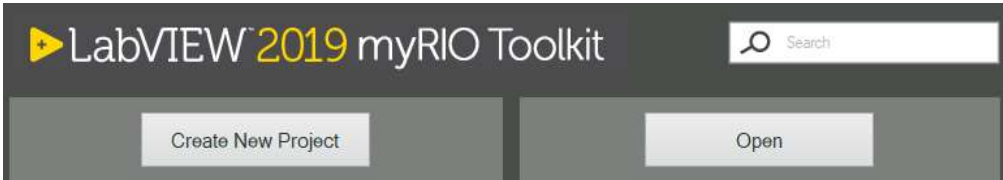
CONCLUSIONES:

- Con la práctica se logra comprender el control de motor de paso mediante la tarjeta NI myRio.
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols
-

RESULTADOS:

- Se logra el control del posicionamiento de un motor de paso utilizando la maleta didáctica. mediante el software LabView.
- Utilizar ziegler nichols para control de posición de motor de paso.

**Práctica 6: Control continuo PID para ángulo de motor con windup
comparación entre sistema sin windup y con windup**

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	6	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: Control continuo PID para ángulo de motor con windup comparación entre sistema sin windup y con windup	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Creación del proyecto • Diseño de un control para el control de un motor de paso • Manejo de la EPC • Manejo de la myRio • Comparación entre un sistema sin windup y windup 			
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Encender los 2 with de encendido de la maleta. 4. Realizar los pasos detallados a continuación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<u>Paso 1. Creación de proyecto en LabView.</u>			
<p>En la ventana que se muestra en la Figura 170 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p>			
			
Figura 170. Ventana de LabView para myRio práctica 6			

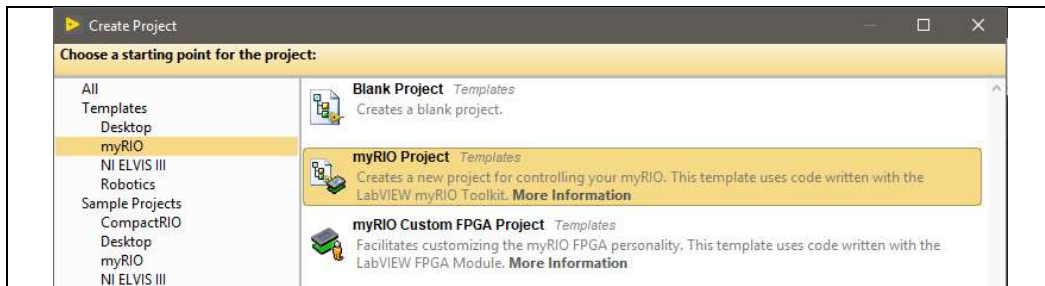


Figura 171. Menú de creación myRio práctica 6

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_6 Control continuo PID para ángulo de motor con windup comparación entre sistema sin windup y con windup y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 172.

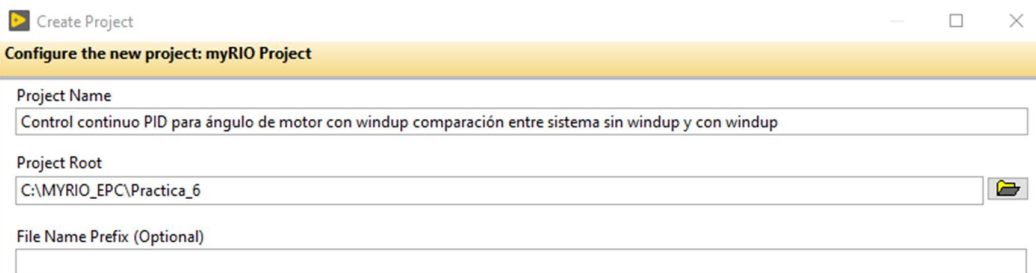


Figura 172. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 6

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 173 se muestra la configuración para la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.



Figura 173. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 6

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 174 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

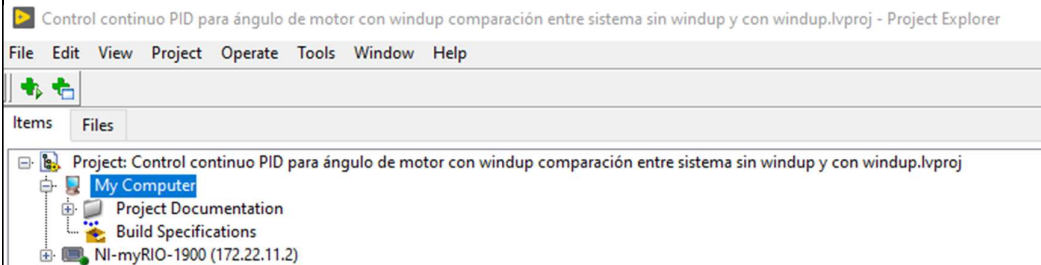


Figura 174. Ventana de administrador de proyecto práctica 6

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 175.

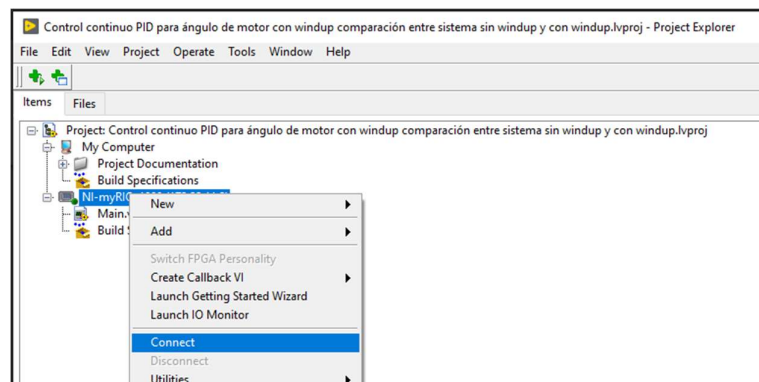


Figura 175. Ventana de conexión con NI myRio práctica 6

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 176.

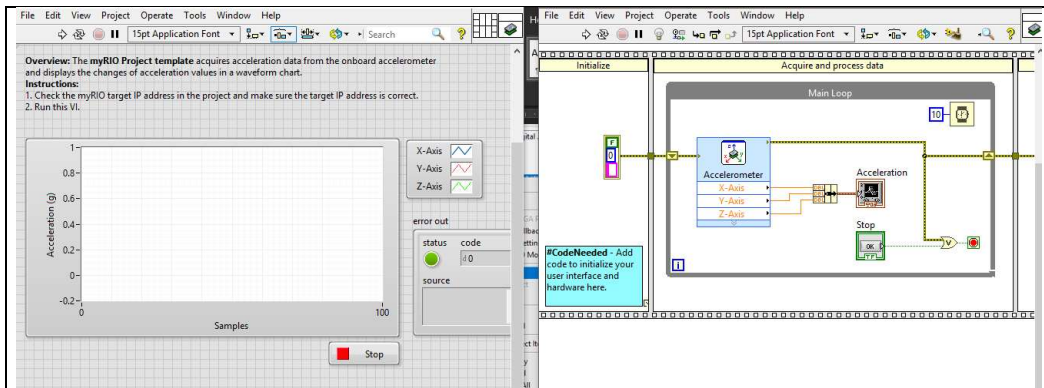


Figura 176. Bloque y panel de LabView en práctica 6

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 177.

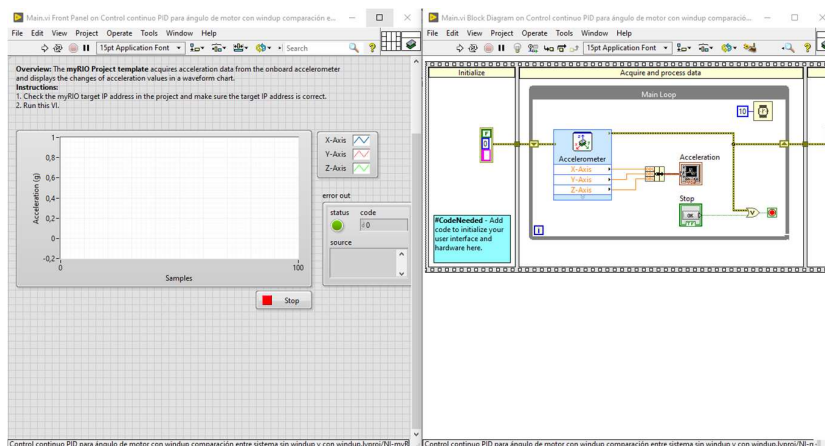


Figura 177. Main principal práctica 6

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 178.

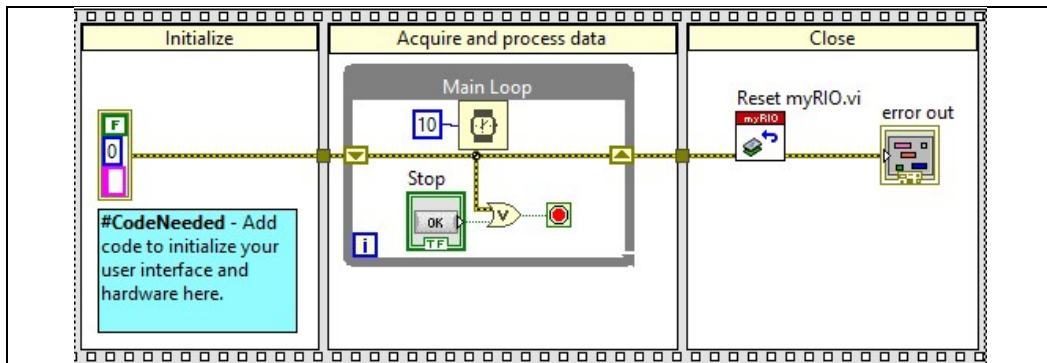


Figura 178. Diagrama de control práctica 6

Paso 8 Crear las salidas digitales para el control del motor de paso

Ingresa en el bloque de diagrama cuatro salidas digitales ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >> digital Output** como se muestra en la Figura 179.

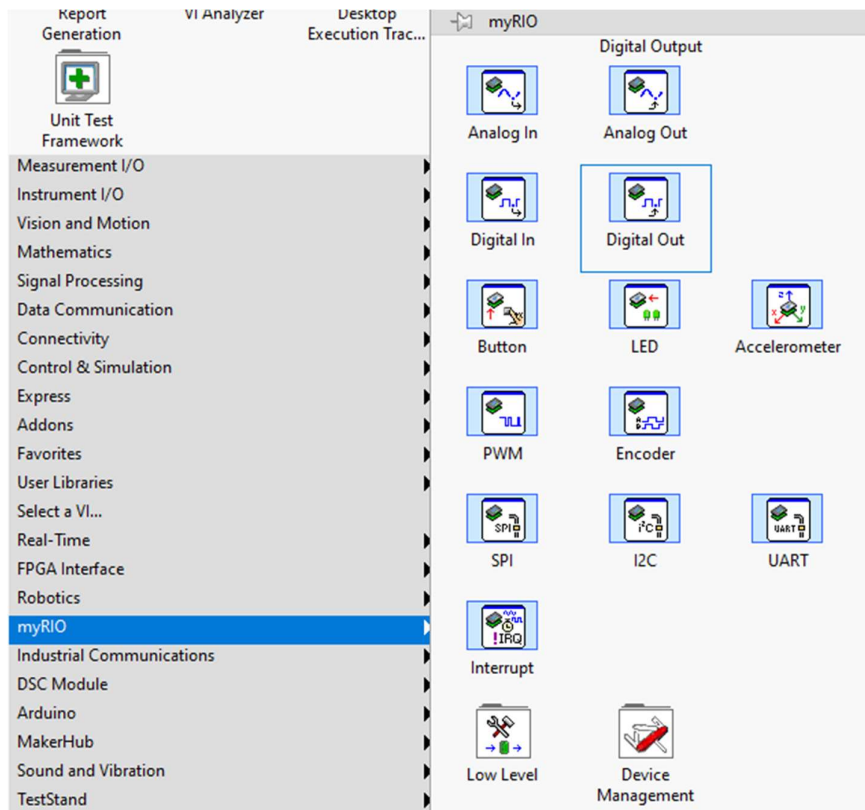


Figura 179. Agregar salidas digitales práctica 6

Paso 9 ConFigurar las salidas digitales

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 180 se conFigura los pines de la myRio a conectar al EPC para el control del motor de paso del pin dio4 al dio 7 del puerto C.

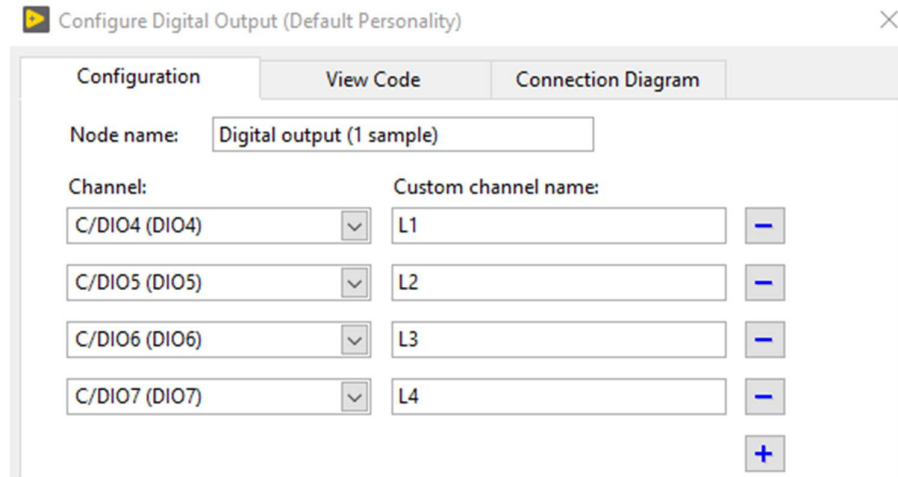


Figura 180. Configuración de salidas digitales práctica 6

Paso 10 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 181.

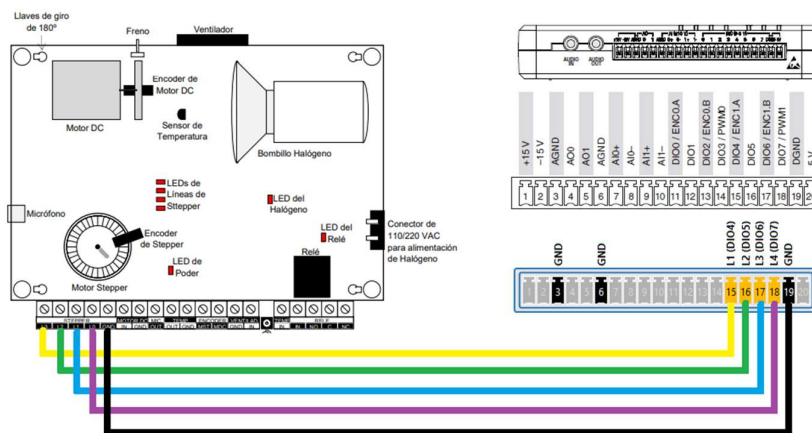


Figura 181. Conexiones salida digitales de práctica 6

En la tabla 22 se muestra la conexión de la práctica 6 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Motor de paso
DIO 4	L1
DIO 5	L2
DIO 6	L3
DIO 7	L4
D GND	GND

Tabla 22: Conexiones del módulo en práctica 6.

Paso 11 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 182.

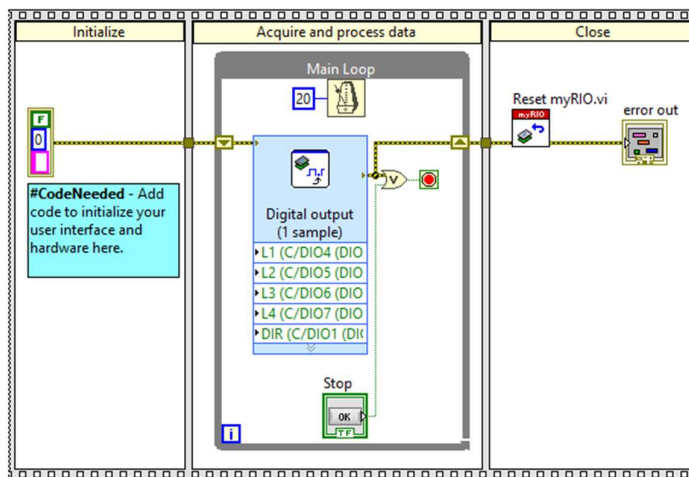


Figura 182. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 6

Paso 12 Crear la entrada del Encoder del motor de paso

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor ir **Bloque de diagrama >> myRio>>Encoder**” como se ve en Figura 183.

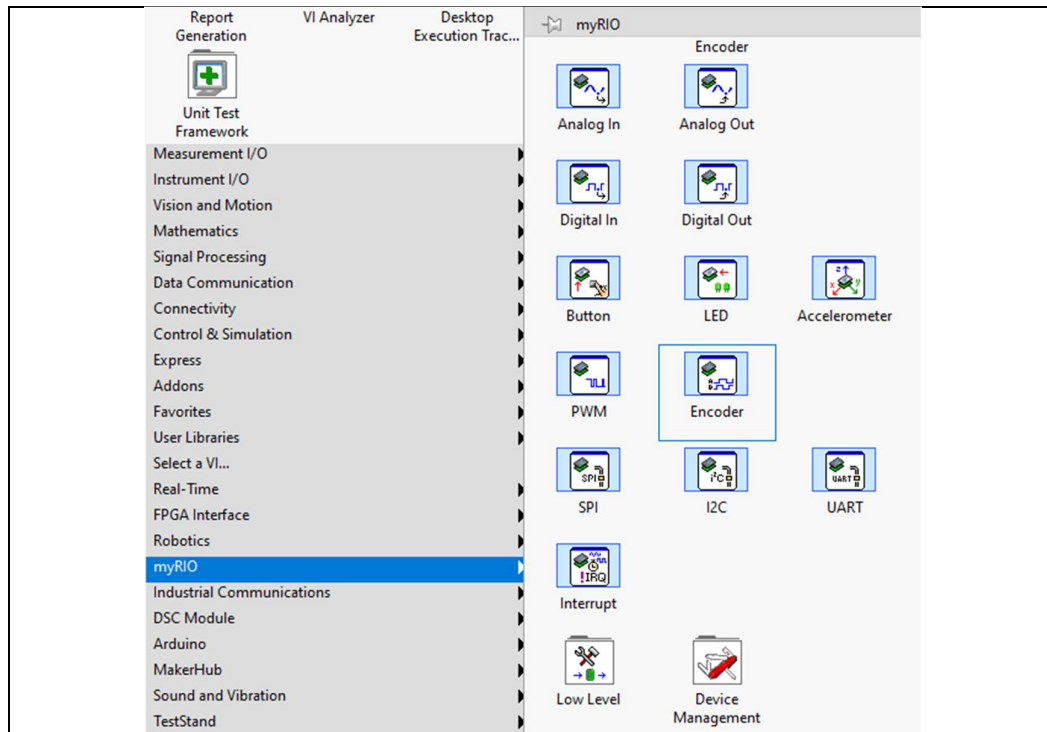


Figura 183. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 6

Paso 13 Configuración del Encoder

En la Figura 184 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

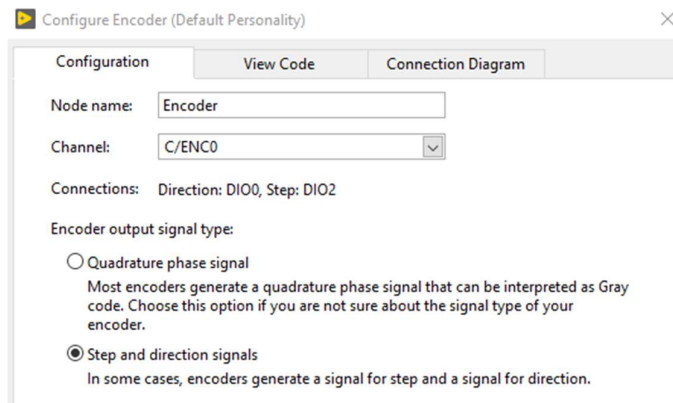


Figura 184. Configuración del Encoder práctica 6

Paso 14 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 185.

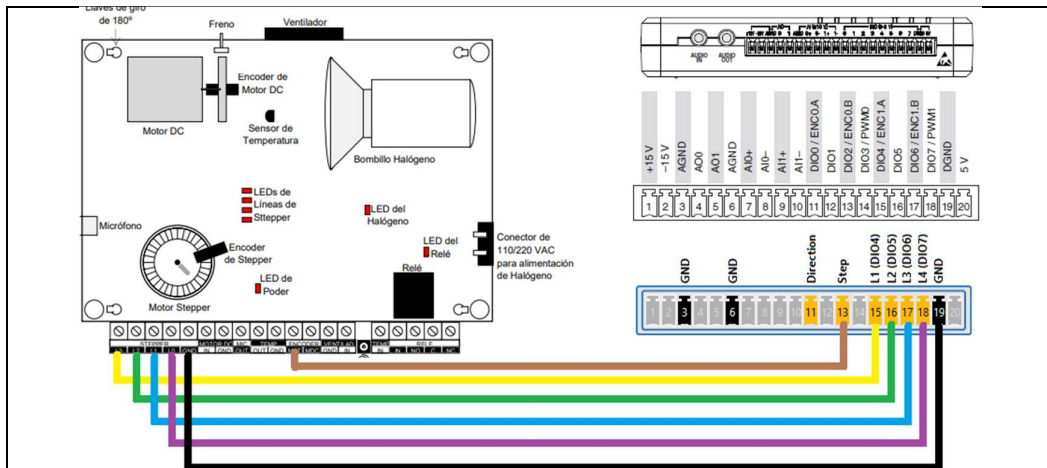


Figura 185. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 6

En la tabla 23 se muestra la conexión de la práctica 6 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	ENCODER
DIO0	MST
GND	GND

Tabla 23: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 6.

Paso 15 Crear salida digital para control de dirección

En el bloque de diagrama se procede a crear un bit de salida digital el cual se conectará a la entrada de dirección del Encoder para lograr el control de giro del motor a paso externamente el diagrama se muestra en la Figura 186.

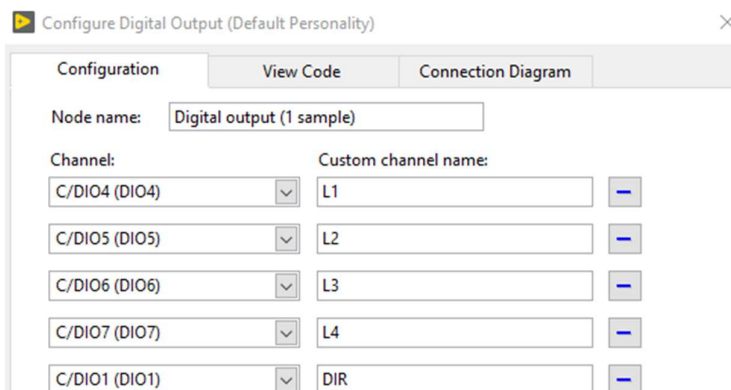


Figura 186. Creación de salida digital para dirección práctica 6

Paso 16 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la salida digital y la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 187.

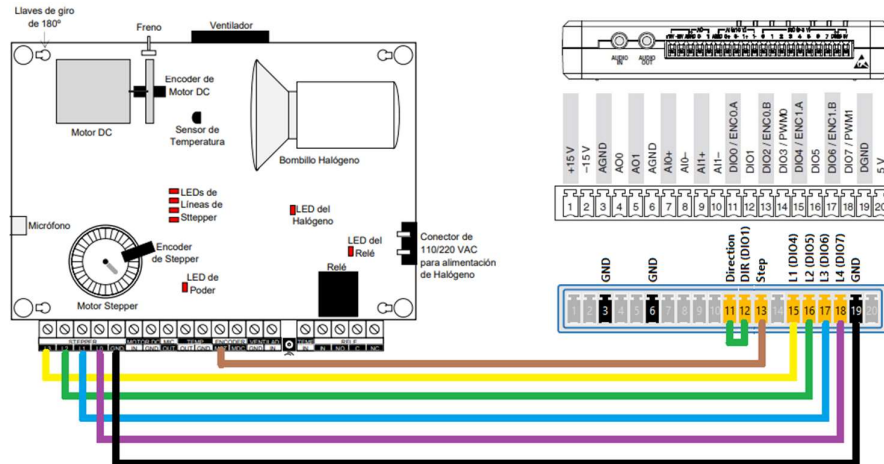


Figura 187. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 6

En la tabla 24 se muestra la conexión de la práctica 6 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	PIN ENCODER
DIO0	DIO1
GND	GND

Tabla 24: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 6.

Paso 17 Conexiones en el bloque de diagrama

Se procede a conectar el bloque del Encoder como se muestra en la Figura 188.

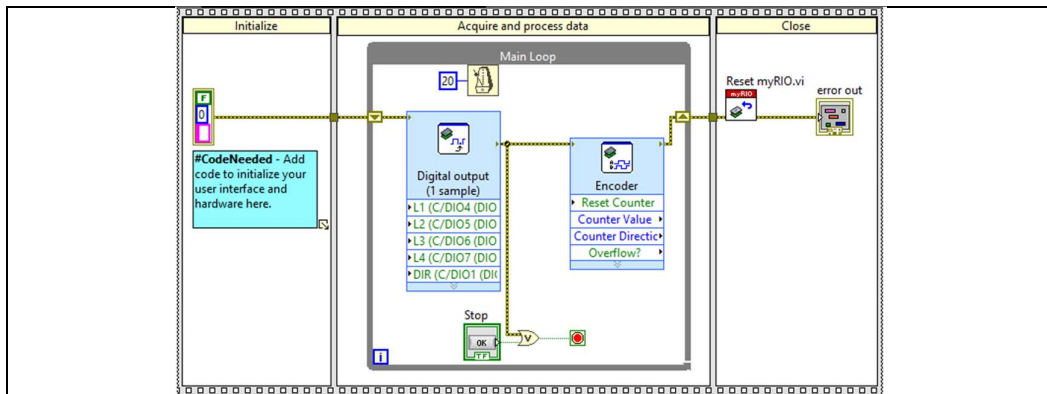


Figura 188. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 6

Paso 19 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID sin windup

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID), se procede a crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder como se muestra en la Figura 189.

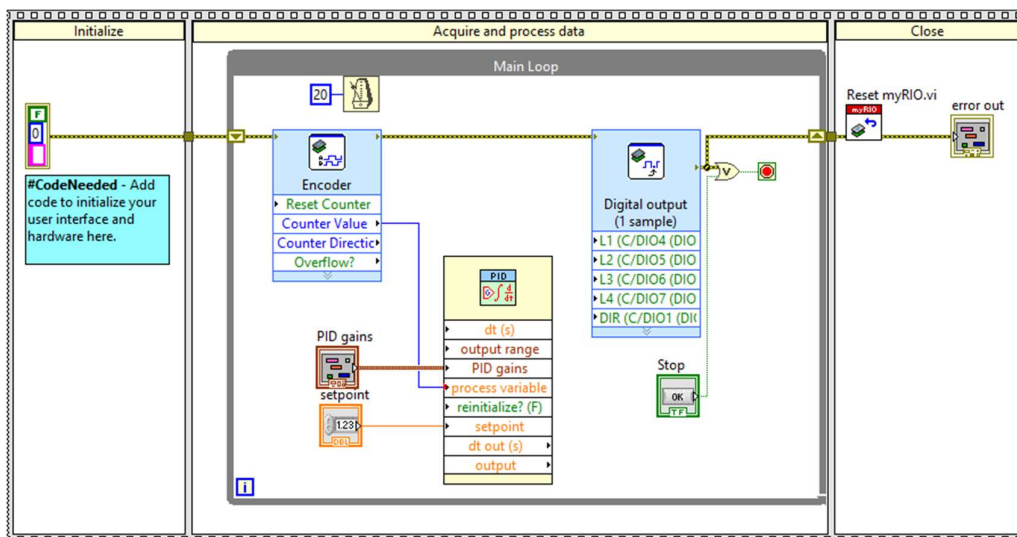


Figura 189. Bloque de diagrama agregando bloque PID sin windup en práctica 6

Paso 20 Set de bandera para control de giro

Se procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en

alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 190.

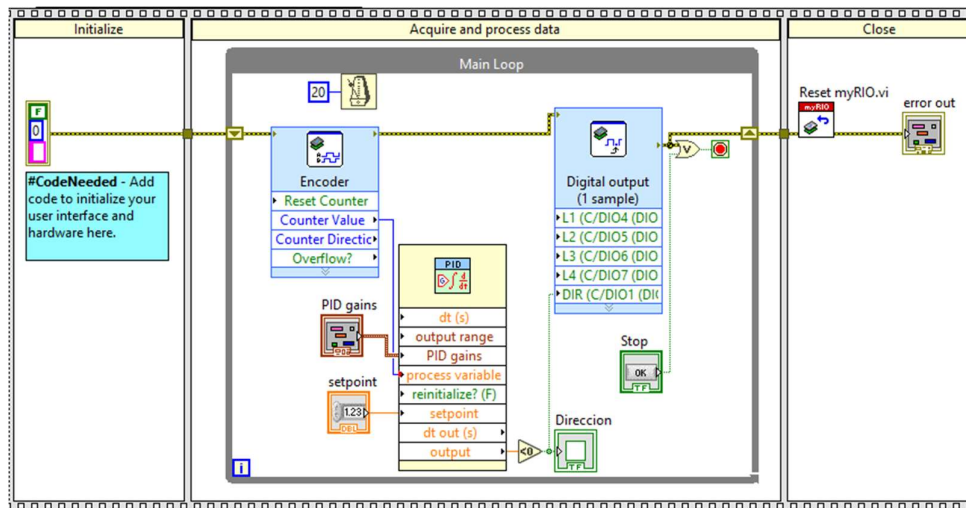


Figura 190. Set de bandera para control de giro sin windup práctica 6

Paso 19 Creación de secuencia de control del motor de paso.

De la salida de bloque PID se crea una comparación cuando sea igual a cero y el resultante es un dato booleano que sirve para controlar la activación de la secuencia la combinación para que el motor gire en sentido horario se muestra en la tabla 25 y el sentido antihorario en la tabla 26 .

L1	L2	L3	L4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabla 25: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 6.

L1	L2	L3	L4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabla 26: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 6.

Se procede a crear dos variables arreglos booleano que contengan los datos de las secuencias, estos arreglos están conectados a un bloque de selección que mediante el bit dirección cambiara entre cada arreglo de variable en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 191.

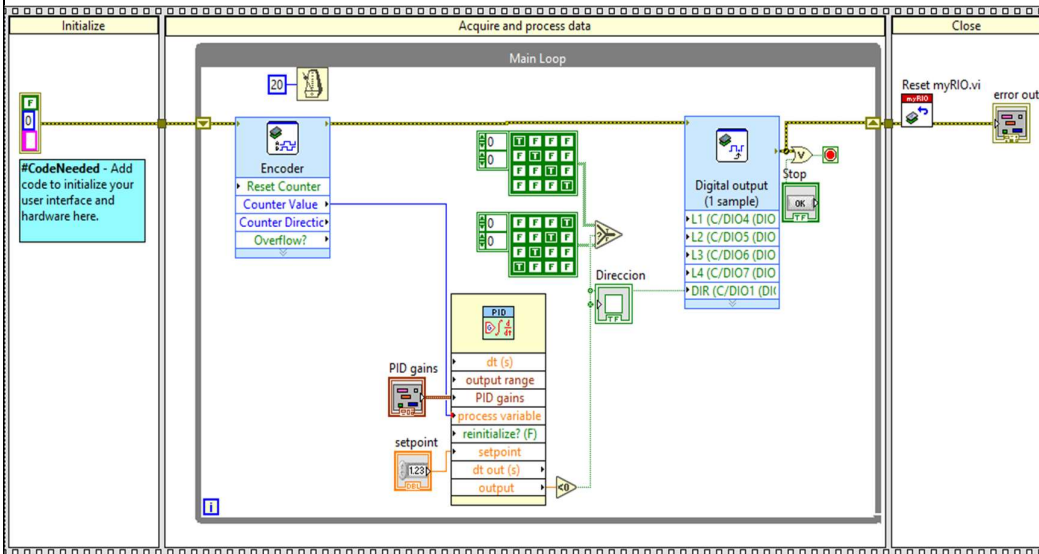


Figura 191. Arreglo de variables booleana para control de motor de paso sin windup práctica 6

Posteriormente los datos enviados desde el selector se los agrega a un bloque indexación del arreglo (**bloque de diagrama >> array>> índice array**) y se conecta a un bloque de conversión de array a clúster (**bloque de diagrama >> clúster>> array to clúster**) se enlaza a un bloque de descomposición de clúster obteniendo el valor individual de cada dato del arreglo y se conecta al bloque de salida digital de las bobinas del motor de paso como se muestran en la Figura 192.

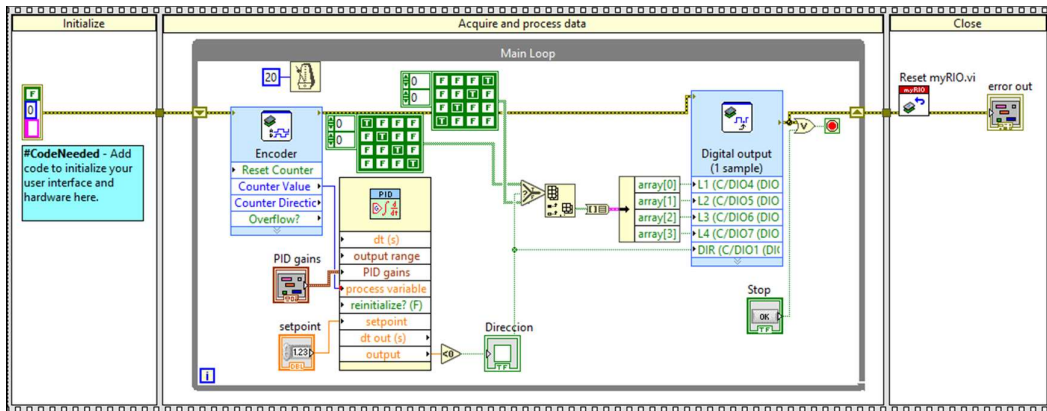


Figura 192. Conexión del bloque de diagrama del arreglo booleano sin windup práctica 6

Se procede a crear una constante fuera del lazo como registro de desplazamiento inicialmente en 0 y configurar la condicional que en cada iteración incremente en 1 su valor hasta llegar al 4 y vuelva a 0 dicho resultante se conecta al índice to array como se muestra en la Figura 193.

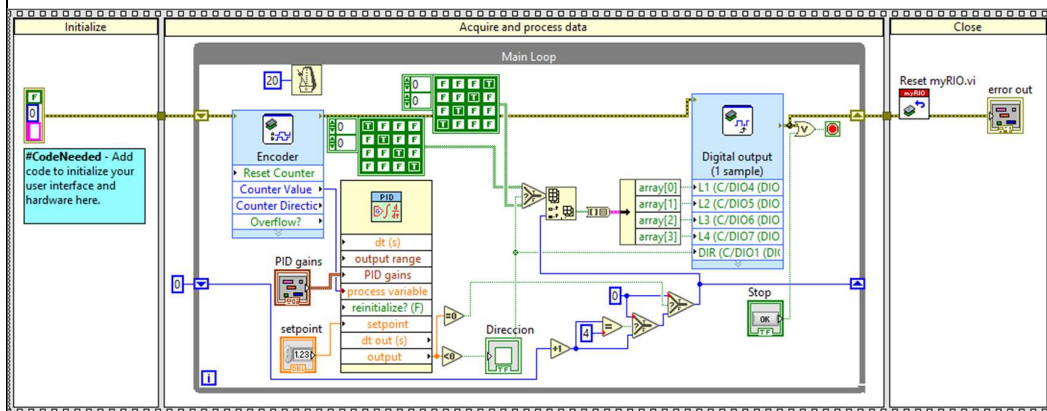


Figura 193. Conexiones para el control de secuencia sin windup práctica 6

Paso 20 Panel frontal.

En el panel frontal se procede a organizar los elementos y crear una gráfica donde se visualiza dos valores el Encoder y la referencia como se muestra en la Figura 194.

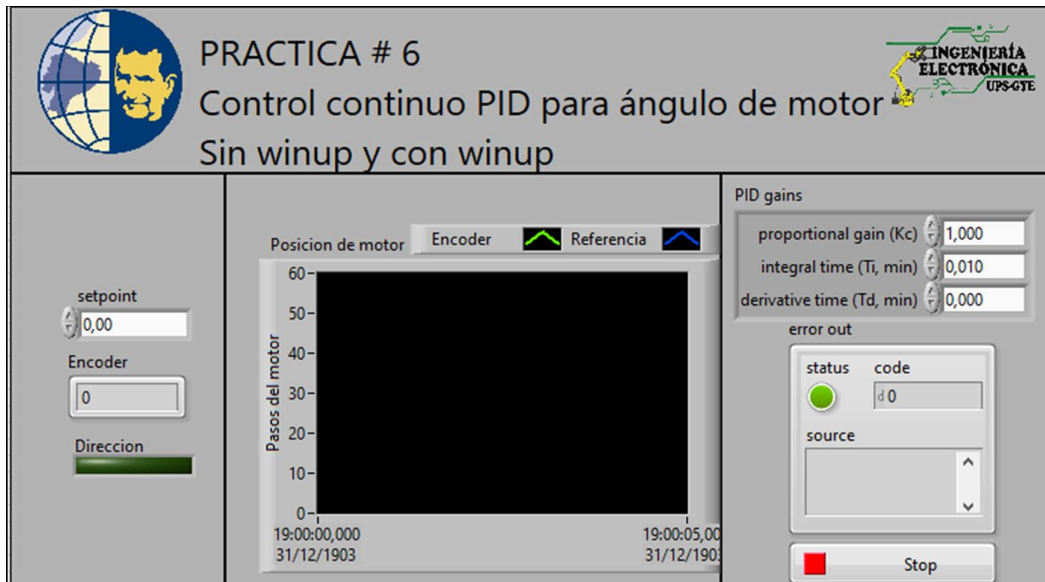


Figura 194. Panel frontal sin windup práctica 6

Paso 21 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols sin windup

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 195.

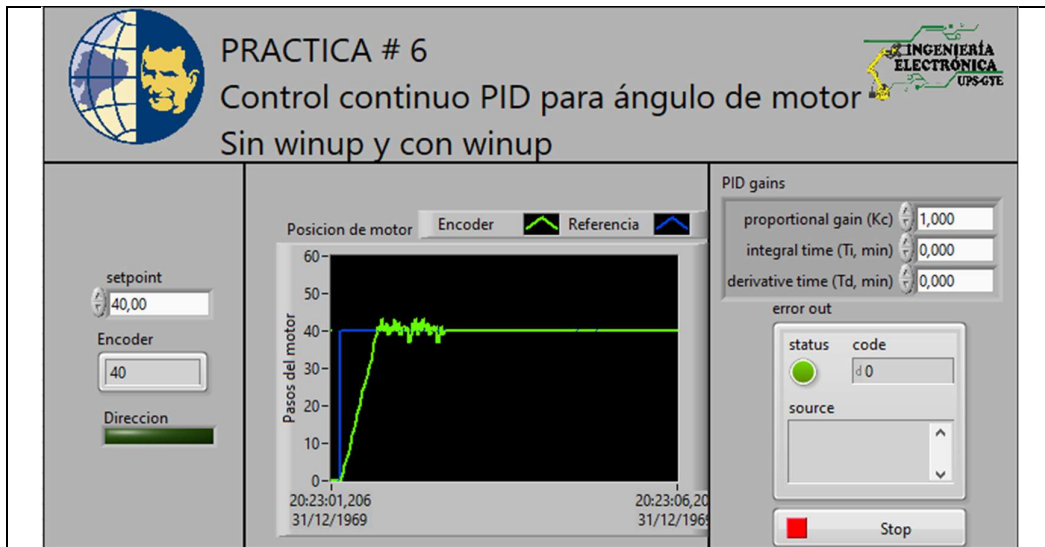


Figura 195. Creación de visualizador grafico sin windup práctica 6

Paso 22 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 196.

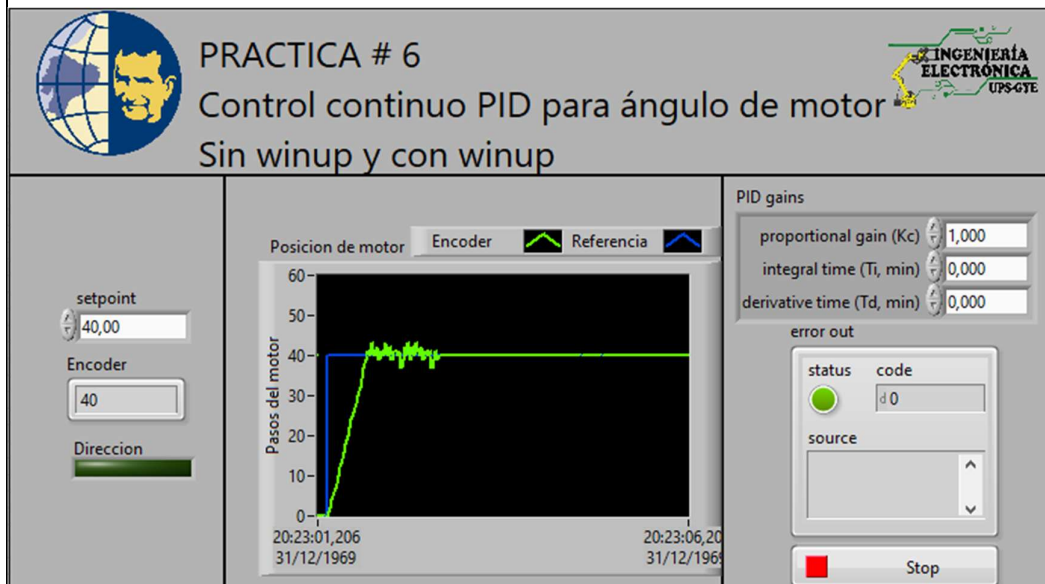


Figura 196. Grafica para cálculo de valor sin windup 6

Paso 23 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 197.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 197. Tabla de ziegler nichols 1er. Método sin windup práctica 6

Paso 24 Dibujo de paso unitario

En la Figura 198 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=22 y T=32 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es $K_P=1.74$, $T_i=44$ y $T_{DK}=11$ donde $k_i=k_p/t_i$ y $k_d = k_p * t_i$



Figura 198. Dibujo de paso unitario sin windup práctica 6

Paso 25 Ejecutar el vi

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 199.

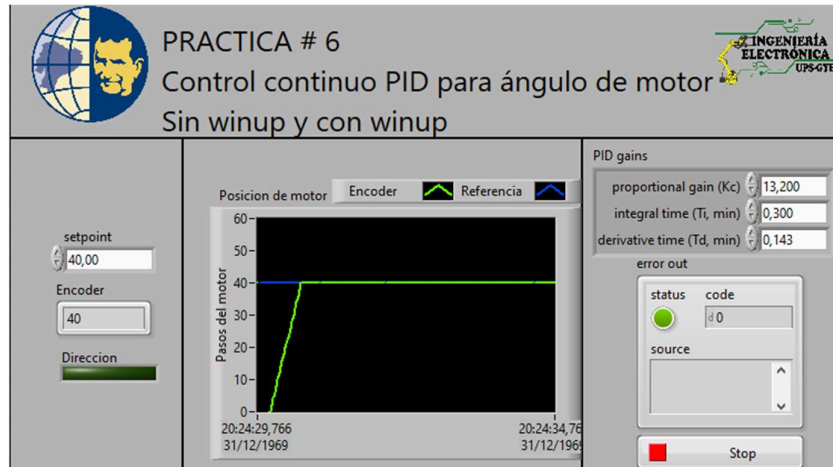


Figura 199. Ejecución de vi sintonizado sin windup práctica 6

Paso 26 Agregar windup

En el bloque de diagrama se procede a agregar al bloque PID los límites para el control en este caso 1 como superior y -1 como inferior. Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 200

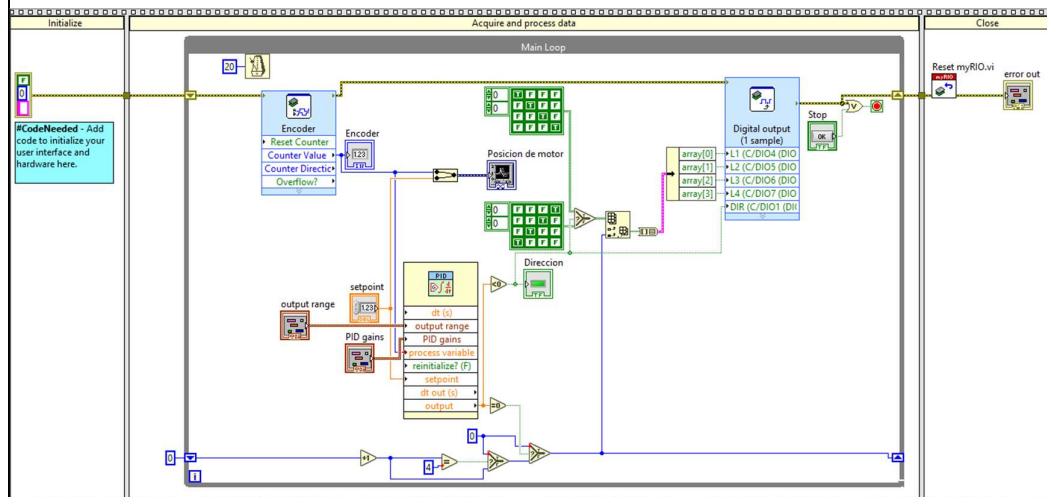


Figura 200. Agregar windup práctica 6

Paso 27 Dibujo de paso unitario con sin up

En la Figura 201 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=22 y T=32 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es $KP=1.74$, $Ti=44$ y $TDK=11$ donde $ki=kp/ti$ y $kd = kp * ti$



Figura 201. Dibujo de paso unitario con windup práctica 6

Paso 25 Ejecutar el vi con windup

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 202.

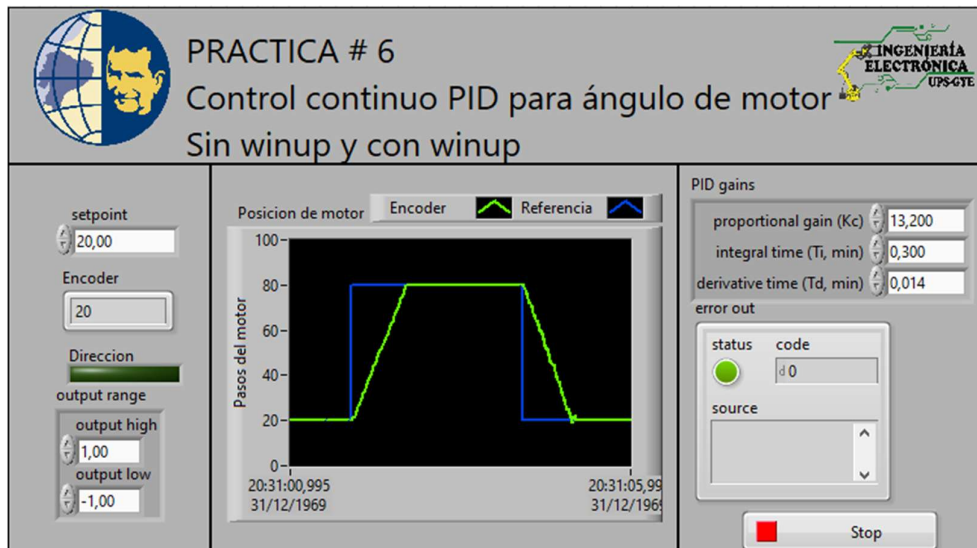


Figura 202. Ejecución de vi sintonizado con windup práctica 6



CONCLUSIONES:

- Con la práctica se logra comprender el control de motor de paso mediante la tarjeta NI myRio.
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols
- La utilización de windup en este tipo de control logra un mayor tiempo de respuesta al utilizar motor de pasos.

RESULTADOS:

- Se logra el control del posicionamiento de un motor de paso utilizando la maleta didáctica. mediante el software LabView.
- Utilizar ziegler nichols para control de posición de motor de paso.
- Las gráficas resultantes muestran un mejor control al implementar los limites o saturación en el bloque PID

Práctica 7: Control continuo PID para velocidad de motor

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	7	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: Control continuo PID para velocidad de motor	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Creación del proyecto • Diseño de un controlador PID de temperatura • Manejo de la EPC • Manejo de la myRio • Controlar la velocidad de un motor mediante un PID 			
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Realizar los pasos detallados a continuación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<p><u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.</p> <p>En la ventana que se muestra en la Figura 203 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p>			
			
<p>Figura 203. Ventana de LabView para myRio práctica 7</p>			
<p>En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 204 seleccionar Plantillas » myRio» myRio Project de la lista de proyectos.</p>			

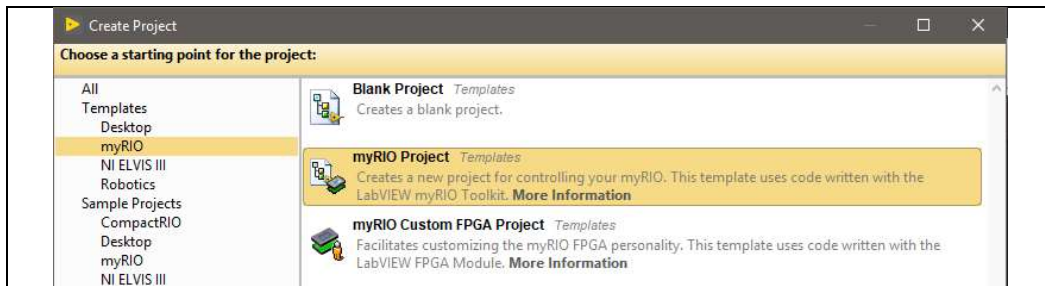


Figura 204. Menú de creación myRio práctica 7

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_7_ Control continuo PID para velocidad de motor . y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 205.

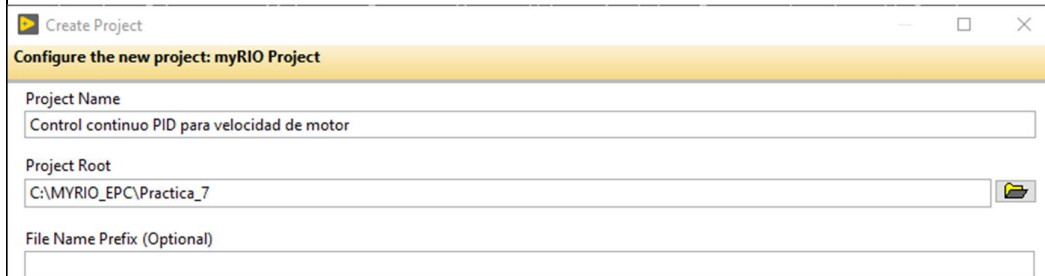


Figura 205. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 7

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 206 se muestra la configuración para la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.

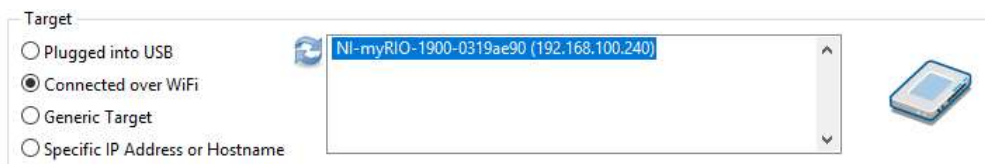


Figura 206. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 7

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 207 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

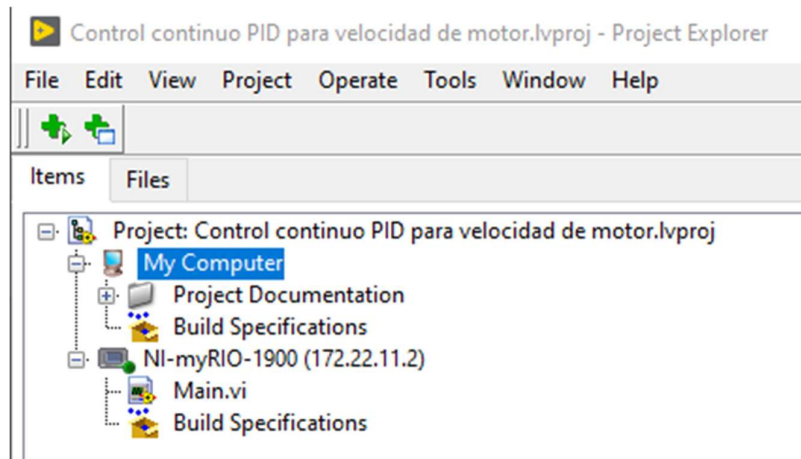


Figura 207. Ventana de administrador de proyecto práctica 7

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 208.

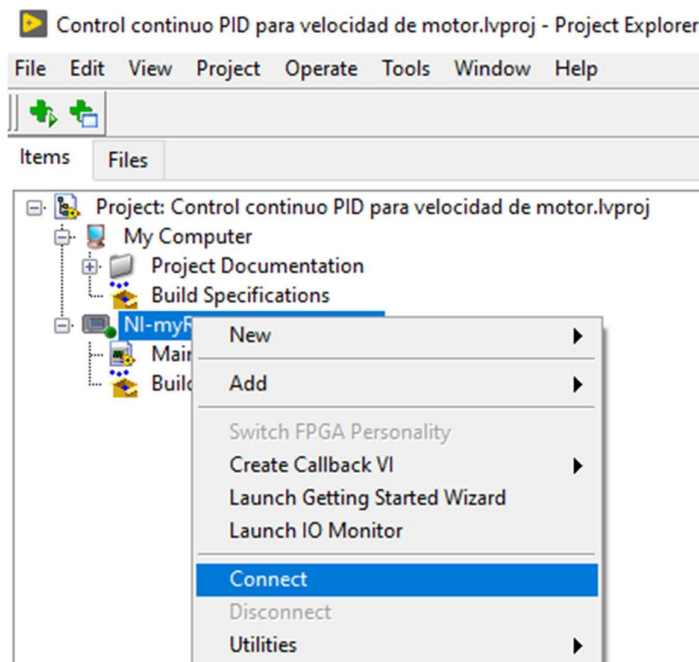


Figura 208. Ventana de conexión con NI myRio práctica 7

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 209.

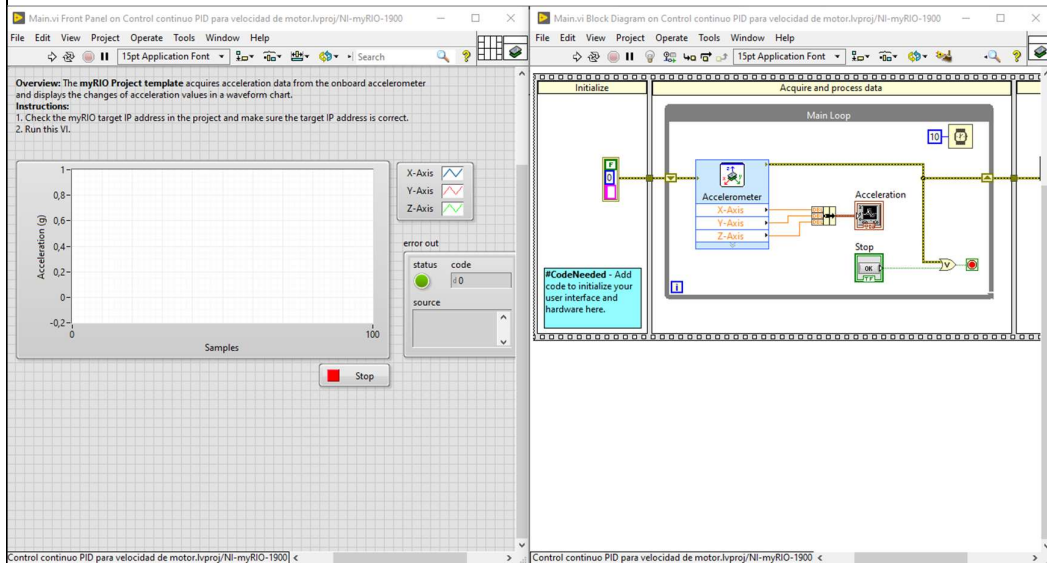


Figura 209. Bloque y panel de LabView en práctica 7

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 210.

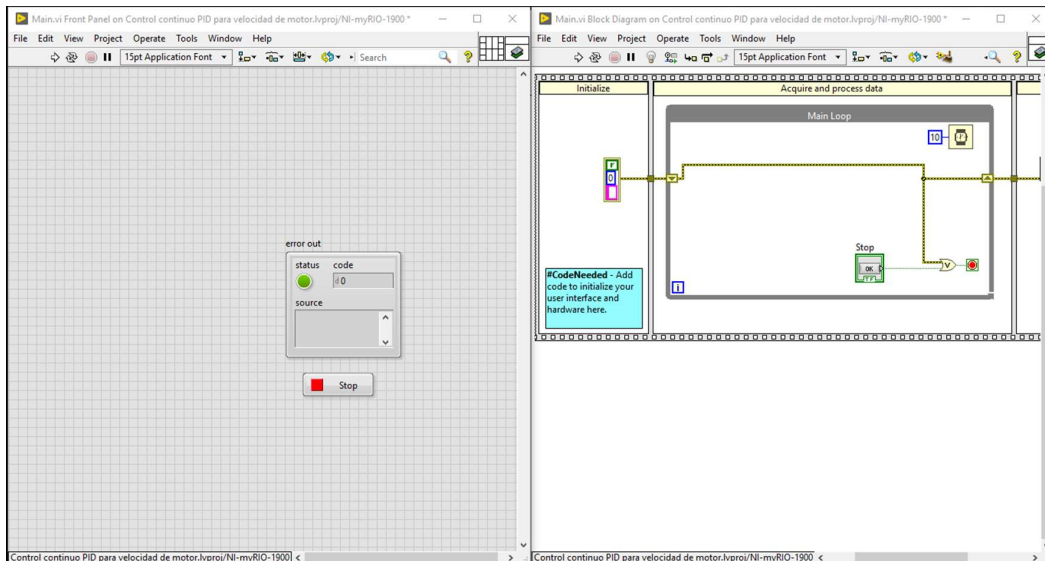


Figura 210. Main principal práctica 7

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 211.

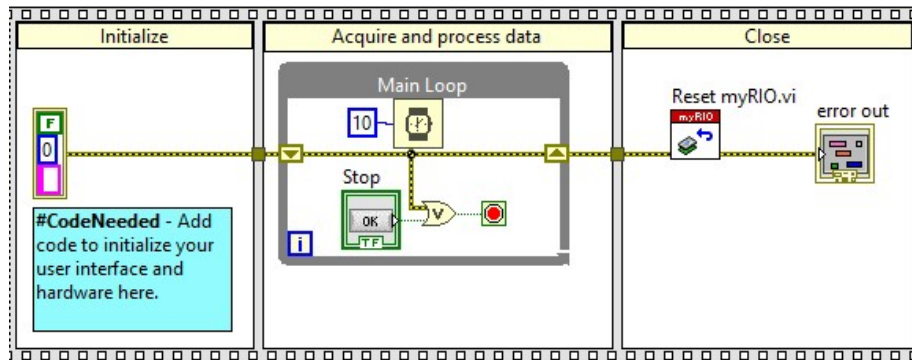


Figura 211. Diagrama de control práctica 7

Paso 8 Crear la entrada del Encoder del motor de paso

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor ir **Bloque de diagrama >> myRio>>Encoder**” como se ve en Figura 212.

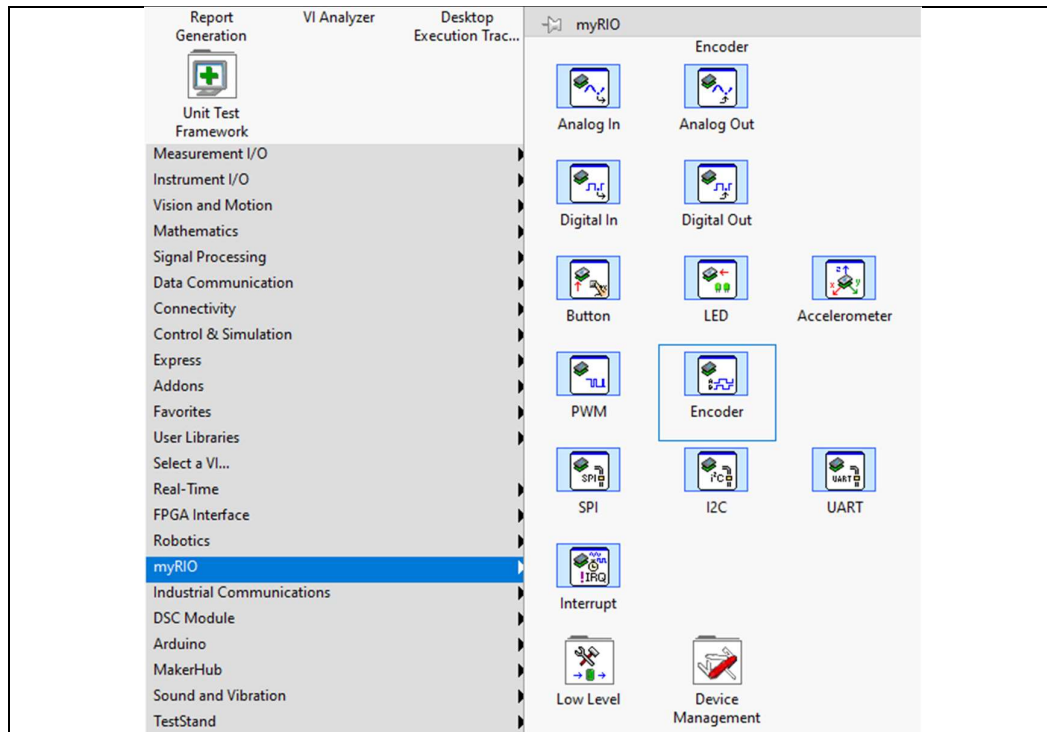


Figura 212. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 7

Paso 9 Configuración del Encoder

En la Figura 213 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

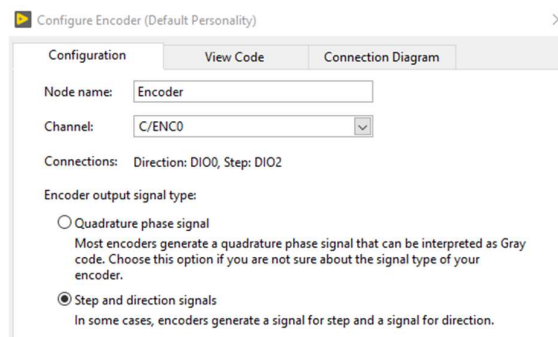
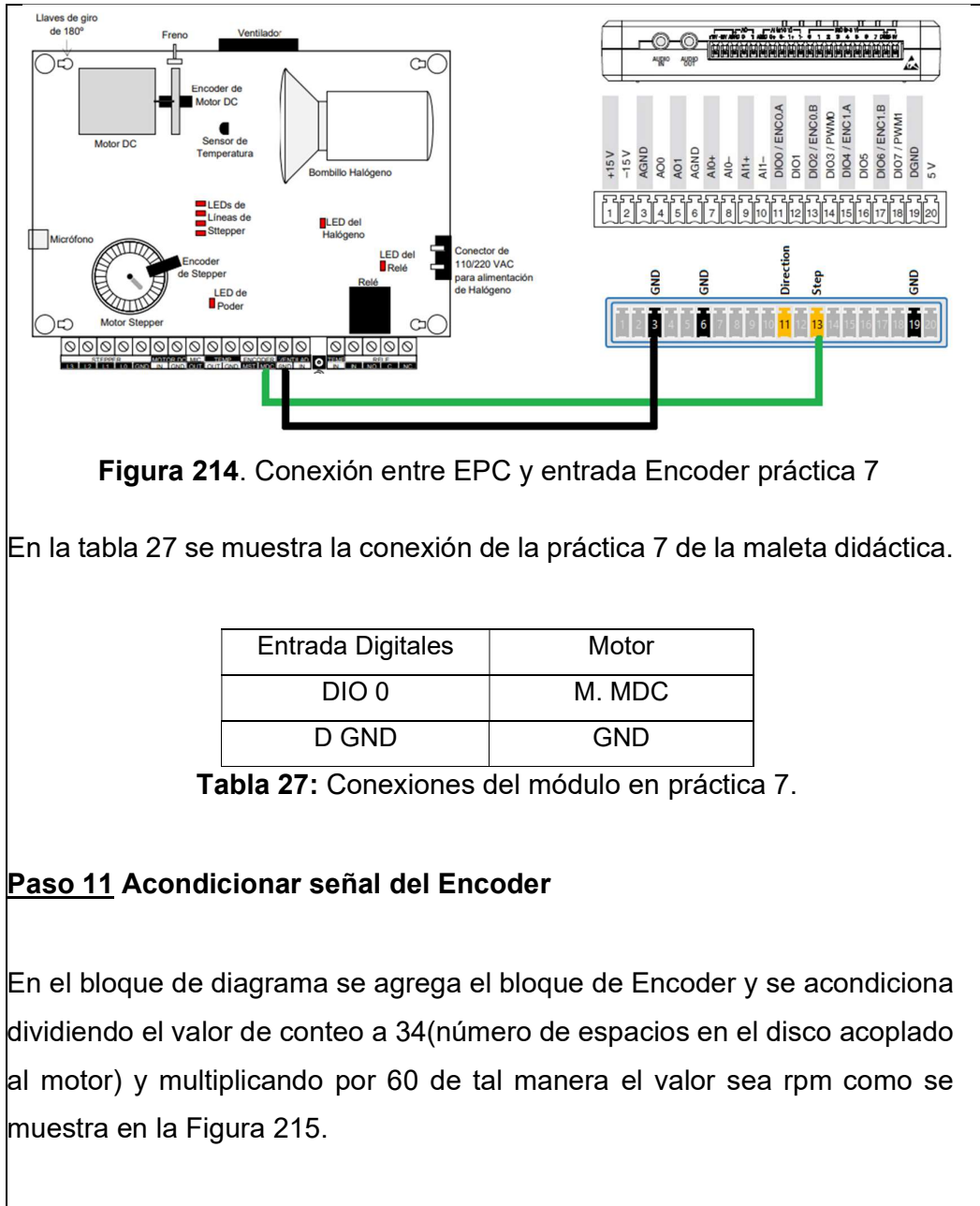


Figura 213. Configuración del Encoder práctica 7

Paso 10 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 214.



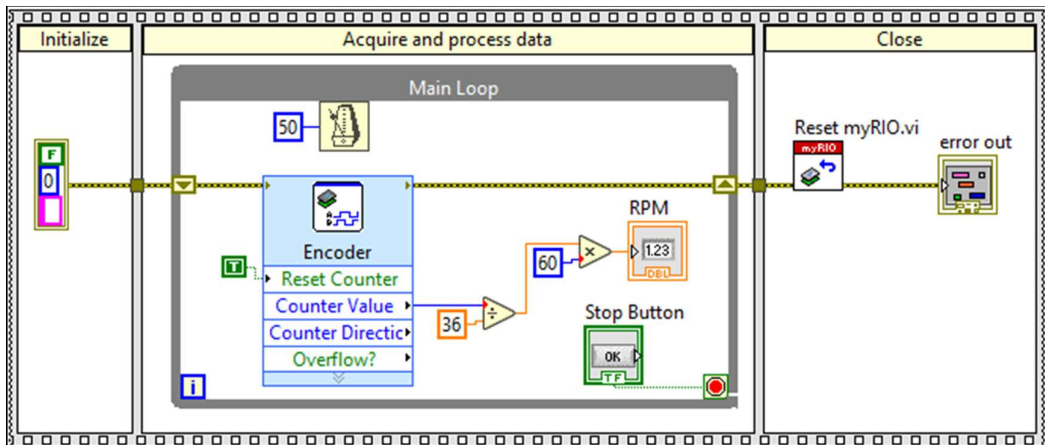


Figura 215. Acondicionamiento de señal del Encoder práctica 7

Paso 12 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID), crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder y a la salida del PID se agrega la condición de que solo envíe datos superiores a cero casos contrarios enviar 0 c como se muestra en la Figura 216.

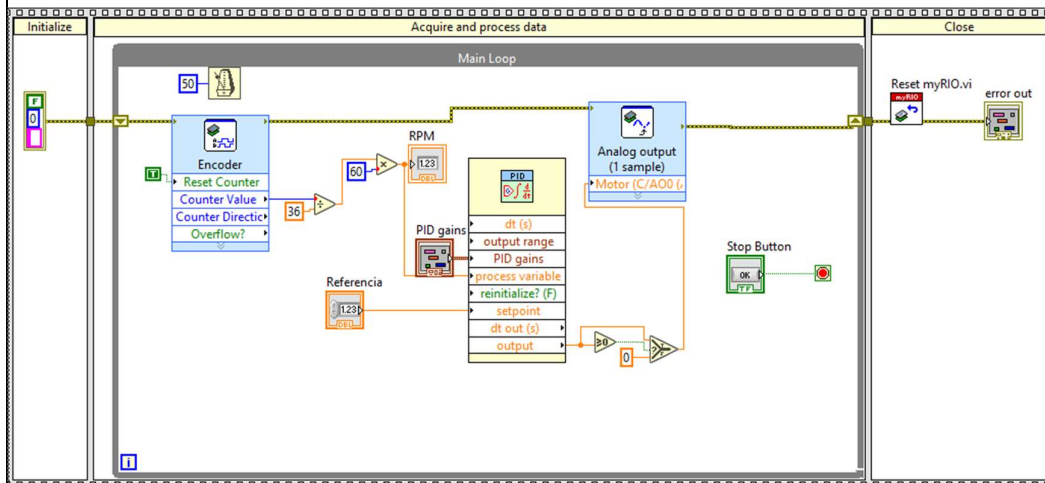


Figura 216. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 7

Paso 13 Panel frontal indicador grafico

Se agrega un indicador grafico donde se visualizan la variable de referencia y

el valor de lectura del Enconderser se procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 217.

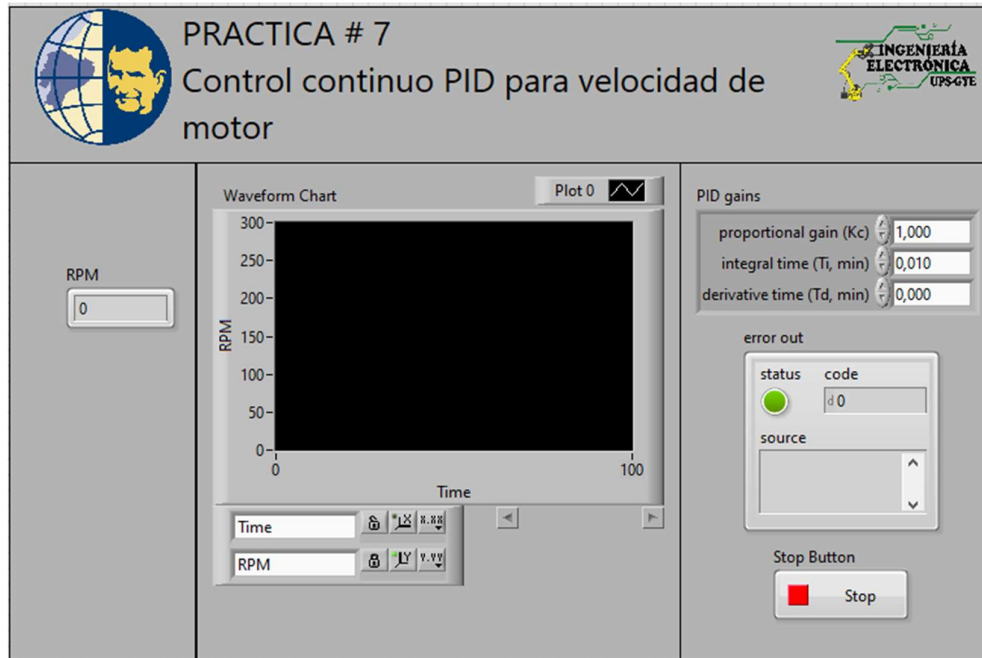


Figura 217. Panel frontal práctica 7

Paso 14 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 218.

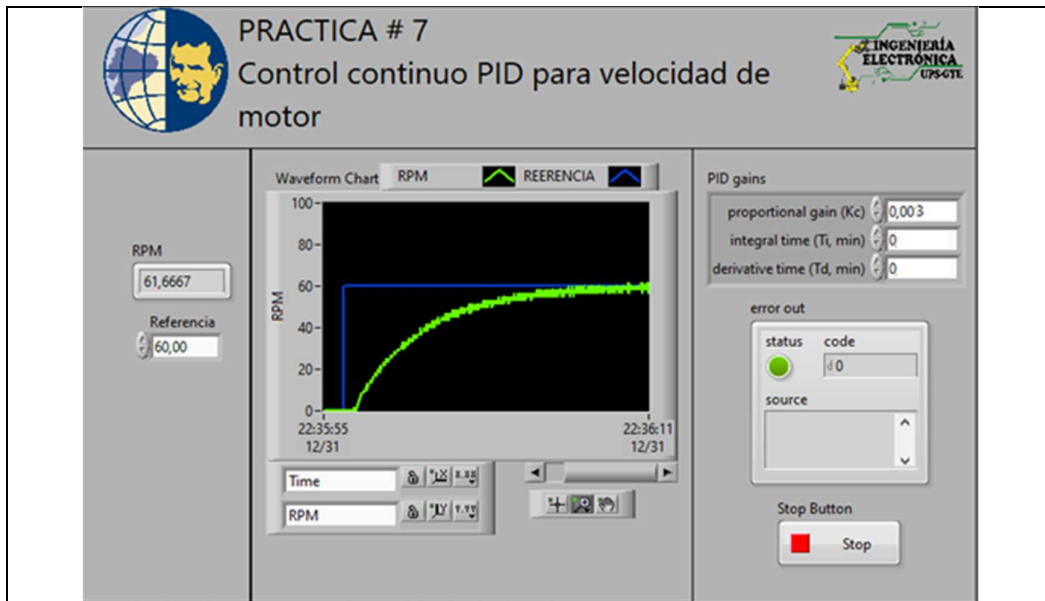


Figura 218. Creación de visualizador grafico práctica 7

Paso 15 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 219.

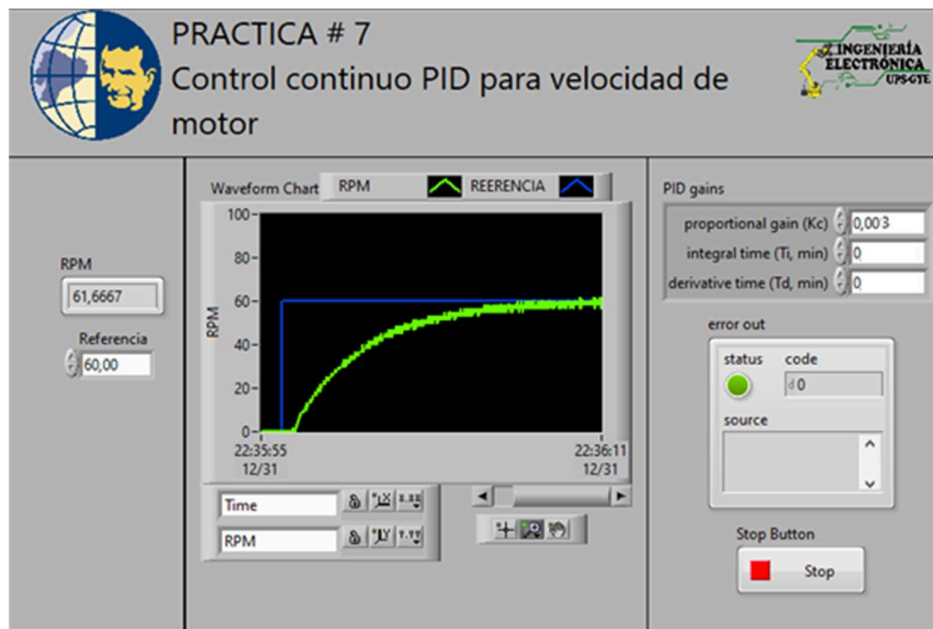


Figura 219. Muestreo de valores práctica 7

Paso 16 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 220.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 220. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 7

Paso 17 Dibujo de paso unitario

En la Figura 221 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=94 y T=324 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es Kc=0.003, donde kp= 0,001800 ,ki = 0,002380 , kd= 0,000590

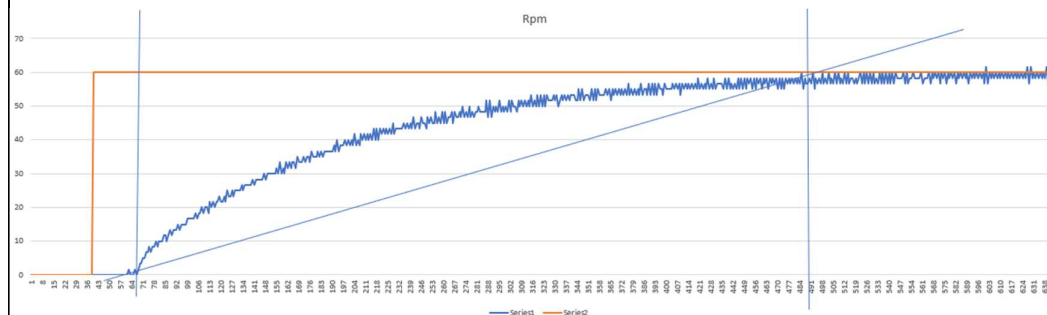


Figura 221. Dibujo de paso unitario práctica 7

Paso 18 Ejecutar el vi

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 222.

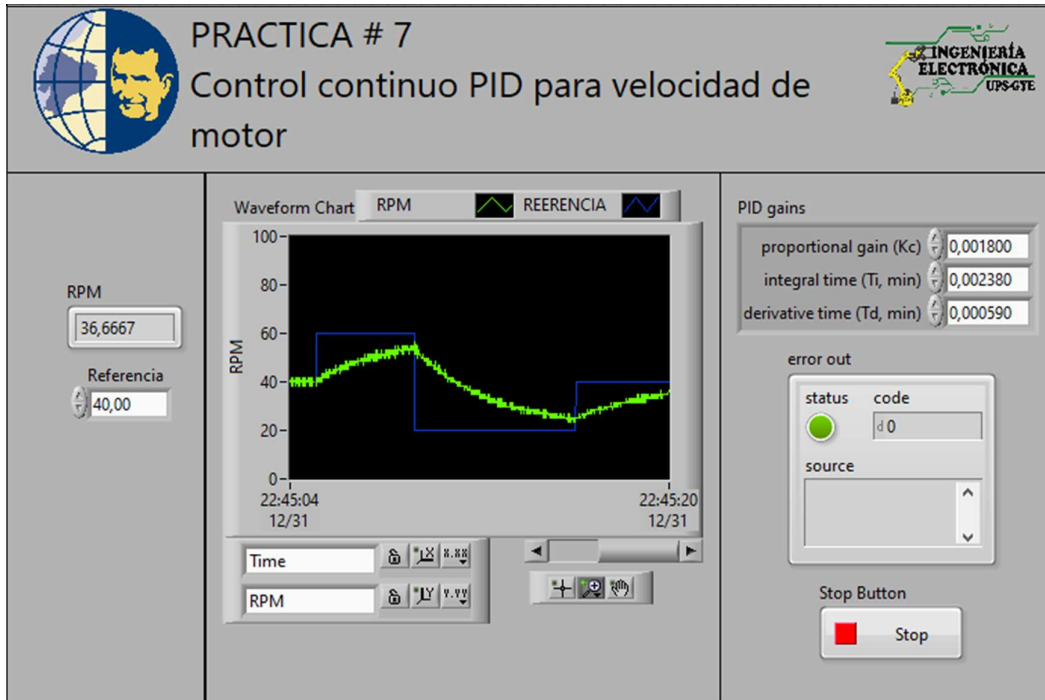


Figura 222. Elución con PID sintonizado práctica 7



CONCLUSIONES:

- Con la práctica se aprendió la configuración de datos analógicos de como entrada y salida en myRio con el software LabView
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales analógicas con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de velocidad mediante el software LabView

Práctica 8: Control continuo PID para velocidad de motor con windup comparación entre sistema sin windup y con windup

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	8	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: Control continuo PID para velocidad de motor con windup comparación entre sistema sin windup y con windup	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Creación del proyecto • Diseño de un controlador PID de temperatura • Manejo de la EPC • Manejo de la myRio • Controlar la velocidad de un motor mediante un PID • Comparación entre aplicación con windup y sin windup 			
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Realizar los pasos detallados a continuación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<p><u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.</p> <p>En la ventana que se muestra en la Figura 223 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p>			
			
Figura 223. Ventana de LabView para myRio práctica 8			

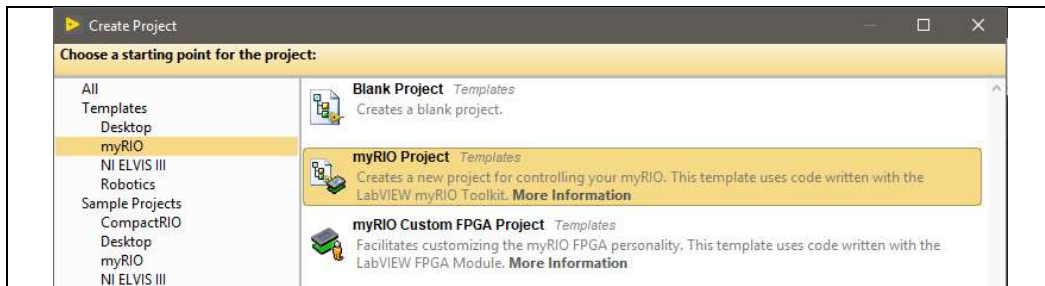


Figura 224. Menú de creación myRio práctica 8

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_8_ Control continuo PID para velocidad de motor con windup comparación entre sistema sin windup y con windup. y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 225.

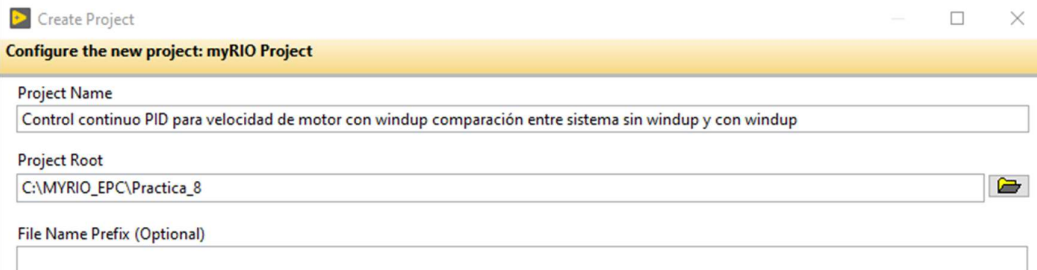


Figura 225. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 8

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 226 se muestra la configuración por la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.



Figura 226. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 8

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 227 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

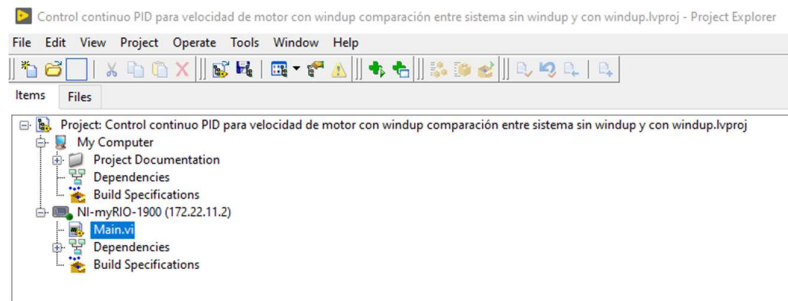


Figura 227. Ventana de administrador de proyecto práctica 8

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 228.

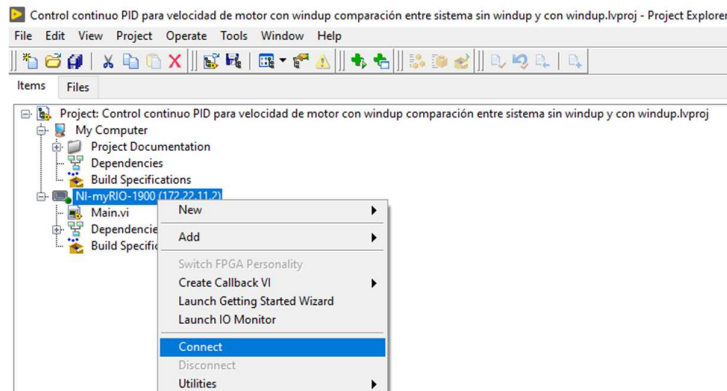


Figura 228. Ventana de conexión con NI myRio práctica 8

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 229.

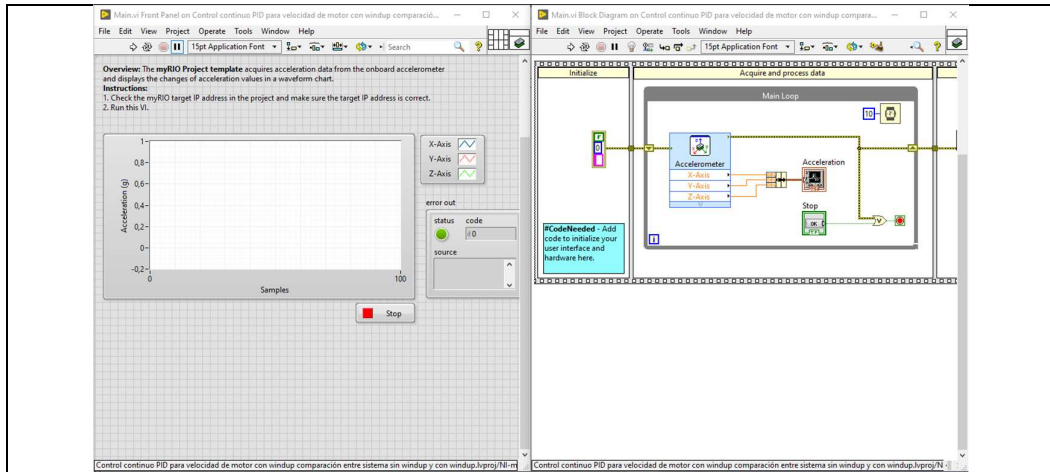


Figura 229. Bloque y panel de LabView en práctica 8

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 230.

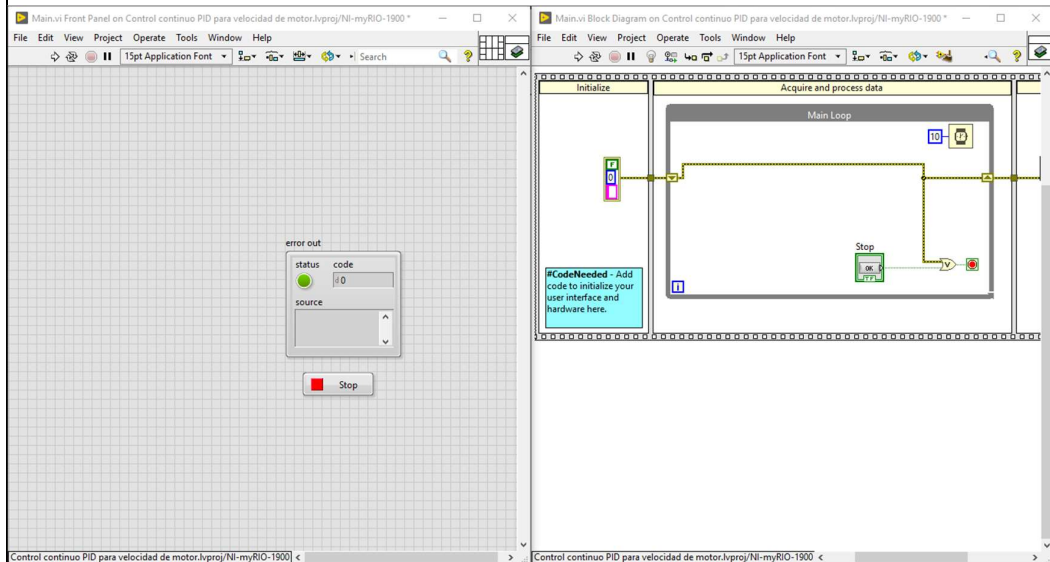


Figura 230. Main principal práctica 8

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 231.

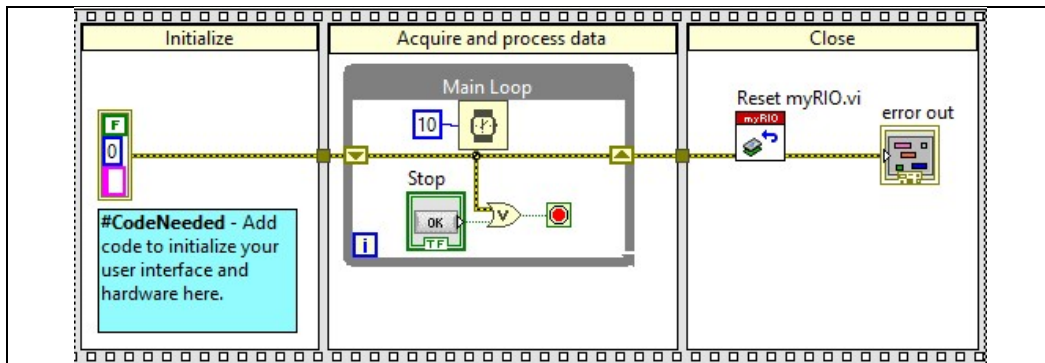


Figura 231. Diagrama de control práctica 8

Paso 8 Crear la entrada del Encoder del motor de paso

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor ir **Bloque de diagrama >> myRio>>Encoder**” como se ve en Figura 232.

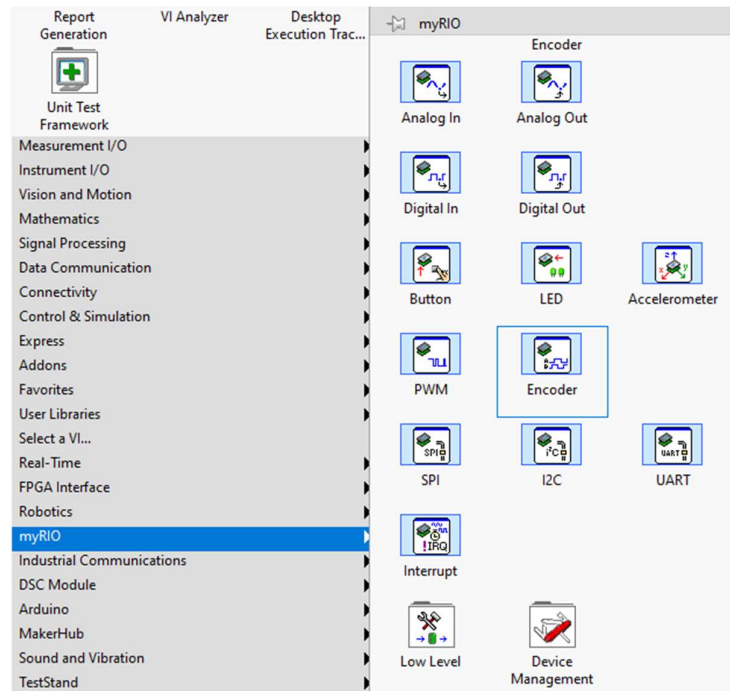


Figura 232. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 8

Paso 9 Configuración del Encoder

En la Figura 233 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

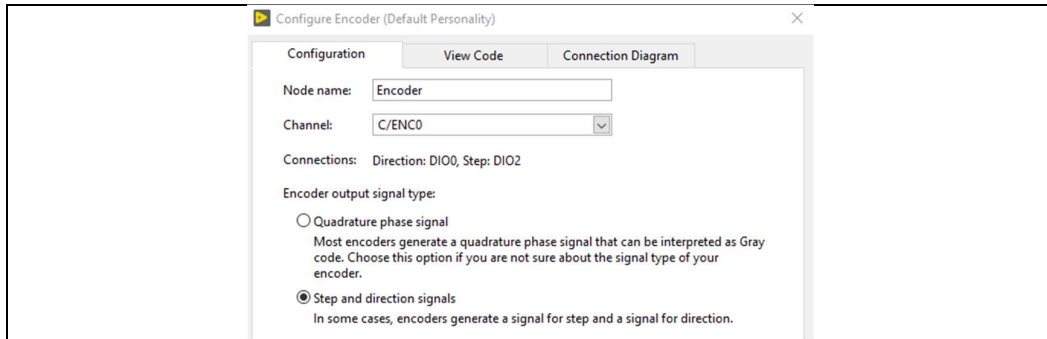


Figura 233. Configuración del Encoder práctica 8

Paso 10 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 234.

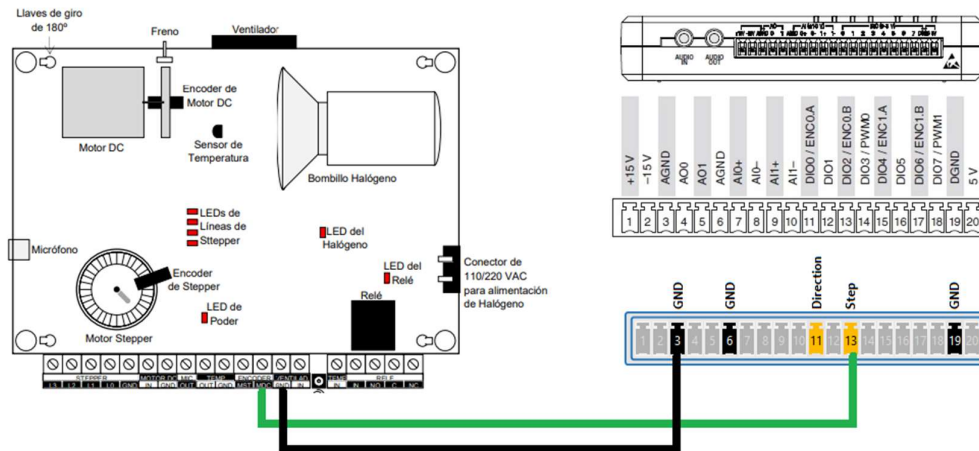


Figura 234. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 8

En la tabla 28 se muestra la conexión de la práctica 8 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Motor
DIO 0	M. MDC
D GND	GND

Tabla 28: Conexiones del módulo en práctica 8.

Paso 11 Acondicionar señal del Encoder

En el bloque de diagrama se agrega el bloque de Encoder y se acondiciona dividiendo el valor de conteo a 34(número de espacios en el disco acoplado al motor) y multiplicando por 60 de tal manera el valor sea rpm como se muestra en la Figura 235.

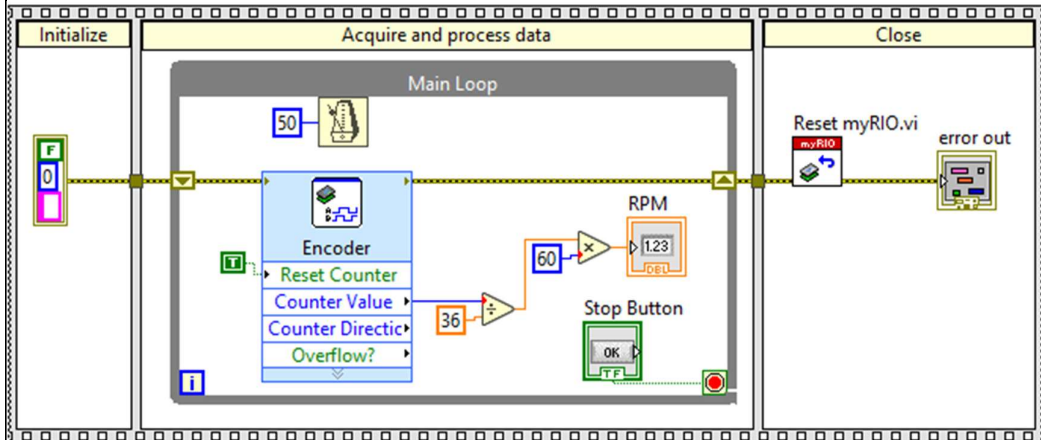


Figura 235. Acondicionamiento de señal del Encoder práctica 8

Paso 12 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (**bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID**), crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder y a la salida del PID se agrega la condición de que solo envíe datos superiores a cero casos contrarios enviar 0 c como se muestra en la Figura 236.

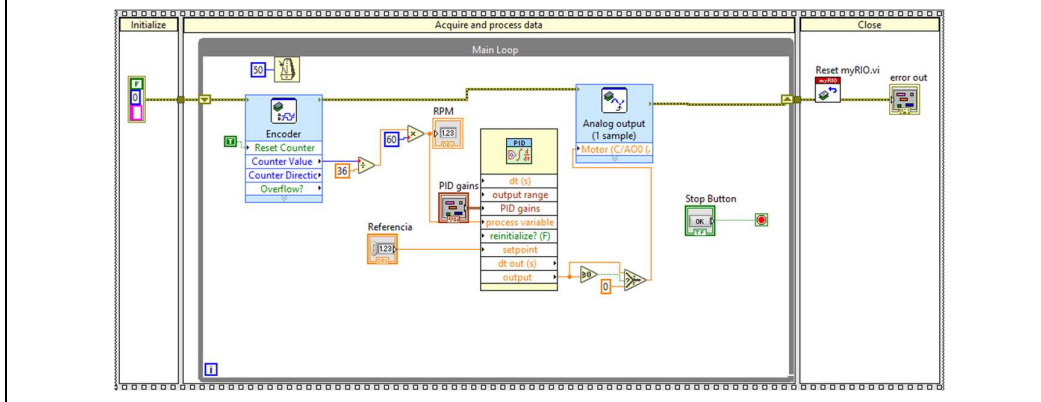


Figura 236. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 8

Paso 13 Panel frontal indicador grafico

Se agrega un indicador grafico donde se visualizan la variable de referencia y el valor de lectura del Encoder se procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 237.

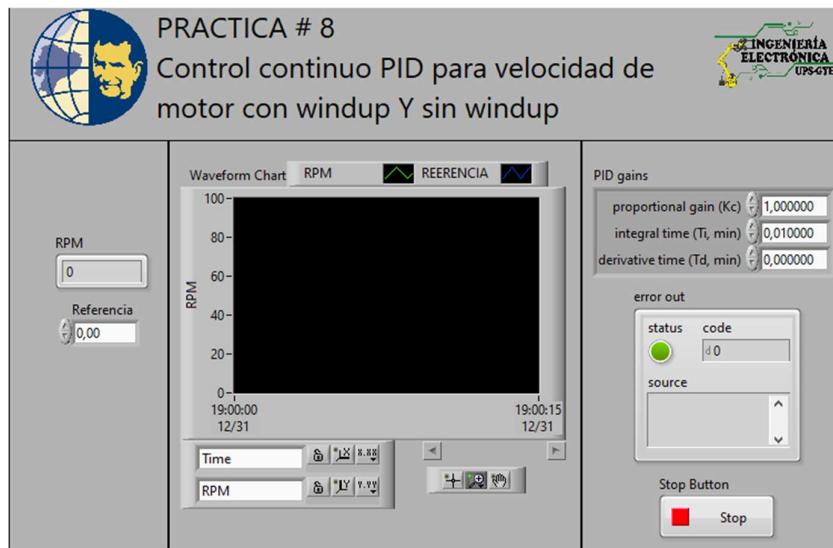


Figura 237. Panel frontal práctica 8

Paso 14 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 238.

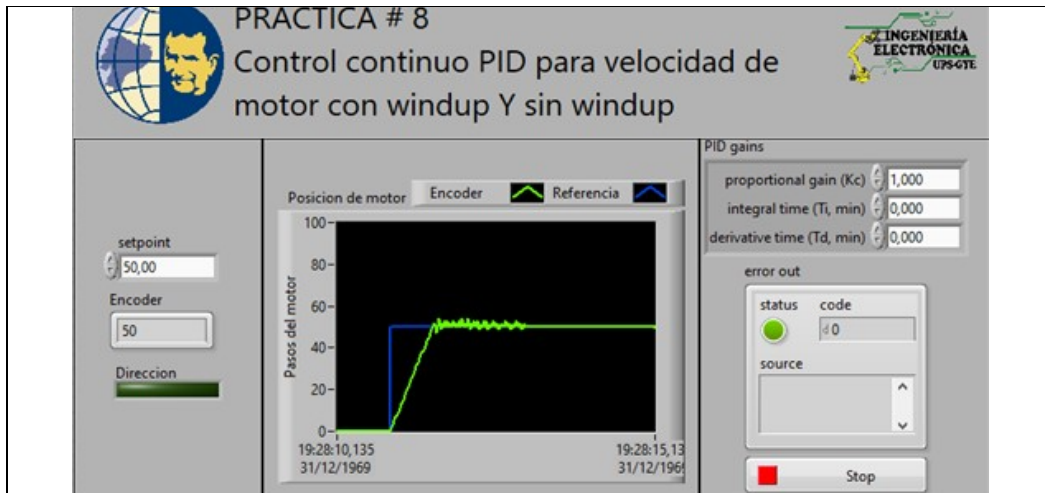


Figura 238. Creación de visualizador grafico práctica 8

Paso 15 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 239.

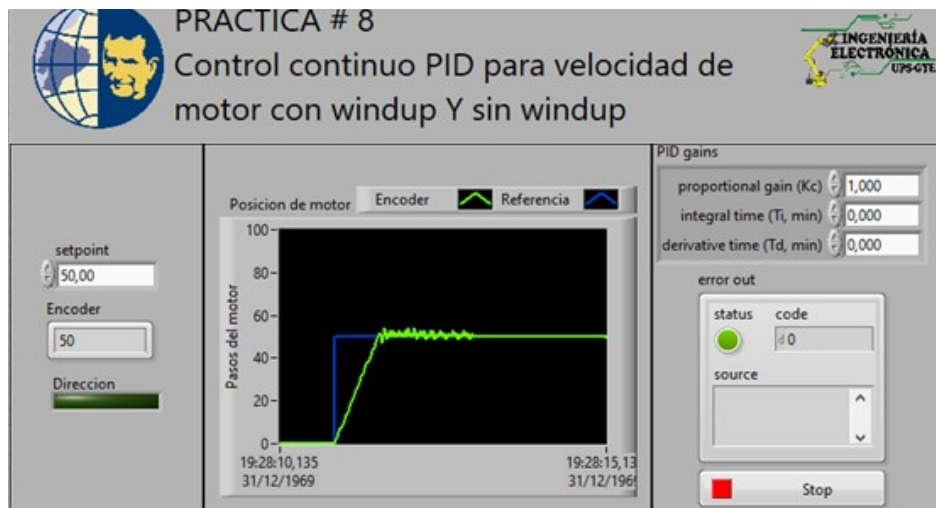


Figura 239. Muestreo de valores práctica 8

Paso 16 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable.

Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 240.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 240. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 8

Paso 17 Dibujo de paso unitario

En la Figura 241 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=94 y T=324 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es Kc=0.003, donde $k_p = 0,001800$, $k_d = 0,002380$, $k_i = 0,000590$

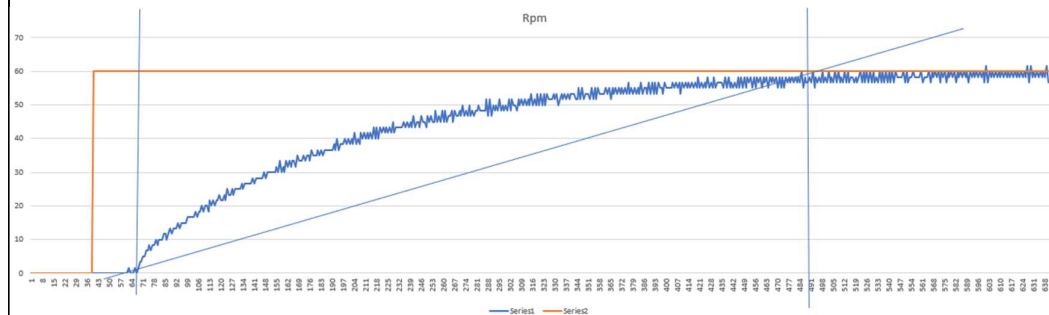


Figura 241. Dibujo de paso unitario práctica 8

Paso 18 Ejecutar el vi

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 242.

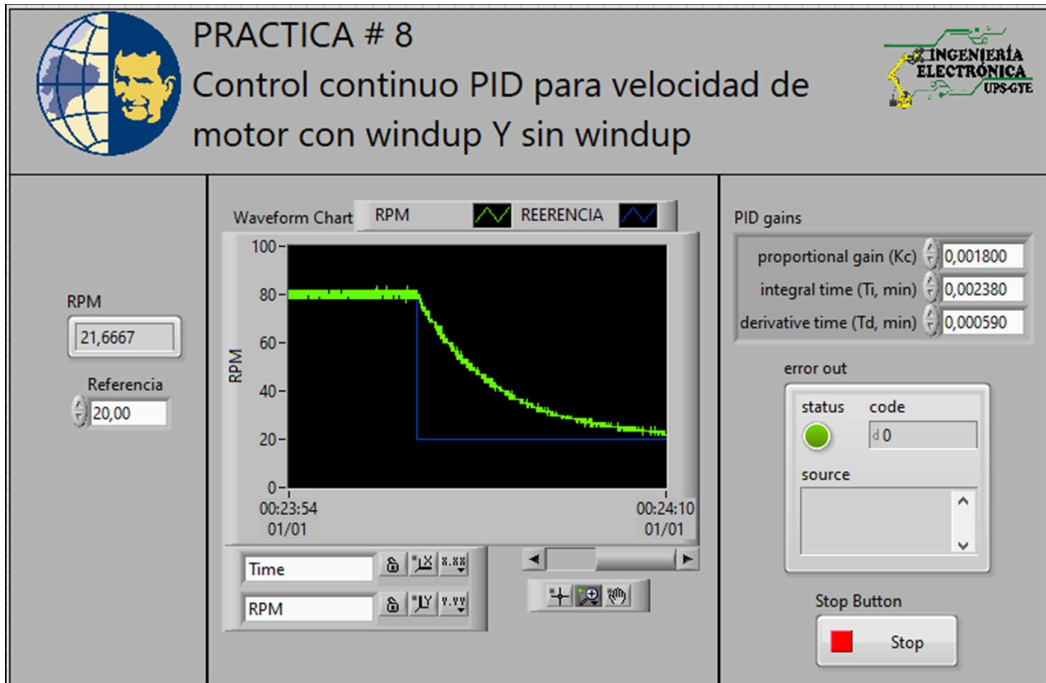


Figura 242. Simulación con PID sintonizado práctica 8

Paso 19 Agregar windup

En el bloque de diagrama se procede a agregar al bloque PID los límites para el control en este caso 1 como superior y -1 como inferior Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 243.

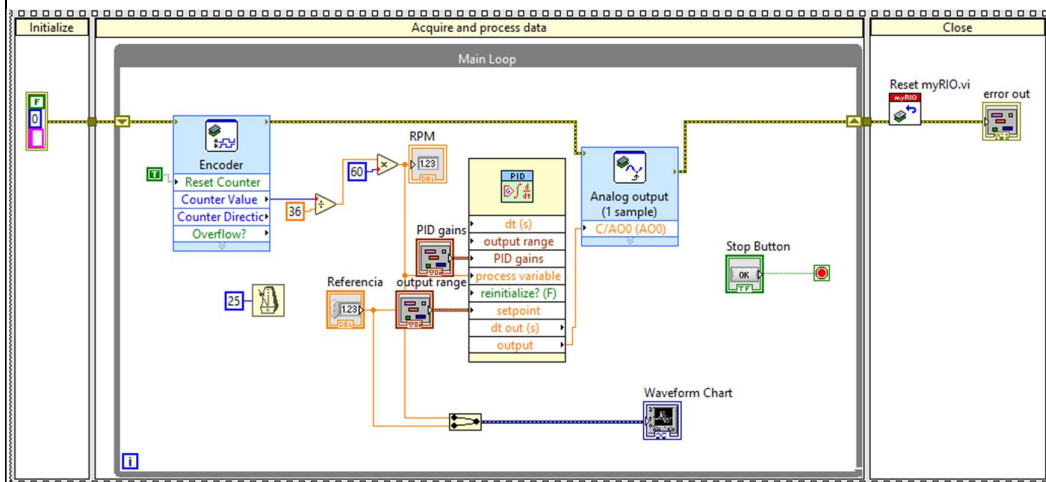


Figura 243. Agregar windup práctica 8

Paso 20 Dibujo de paso unitario con win up

En la Figura 244 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=94 y T=324 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es $K_c=0.003$, donde $k_p= 0,001800$, $k_d = 0,002380$, $k_i= 0,000590$

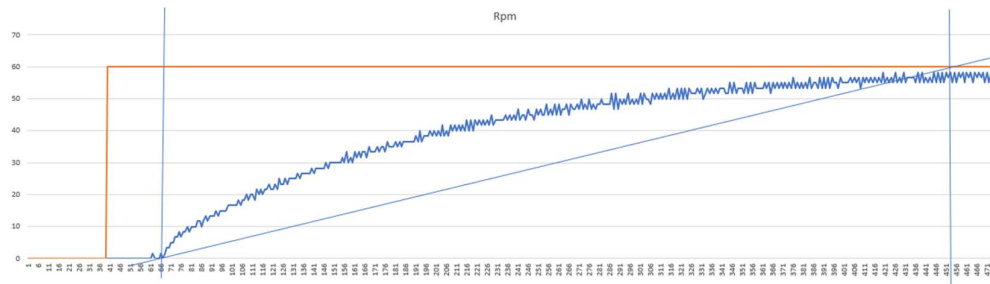


Figura 244. Dibujo de paso unitario con windup práctica 8

Paso 25 Ejecutar el vi con windup

Al momento de cargar el programa a la myRio se aprecia la estabilización óptima con los valores adecuados, mostrado en la Figura 245.

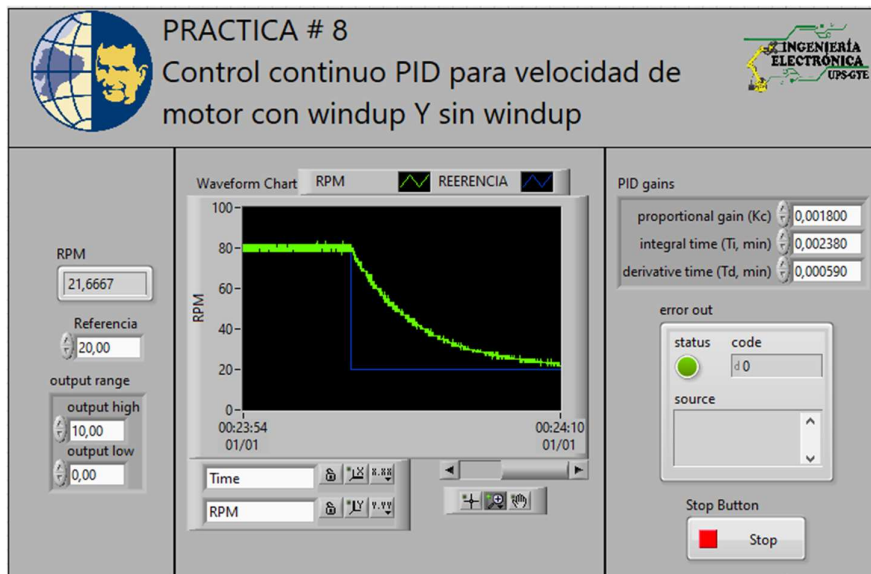


Figura 245. Ejecución de vi sintonizado con windup práctica 8.

CONCLUSIONES:

- Con la práctica se aprendió la configuración de datos analógicos de



como entrada y salida en myRio con el software LabView

- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales analógicas con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de velocidad mediante el software LabView

Práctica 9: SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante WiFi.

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	9	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante WiFi.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Creación del proyecto • Diseño de un SCADA para 3 controles PID. • Manejo de la EPC • Manejo de la myRio 			
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Realizar los pasos detallados a continuación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<p><u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.</p> <p>En la ventana que se muestra en la Figura 246 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p>			
			
Figura 246. Ventana de LabView para myRio práctica 9			
<p>En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 247 seleccionar Plantillas » myRio» myRio Project de la lista de proyectos.</p>			

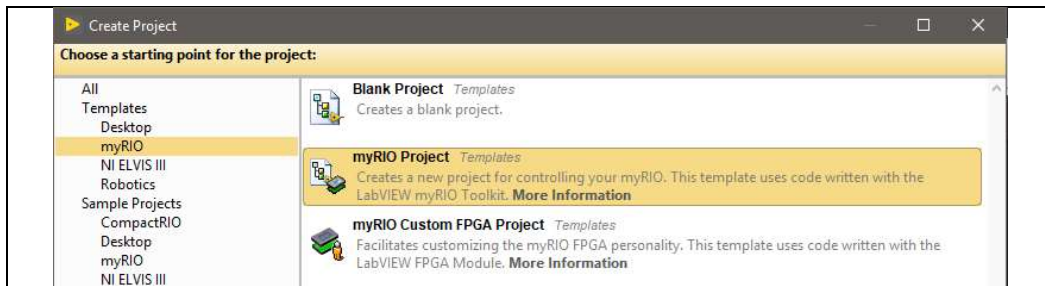


Figura 247. Menú de creación mio práctica 9

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_9_ SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante WiFi. y configurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 248.

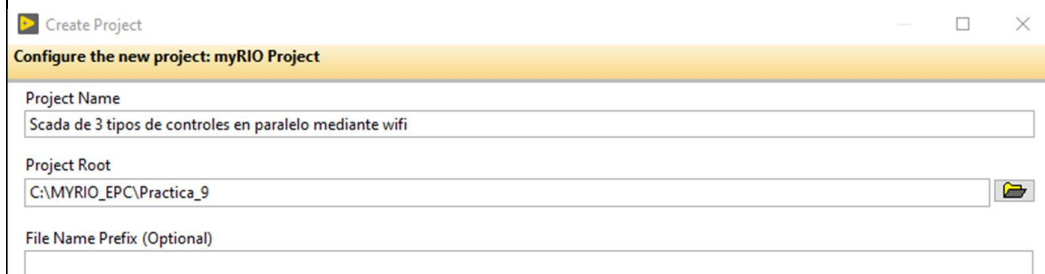


Figura 248. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 9

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 249 se muestra la configuración por la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.

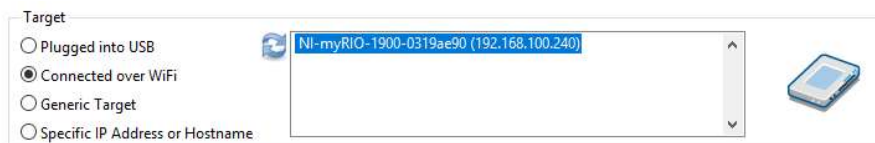


Figura 249. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 9

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 250 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

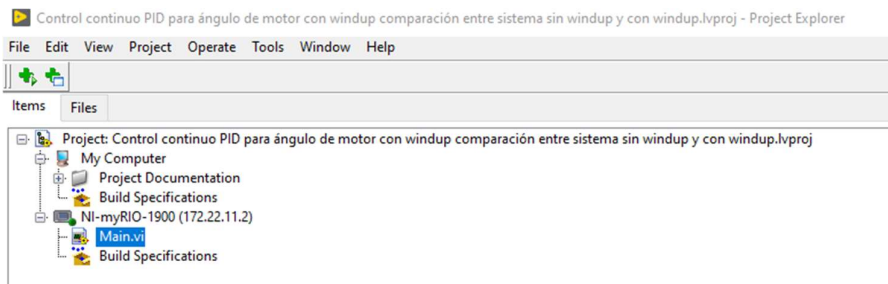


Figura 250. Ventana de administrador de proyecto práctica 9

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 251.

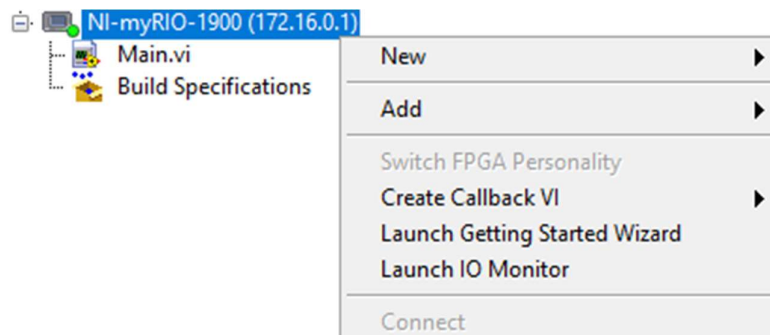


Figura 251. Ventana de conexión con NI myRio práctica 9

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 252.

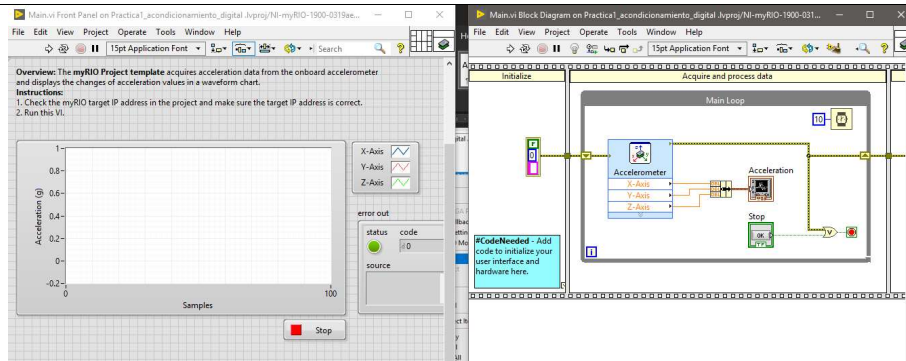


Figura 252. Bloque y panel de LabView en práctica 9

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y suprimir los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 253.

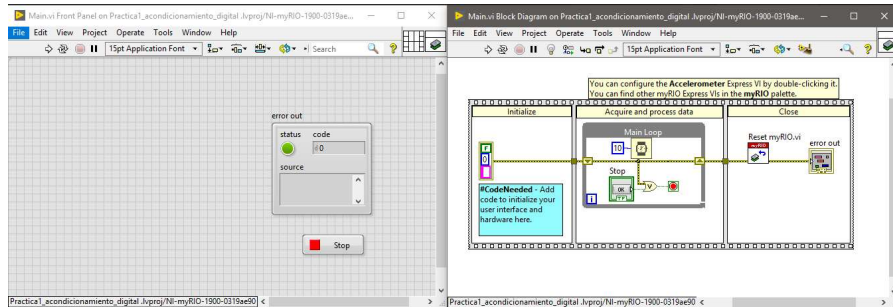


Figura 253. Main principal práctica 9

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación , procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 254.

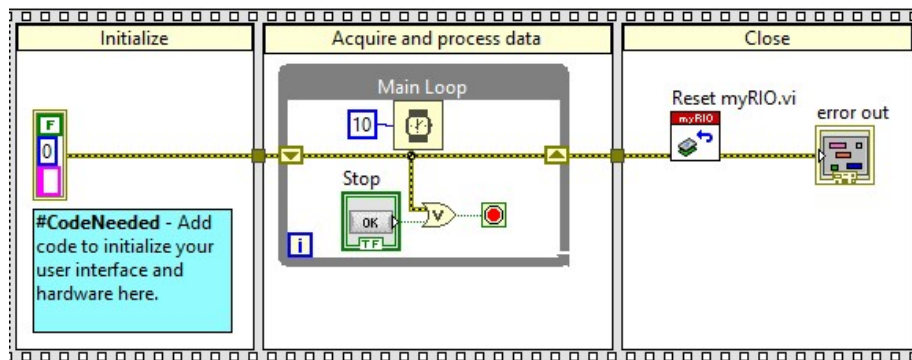


Figura 254. Diagrama de control práctica 9

Paso 8 Crear una salida PWM para control del foco

Ingresa en el bloque de diagrama una salida PWM ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRIO >> PWM** como se muestra en la Figura 255.

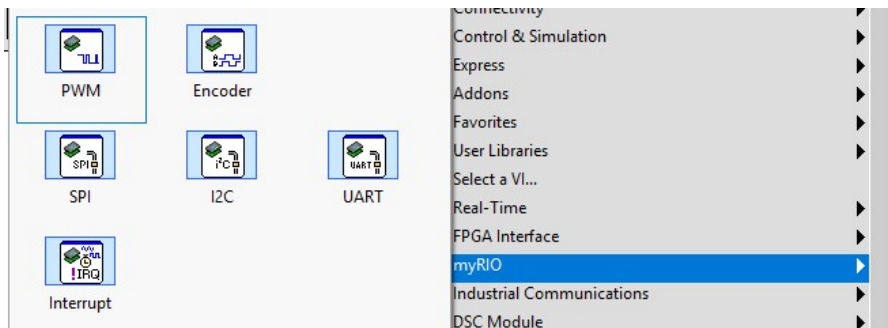


Figura 255. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 9

Paso 9 ConFigurar salida PWM

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 256 se configura el pin de la myRIO a conectar al EPC para el control del foco dicroico, se selecciona el puerto C y el PWM0.

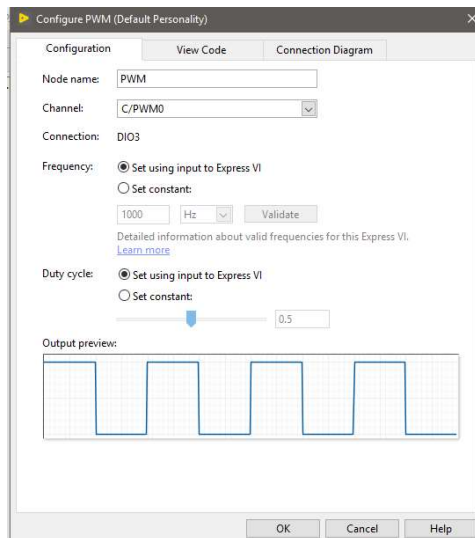


Figura 256. Configuración de salida PWM práctica 9

Paso 10 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 257 .

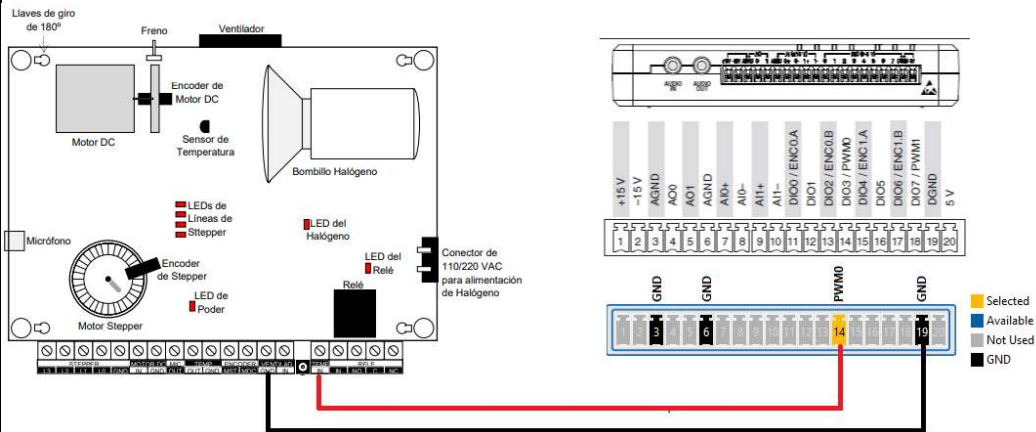


Figura 257. Conexiones salidas PWM de práctica 9

En la tabla 29 se muestra la conexión de la práctica 9 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Temperatura
DIO 3 / PWM 0	Foco
D GND	Gnd

Tabla 29: Conexiones del módulo en práctica 9.

Paso 11 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 258.

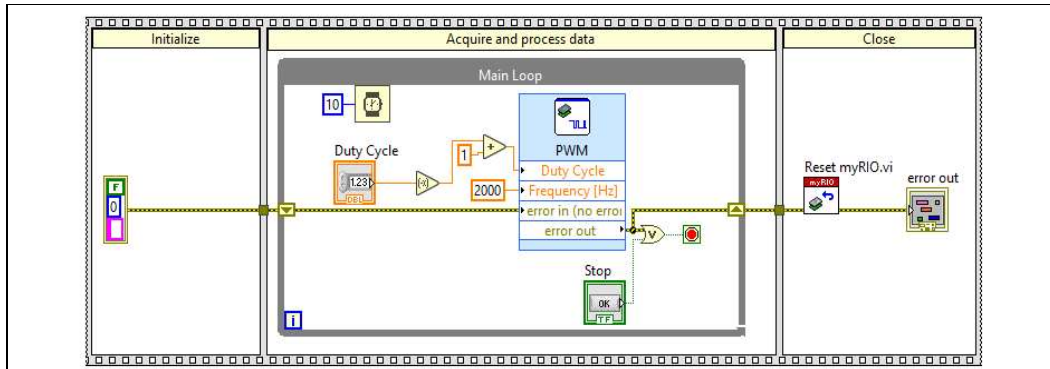


Figura 258. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 9

Paso 12 Crear una entrada analógica al sensor LM35

En el block diagrama se crea una entrada analógica(Analog Input) la cual permitirá adquirir el valor de temperatura mediante un sensor LM35, seleccionar en “Bloque de diagrama >> myRio>>AnalogInput” como se ve en Figura 259.

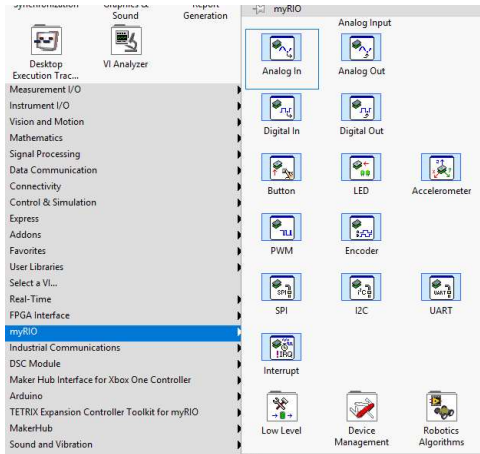


Figura 259. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 9

Paso 13 Configuración de la entrada analógica

En la Figura 260 se muestra la configuración al momento del ingreso de la entrada analógica se configura en el puerto C AI0 con el nombre sensor .

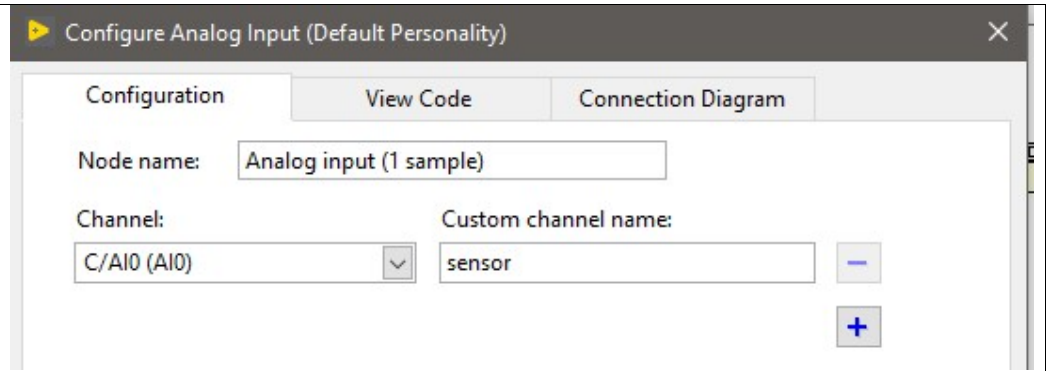


Figura 260. Configuración de la entrada analógica práctica 9

Paso 14 Conexiones entre EPC y myRio para entrada análoga

En la EPC se procede a conectar la entrada análoga con la salida de la myRio como se muestra en la Figura 261.

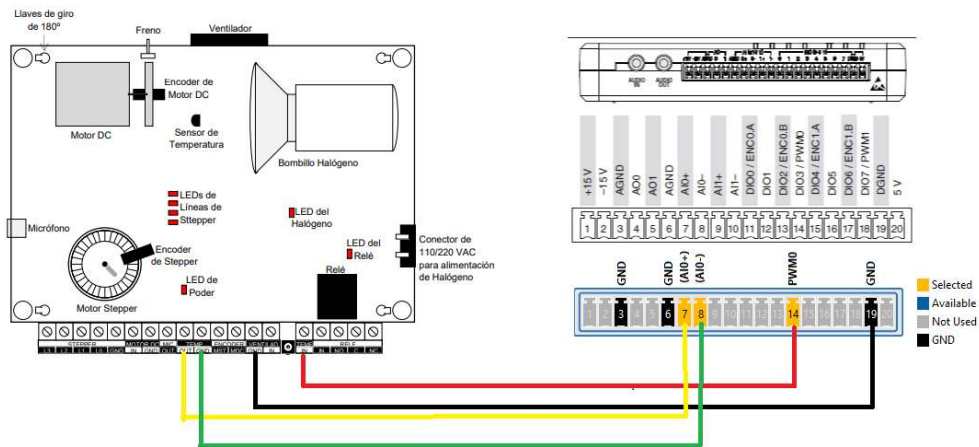


Figura 261. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 9

En la tabla 30 se muestra la conexión de la práctica 9 de la maleta didáctica entre la EPC y la entrada analógica.

Entrada Analógicas	Temperatura
AI0+	OUT
AI0-	GND

Tabla 30: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 9.

Paso 15 Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35

En el bloque de diagrama se procede a conectar en caSCADA el nuevo bloque, se acondiciona la variable para convertir de voltios a grados calcios mediante la multiplicación con una ganancia de 100 ya que el sensor analógico trabaja a 10mV por grado calcios como se muestra en Figura 262.

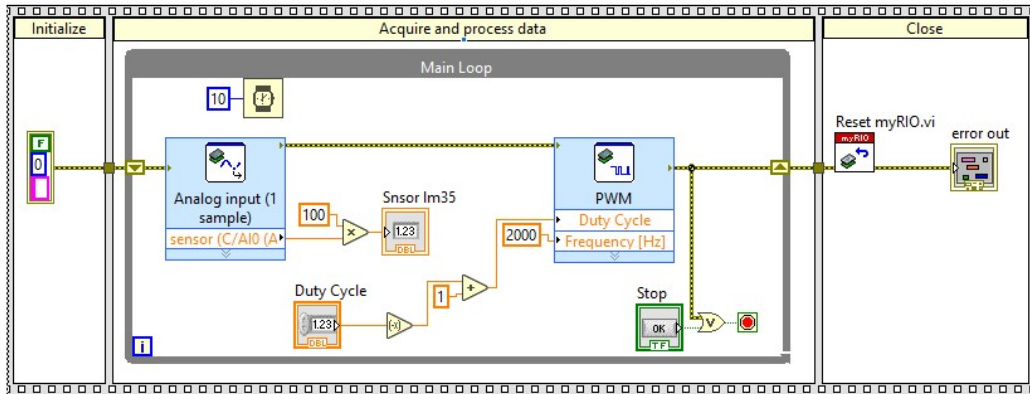


Figura 262. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 9

Paso 16 Agregar el bloque PID

Se procede a crear un bloque de control PID en el bloque de diagrama se selecciona **block diagrama>>Control y simulación >>PID >>PID** como se muestra en la Figura 263.

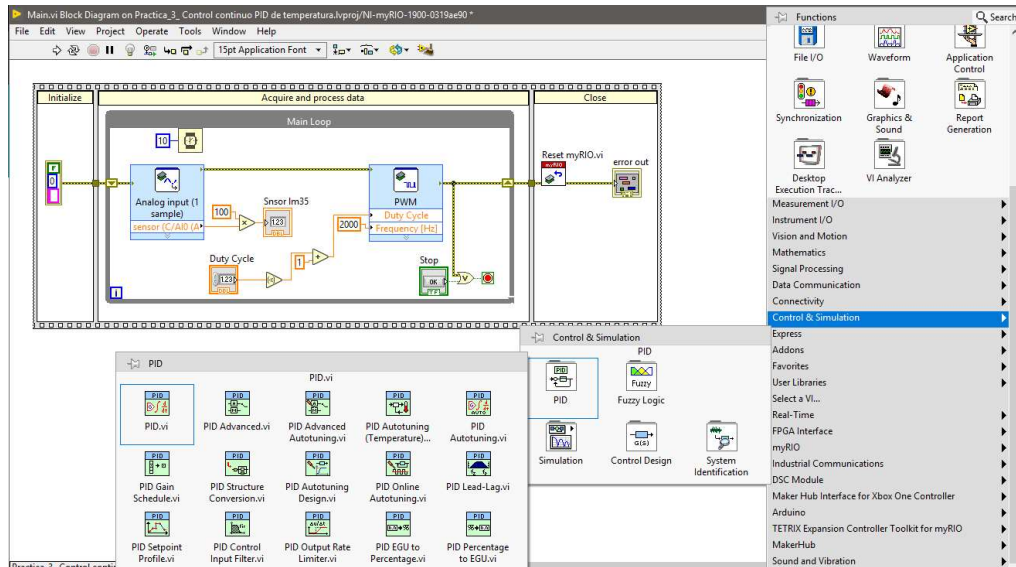


Figura 263. Agregar el bloque PID práctica 9

Paso 17 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID creando controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la entrada analógica luego del acondicionamiento y la salida del controlador PID al bloque de PWM para realizar el control del foco como se muestra en la Figura 264.

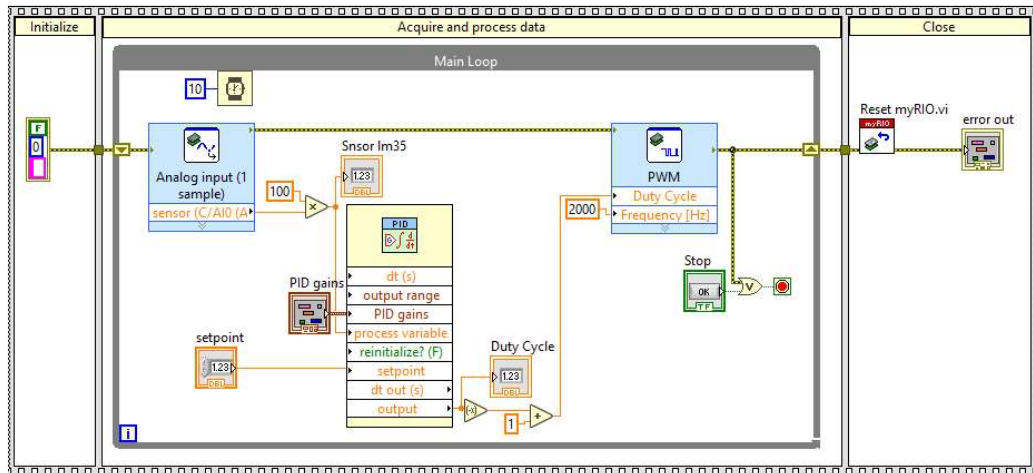


Figura 264. Bloque de agregar PID práctica 9

Paso 18 Agregar una perturbación al sistema

Se agrega una salida para el control de un ventilador que simulara la perturbación del sistema al sistema mediante una salida digital se selecciona en “**bloque de diagrama>>myRio>>digital Output**” como se muestra Figura 265.

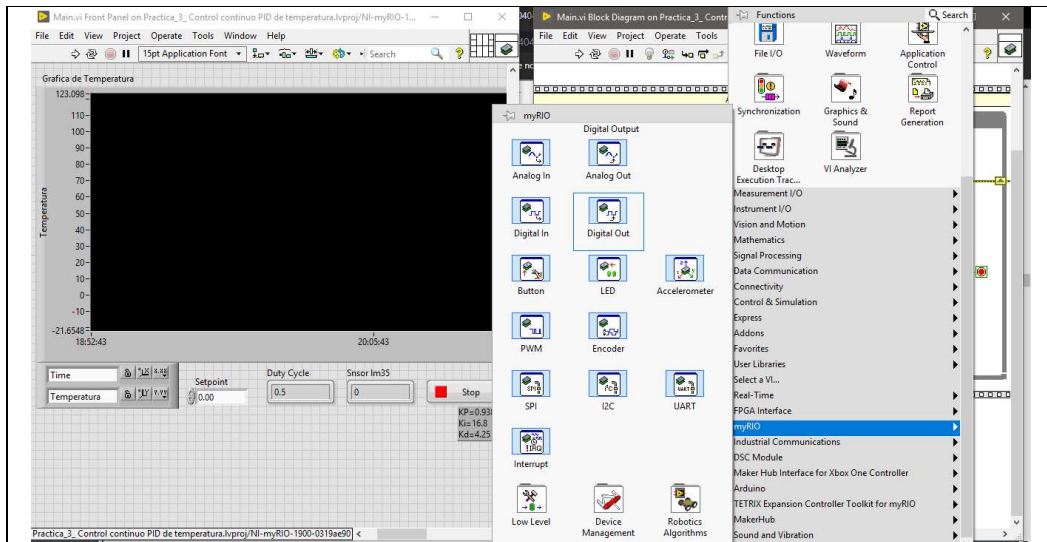


Figura 265. Agregar el bloque de control perturbación práctica 9

Paso 19 Configuración del pin del ventilador del EPC con la myRio

Se configura el pin del ventilador en el puerto c de la tarjeta myRio como se muestra en la Figura 266.

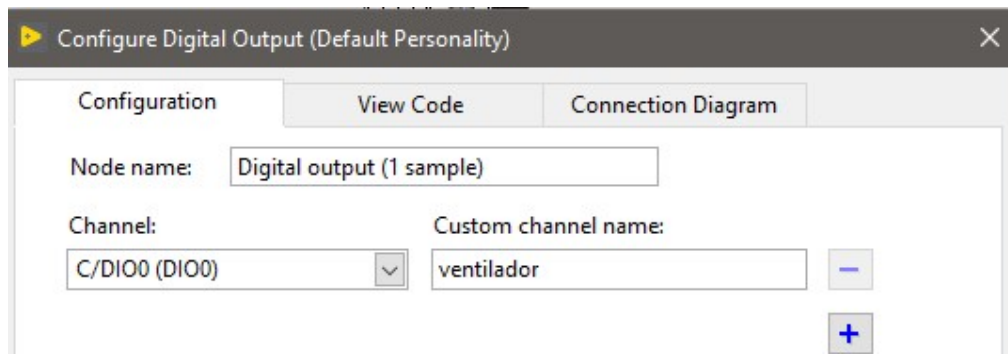


Figura 266. Configuración de pin del ventilador práctica 9

En la tabla 31 se muestra la conexión de la práctica 9 del ventilador.

Entrada Analógicas	Temperatura
C DO1	VENT.
DGND	DGND

Tabla 31: Conexiones del ventilador en práctica 9.

Las conexiones físicas se muestran en la Figura 267.

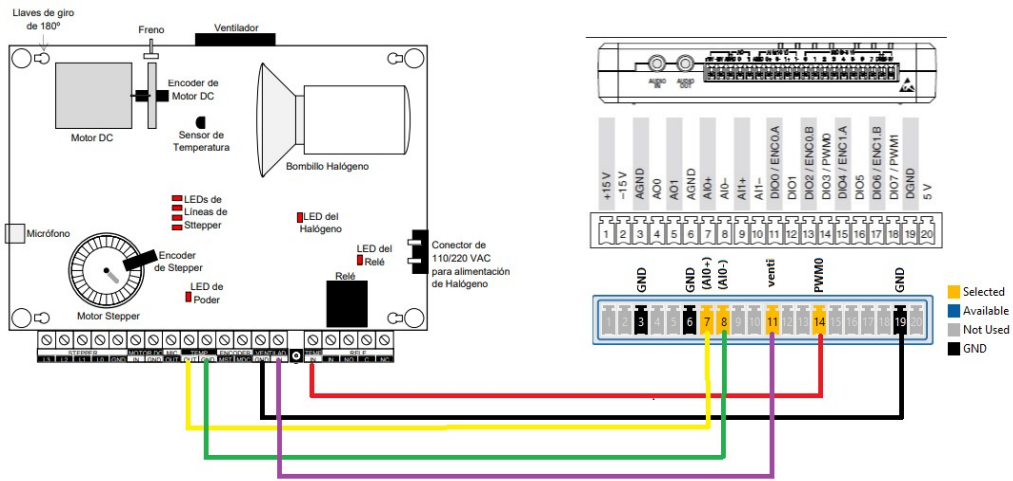


Figura 267. Conexión de pin del ventilador en práctica 9

Paso 20 Conexiones en el bloque de diagrama del ventilador

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque de salida digital para simular la perturbación del control del foco como se muestra en la Figura 268.

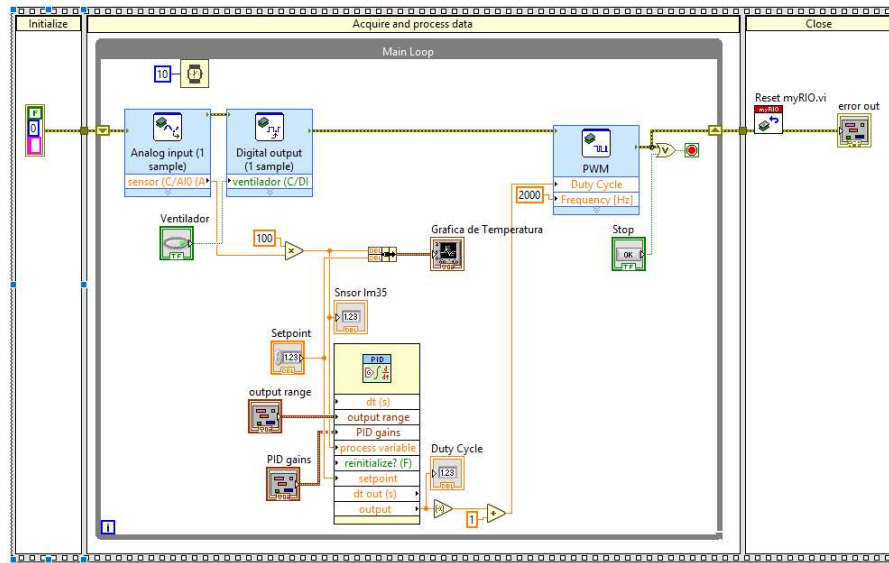


Figura 268. Conexiones en bloque de diagrama del ventilador práctica 9

Paso 21 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a crear un Graphics car para visualizar los datos de referencia y el valor del sensor , las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 269.

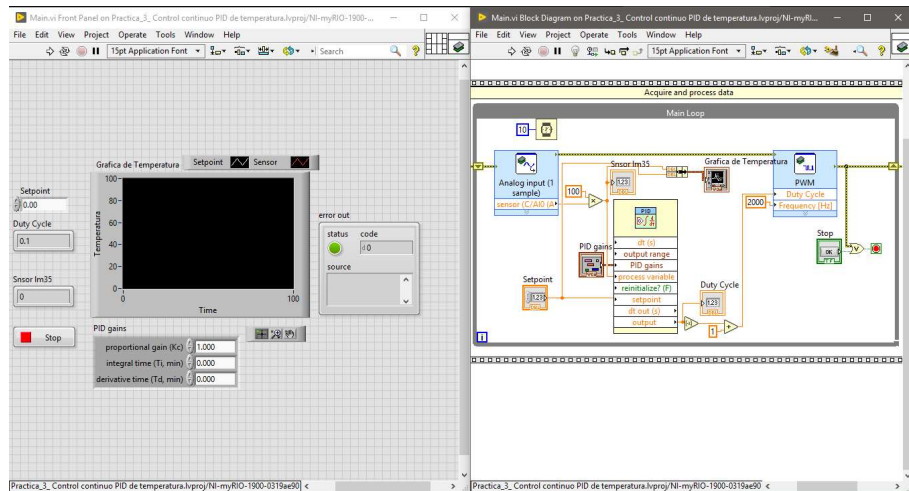


Figura 269. Creación de visualizador grafico práctica 9

Paso 22 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 270.

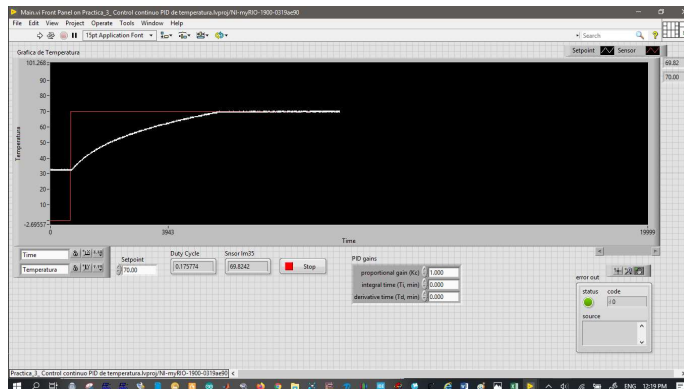


Figura 270. Muestreo de valores práctica 9

Paso 23 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols, mostrado en la Figura 271.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 271. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 9

Paso 24 Dibujo de paso unitario

En la Figura 272 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=84 y T=665 aplicando la tabla del paso 20 el resultado es $K_P=0.938$, $K_i=16.8$ y $K_d=4.25$

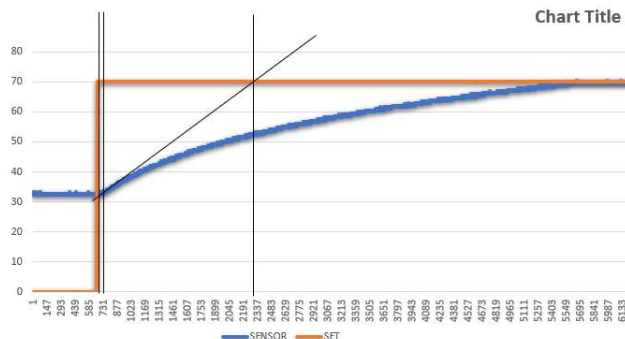


Figura 272. Dibujo de paso unitario práctica 9

Paso 25 Panel de control contenedor

Se procede a crear un contenedor en el panel control (panel control >> layes >> tan control), el contenedor contendrá 4 sub-ventanas como se muestra en la Figura 273.

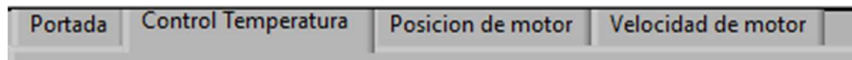


Figura 273. Contenedores de práctica 9

Paso 26 Inserción en contenedor 1

Se procede a crear insertar los indicadores del proceso de temperatura en el contenedor respectivo como se muestra en la Figura 274.

The screenshot shows a software interface for 'PRACTICA # 9' titled 'Scada de 3 tipos de controles en paralelo mediante wifi'. The interface is divided into several sections:

- Navigation:** 'Portada', 'Control Temperatura' (selected), 'Posicion de motor', and 'Velocidad de motor'.
- PID Ganaancias Temperatura:** Includes input fields for 'proportional gain (Kc)' (0,0018), 'integral time (Ti, min)' (0,00238), and 'derivative time (Td, min)' (0,00059).
- Control Parameters:** 'Referencia de Temperatura' (0,00) and 'Sensor de Temperatura' (0).
- Visuals:** A 'Ventilador' slider (0-5) and a graph titled 'Grafica de temperatura' showing 'Temperatura' vs 'Time'.
- Right Panel:** Three status indicators for 'PRACTICA 1', 'PRACTICA 2', and 'PRACTICA 3' (all green). An 'error out' section with 'status' (green circle), 'code' (0), and 'source' (dropdown). A 'Stop' button.

Figura 274. Contenedor de control de temperatura práctica 9

Paso 27 Control de posición de motor.

Ingresa en el bloque de diagrama cuatro salidas digitales ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >> digital Output** como se muestra en la Figura 275.

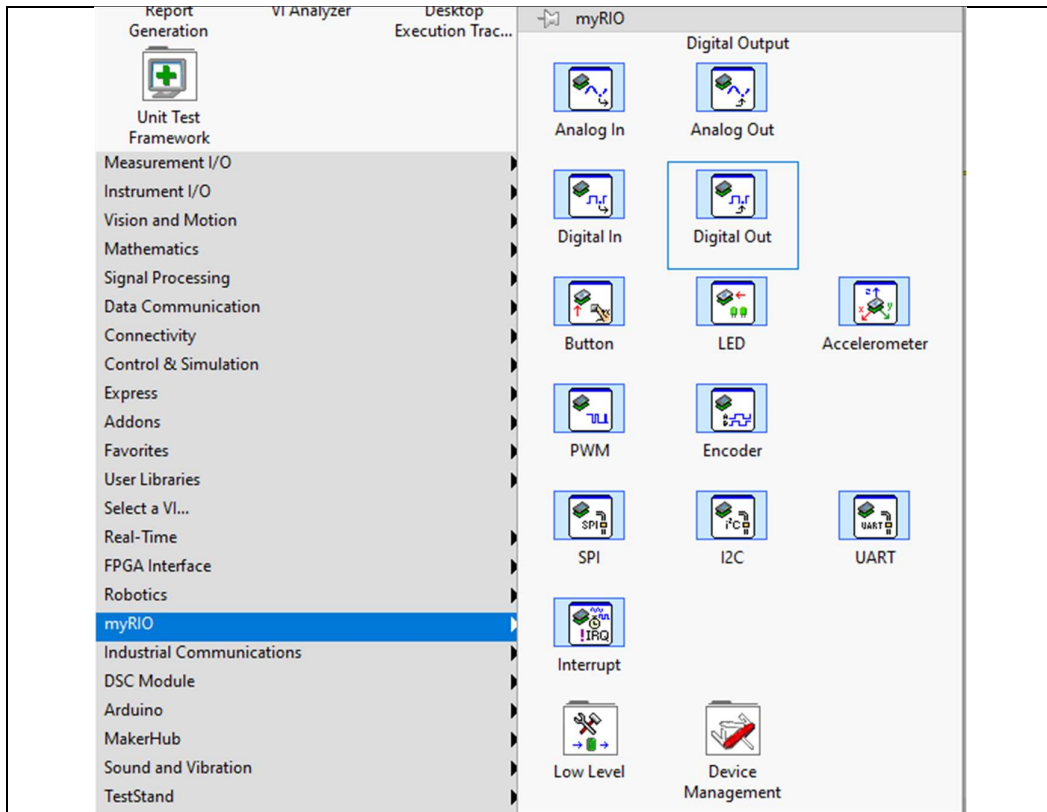


Figura 275. Agregar salidas digitales práctica 9

Paso 28 ConFigurar las salidas digitales

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 276 se conFigura los pines de la myRio a conectar al EPC para el control del motor de paso del pin dio0 al dio 3 del puerto B.

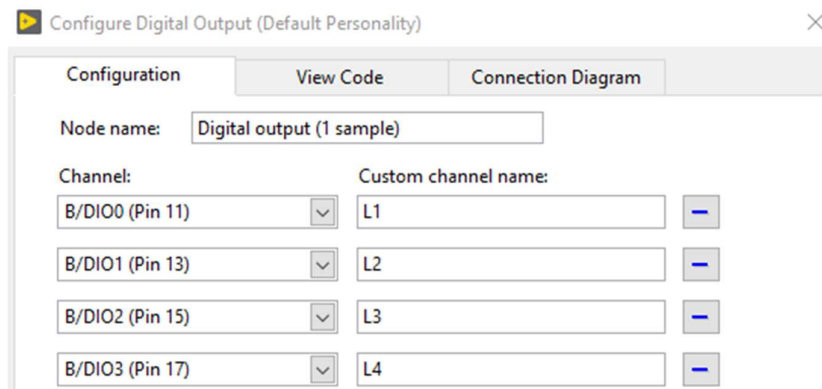


Figura 276. Configuración de salidas digitales práctica 9

Paso 29 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 277.

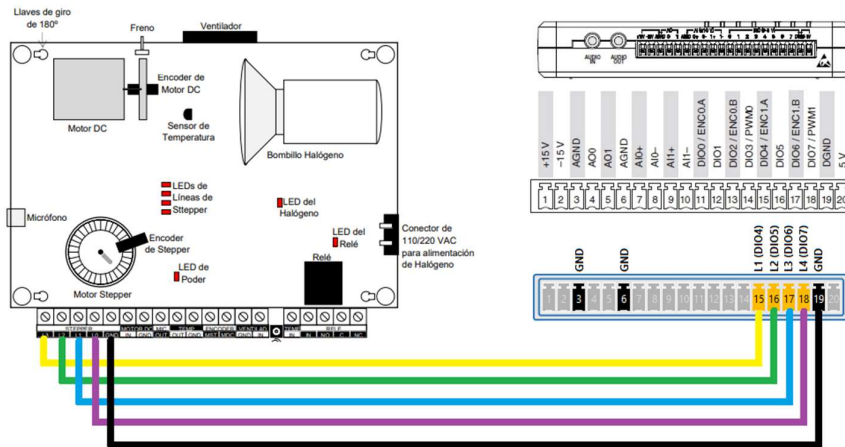


Figura 277. Conexiones salida digitales de práctica 9

En la tabla 32 se muestra la conexión de la práctica 9 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Motor de paso
DIO 4	L1
DIO 5	L2
DIO 6	L3
DIO 7	L4
D GND	GND

Tabla 32: Conexiones del módulo en práctica 9.

Paso 30 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 278.

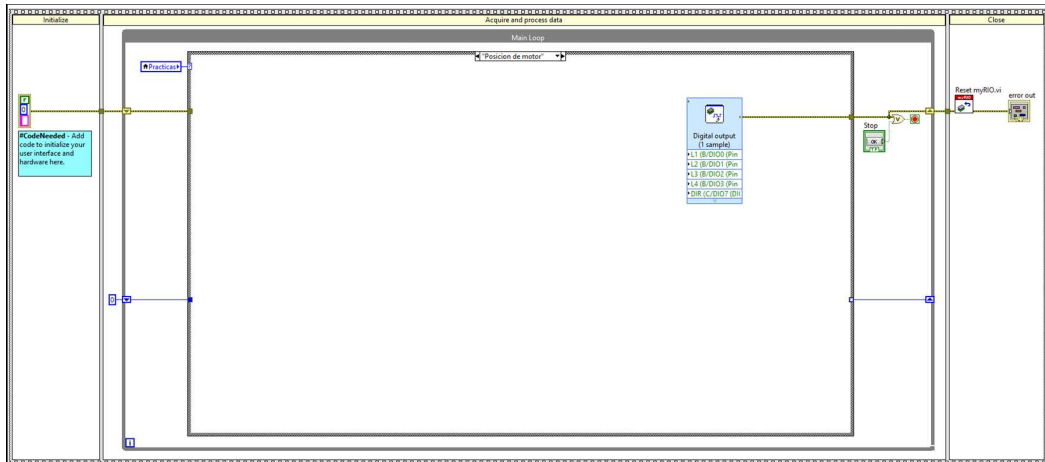


Figura 278. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 9

Paso 31 Crear la entrada del Encoder del motor de paso

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor ir **Bloque de diagrama >> myRIO>>Encoder**” como se ve en Figura 279.

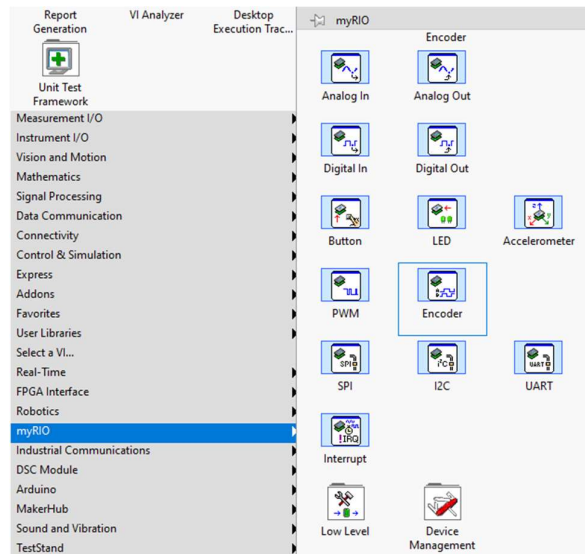


Figura 279. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 9

Paso 32 Configuración del Encoder

En la Figura 280 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

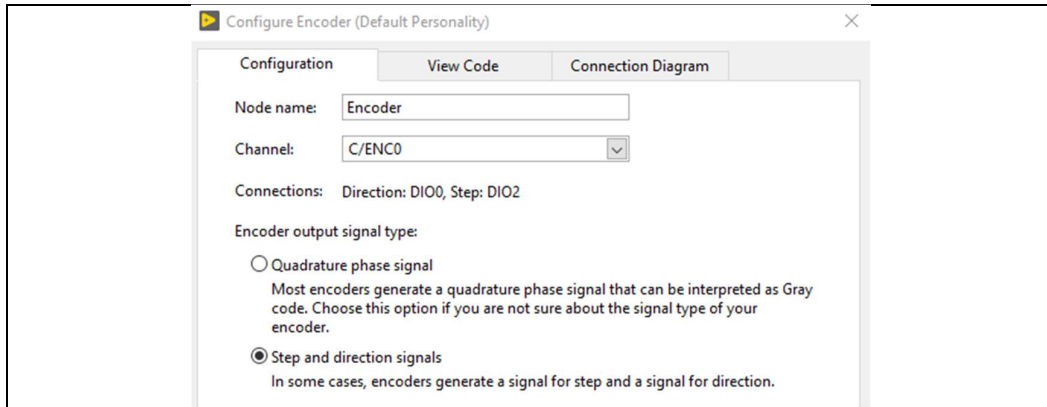


Figura 280. Configuración del Encoder práctica 9

Paso 33 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 281.

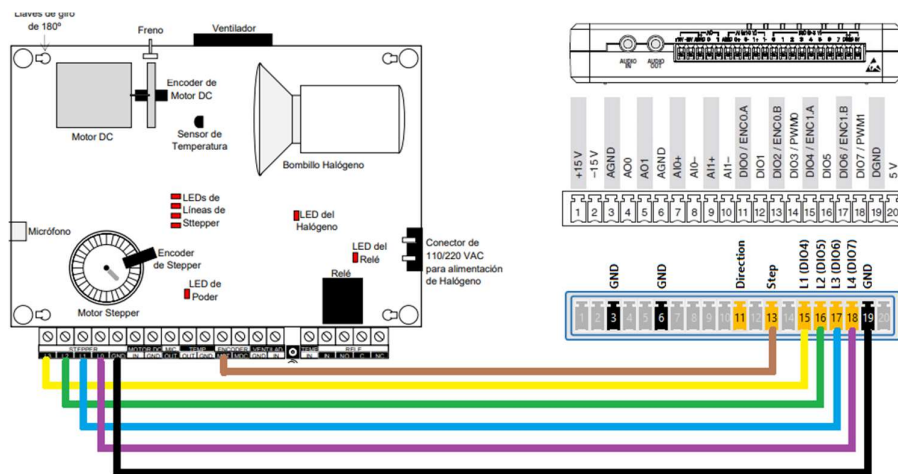


Figura 281. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 9

En la tabla 33 se muestra la conexión de la práctica 9 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	ENCODER
DIO0	MST
GND	GND

Tabla 33: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 9.

Paso 34 Crear salida digital para control de dirección

En el bloque de diagrama se procede a crear un bit de salida digital el cual se conectará a la entrada de dirección del Encoder para lograr el control de giro del motor a paso externamente el diagrama se muestra en la Figura 282.

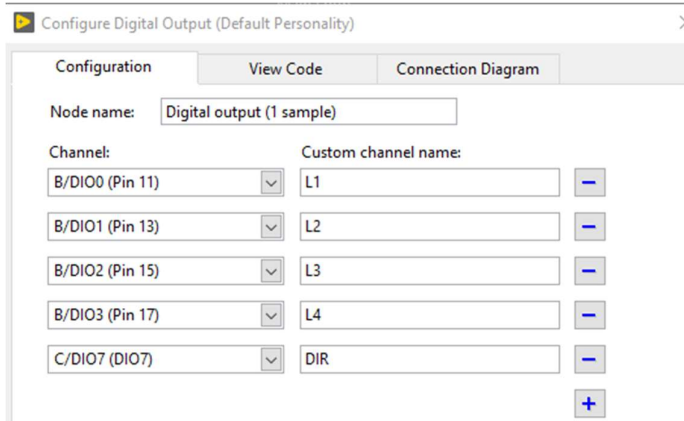


Figura 282. Creación de salida digital para dirección práctica 9

Paso 35 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la salida digital y la entrada de Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 283.

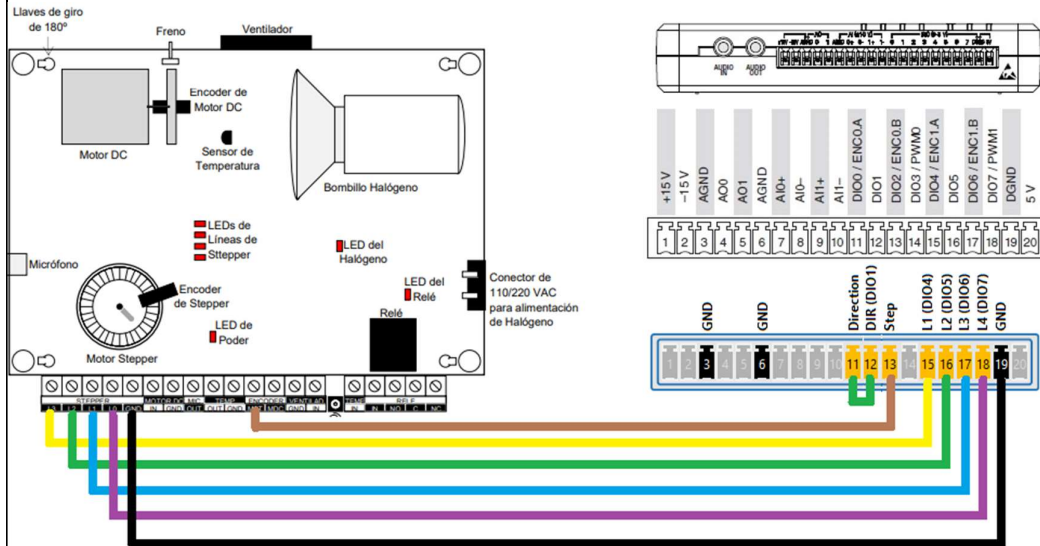


Figura 283. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 9

En la tabla 34 se muestra la conexión de la práctica 9 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	PIN ENCODER
DIO0	DIO1
GND	GND

Tabla 34: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 9.

Paso 36 Conexiones en el bloque de diagrama

Se procede a conectar el bloque del Encoder como se muestra en la Figura 284.

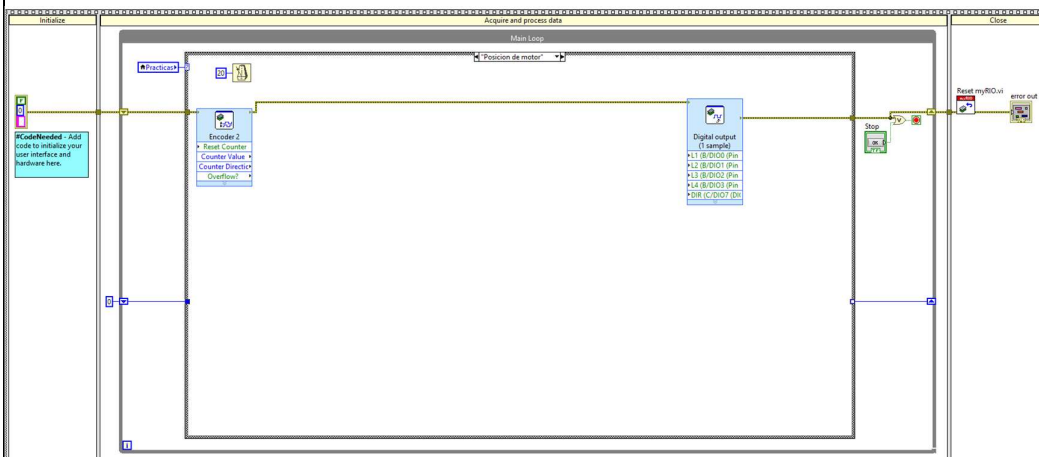


Figura 284. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 9

Paso 37 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (**bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID**), se procede a crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder como se muestra en la Figura 285.

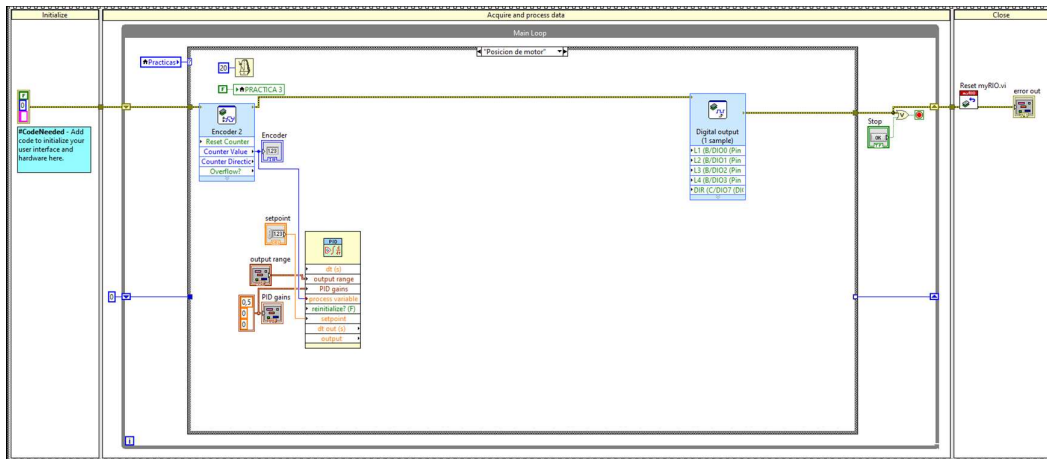


Figura 285. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 9

Paso 38 Set de bandera para control de giro

Se procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 286.

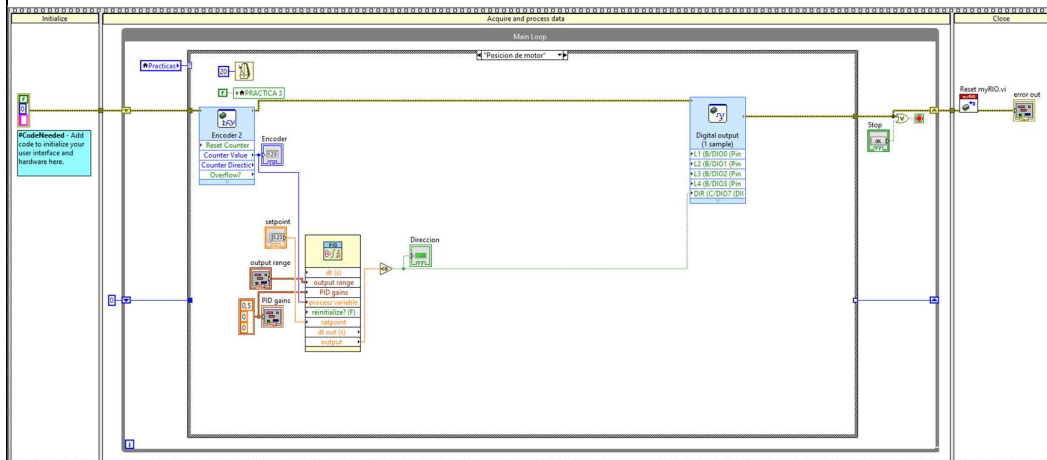


Figura 286. Set de bandera para control de giro práctica 9

Paso 39 Creación de secuencia de control del motor de paso.

De la salida de bloque PID se crea una comparación cuando sea igual a cero y el resultante es un dato booleano que sirve para controlar la activación de la secuencia la combinación para que el motor gire en sentido horario se muestra en la tabla 35 y el sentido antihorario en la tabla 36 .

L1	L2	L3	L4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabla 35: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 9.

L1	L2	L3	L4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabla 36: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 9.

Se procede a crear dos variables arreglos booleano que contengan los datos de las secuencias, estos arreglos están conectados a un bloque de selección que mediante el bit dirección cambiara entre cada arreglo de variable en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 287.

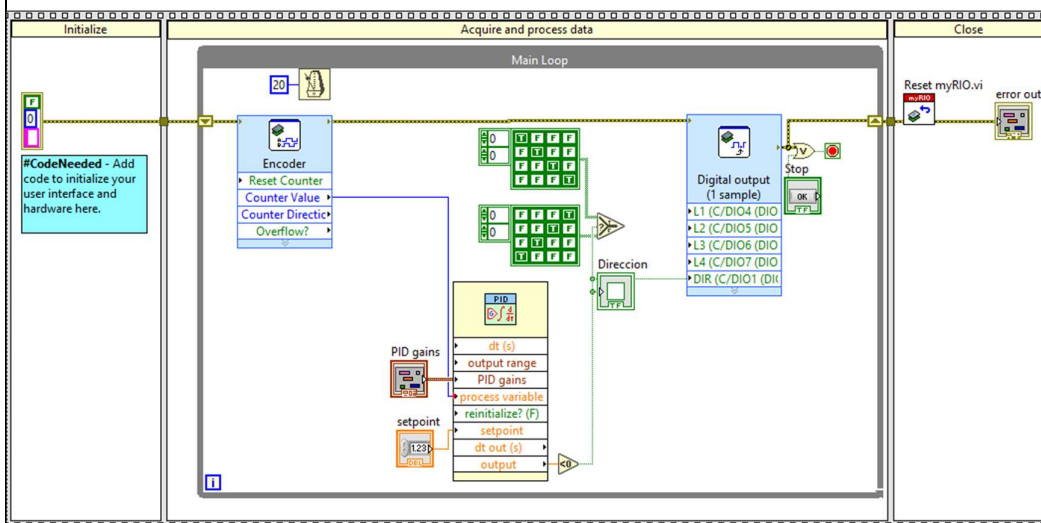


Figura 287. Arreglo de variables para control de motor de paso práctica 9

Posteriormente los datos enviados desde el selector se los agrega a un bloque indexación del arreglo (**bloque de diagrama >> array>> index**

array) y se conecta a un bloque de conversión de array a clúster (**bloque de diagrama >> clúster>> array to clúster**) se enlaza a un bloque de descomposición de clúster obteniendo el valor individual de cada dato del arreglo y se conecta al bloque de salida digital de las bobinas del motor de paso como se muestran en la Figura 288.

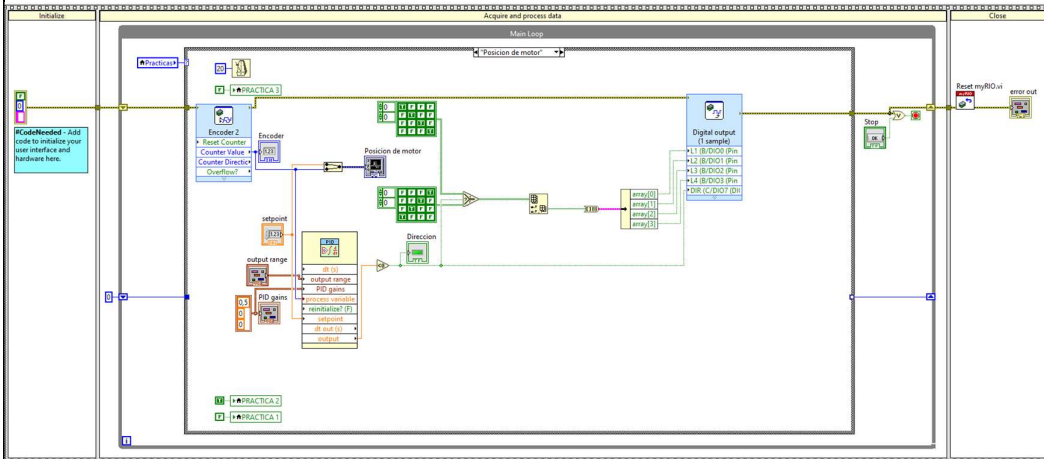


Figura 288. Conexión del bloque diagrama del arreglo booleano práctica

9

Se procede a crear una constante fuera del lazo como registro de desplazamiento inicialmente en 0 y configurar la condicional que en cada iteración incremente en 1 su valor hasta llegar al 4 y vuelva a 0 dicho resultante se conecta al index to array como se muestra en la Figura 289.

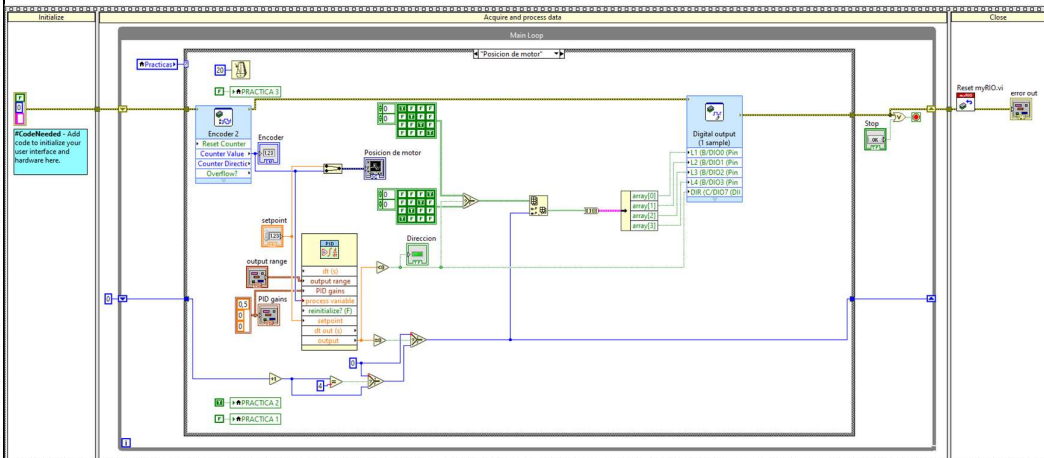


Figura 289. Conexiones para el control de secuencia práctica 9

Paso 40 Panel frontal.

En el panel frontal se procede a organizar los elementos y crear una gráfica donde se visualiza dos valores el Encoder y la referencia como se muestra en la Figura 290.

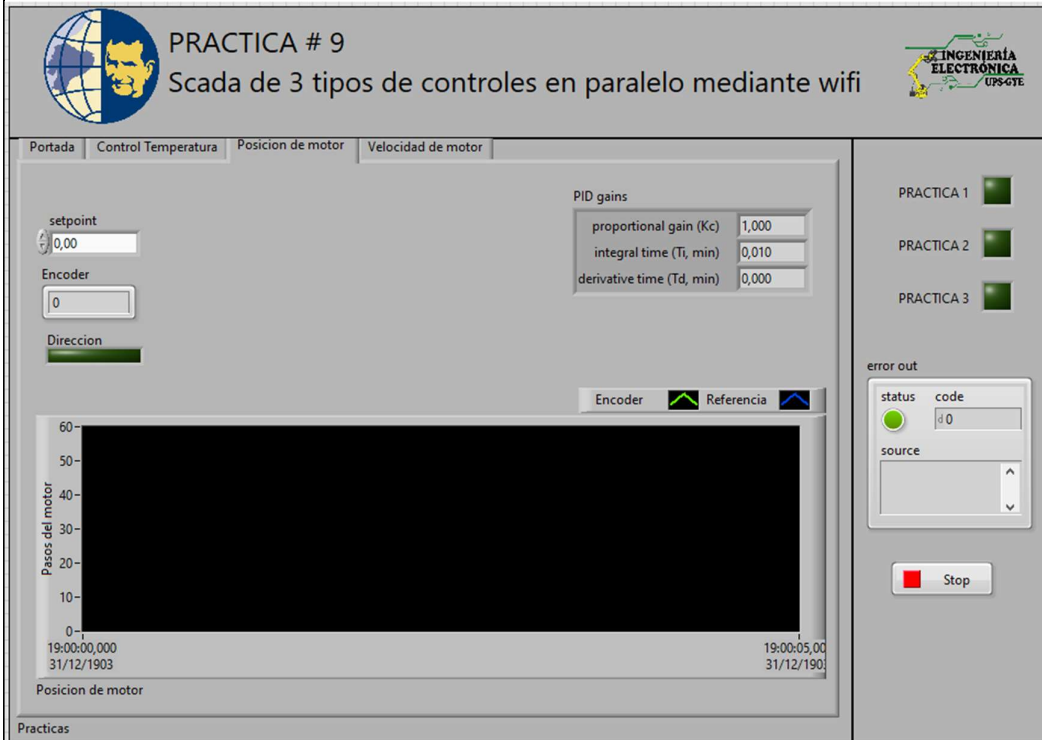


Figura 290. Panel frontal práctica 9

Paso 41 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 291.

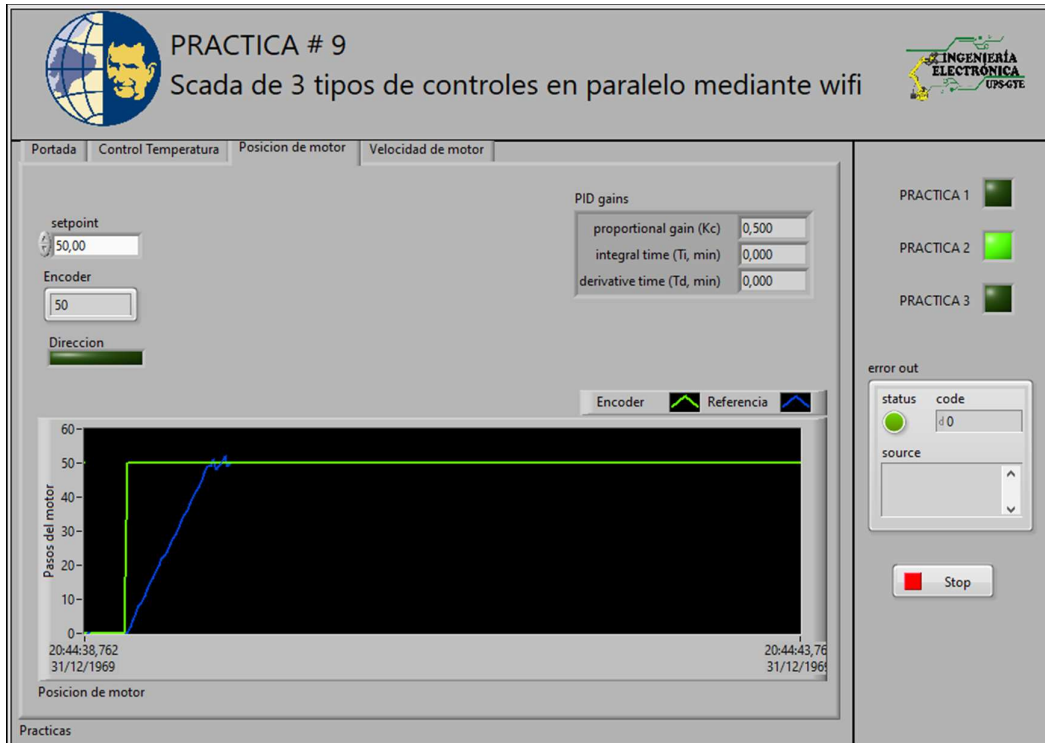


Figura 291. Creación de visualizador grafico práctica 9.

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel.

Paso 42 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 292.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 292. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 9

Paso 43 Dibujo de paso unitario

En la Figura 293 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=22 y T=32 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es $KP=1.74$, $Ti=44$ y $TDK=11$ donde $ki=kp/ti$ y $kd = kp *ti$



Figura 293. Dibujo de paso unitario práctica 9

Paso 44 Control de velocidad de motor.

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor ir **Bloque de diagrama >> myRio>>Encoder**” como se ve en Figura 294.

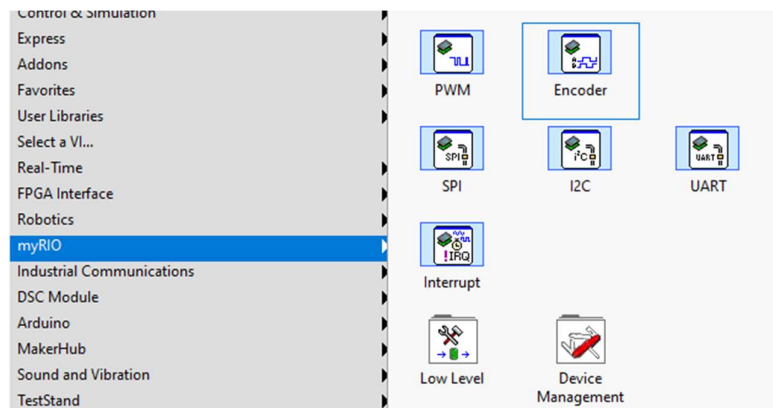


Figura 294. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 9

Paso 45 Configuración del Encoder

En la Figura 295 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

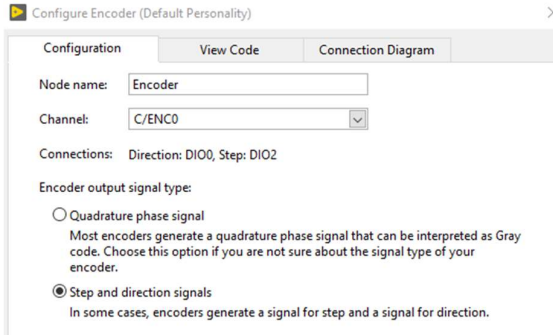


Figura 295. Configuración del Encoder práctica 9

Paso 46 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 296.

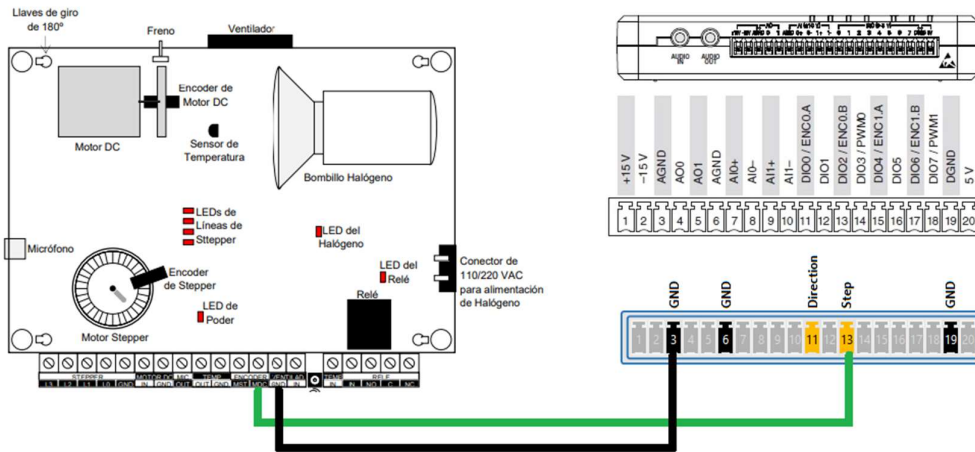


Figura 296. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 9

En la tabla 37 se muestra la conexión de la práctica 9 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Motor
DIO 0	M. MDC
D GND	GND

Tabla 37: Conexiones del módulo en práctica 9.

Paso 47 Acondicionar señal del Encoder

En el bloque de diagrama se agrega el bloque de Encoder y se acondiciona dividiendo el valor de conteo a 34(número de espacios en el disco acoplado al motor) y multiplicando por 60 de tal manera el valor sea rpm como se muestra en la Figura 297.

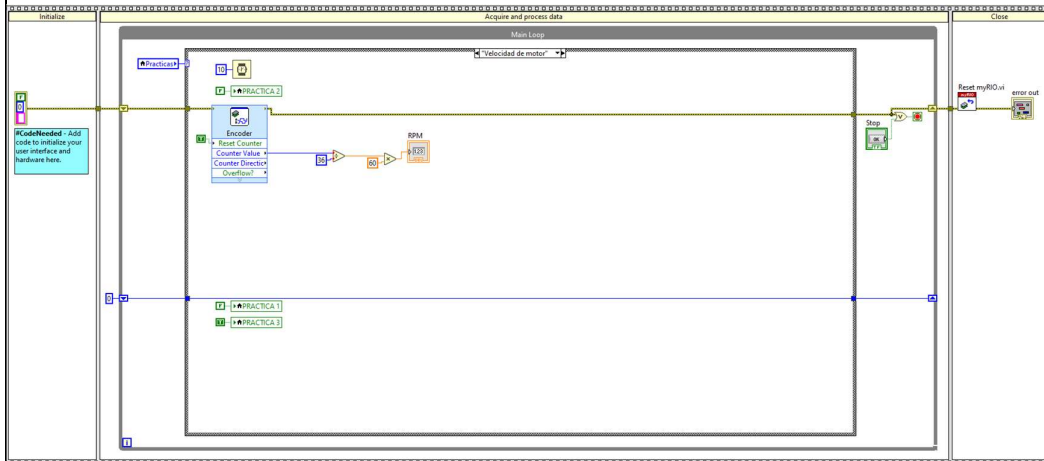


Figura 297. Acondicionamiento de señal del Encoder práctica 9

Paso 48 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (**bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID**), crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder y a la salida del PID se agrega la condición de que solo envíe datos superiores a cero casos contrarios enviar 0 c como se muestra en la Figura 298.

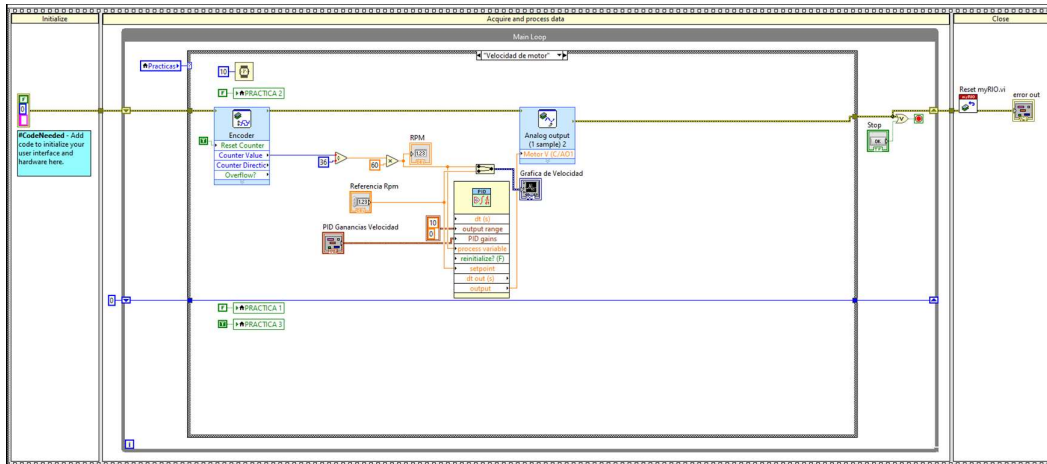


Figura 298. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 9

Paso 49 Panel frontal indicador grafico

Se agrega un indicador grafico donde se visualizan la variable de referencia y el valor de lectura del Enconderser procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 299.

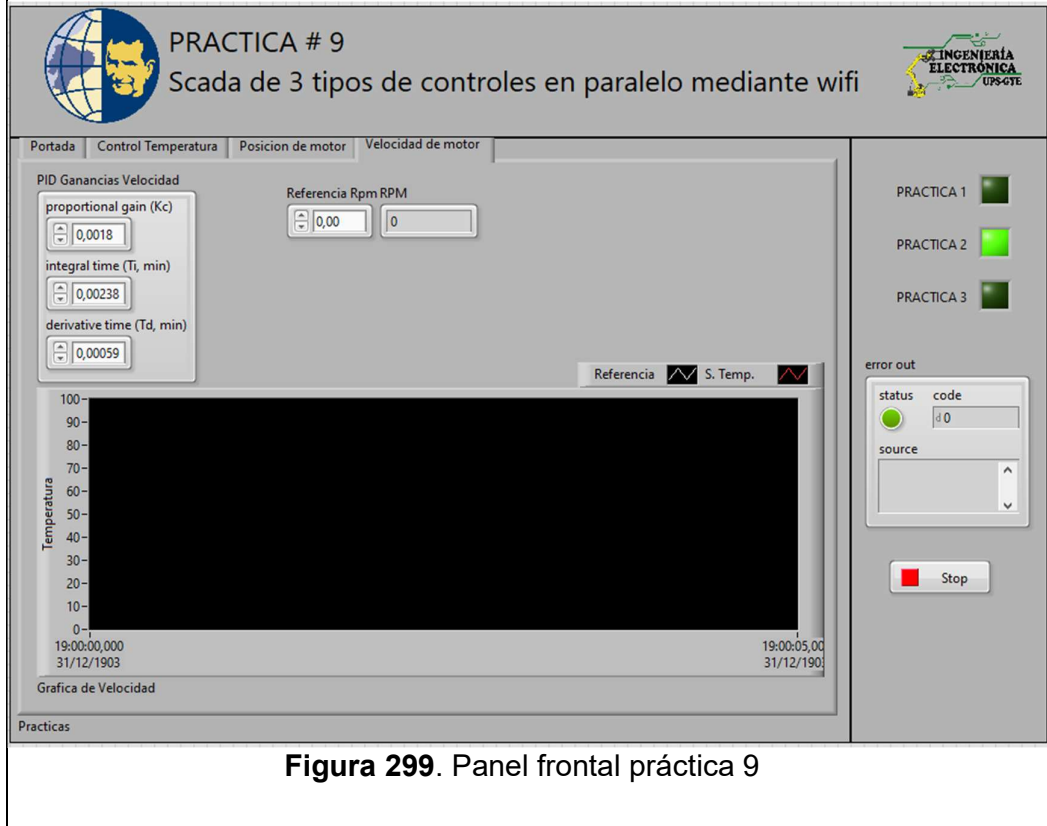


Figura 299. Panel frontal práctica 9

Paso 50 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 300.

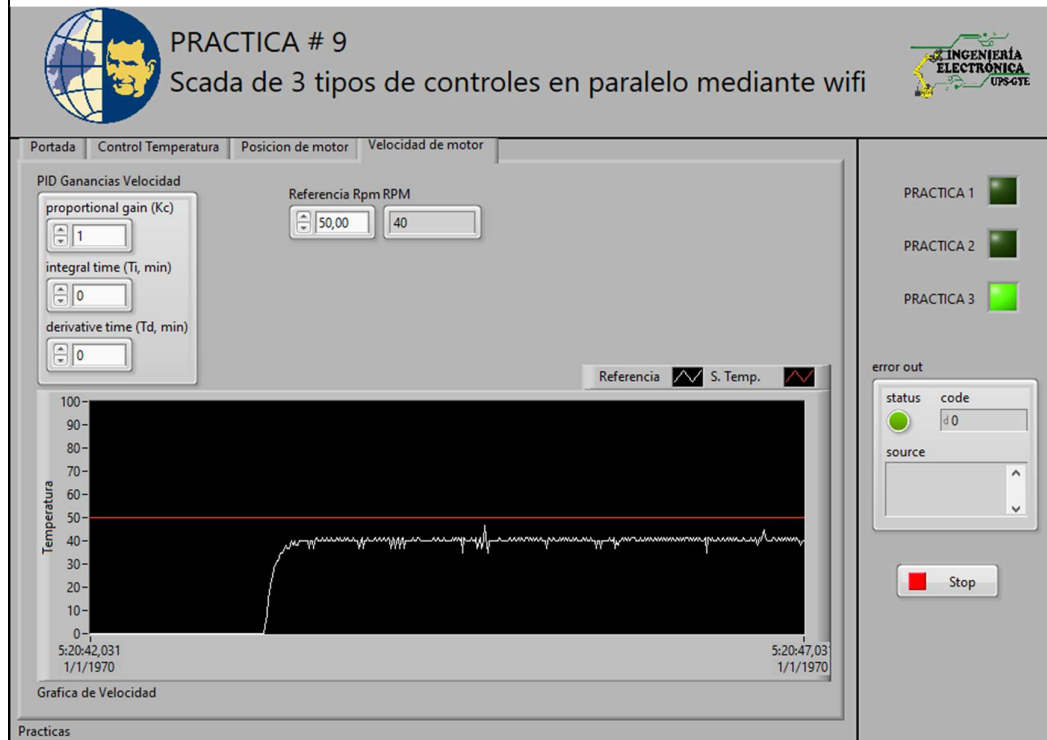


Figura 300. Creación de visualizador grafico práctica 9

Paso 51 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio, tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel. Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 301.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 301. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 9

Paso 52 Dibujo de paso unitario

En la Figura 302 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=94 y T=324 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es Kc=0.003, donde $k_p = 0,001800$, $k_i = 0,002380$, $k_d = 0,000590$. Mostrando asi en la Figura 303 su ejecución

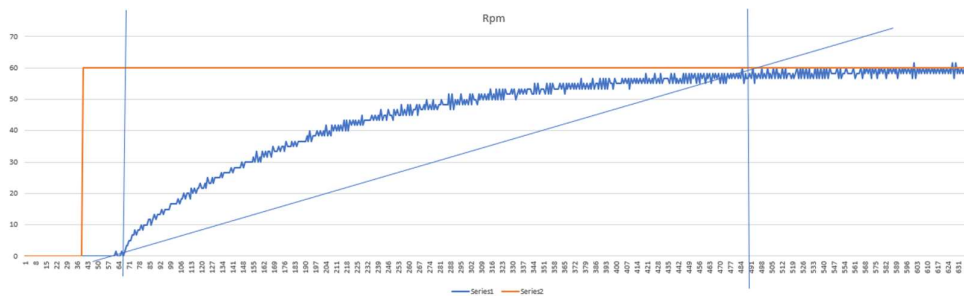


Figura 302. Dibujo de paso unitario práctica 9

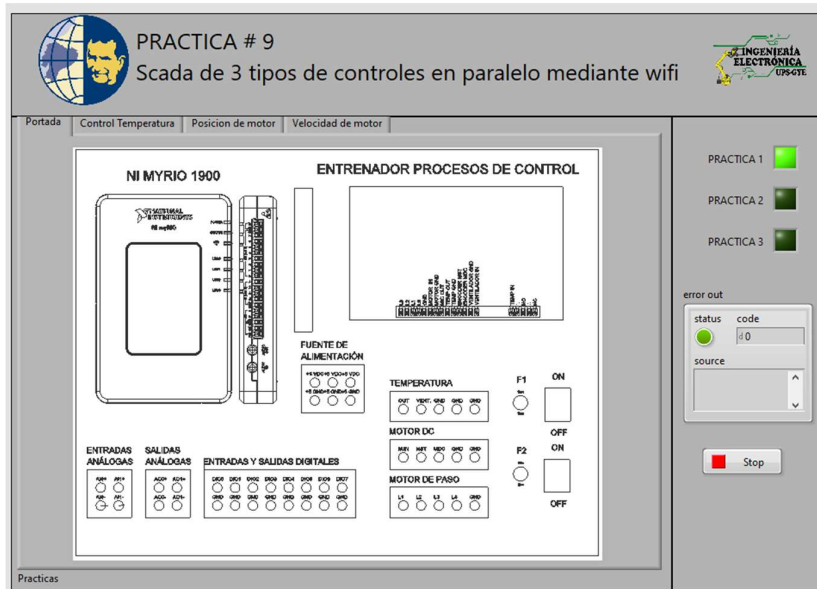


Figura 303. Ejecución de vi práctica 9


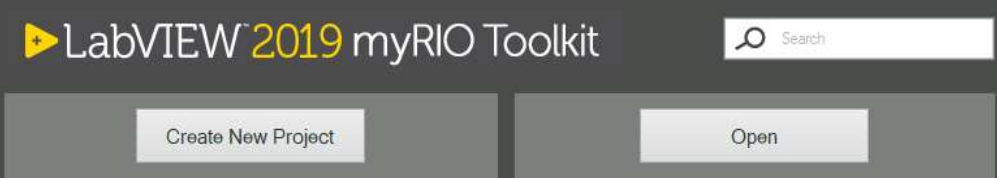
CONCLUSIONES:

- Con la práctica se aprendido la configuración de datos analógicos de como entrada y salida en myRio con el software LabView
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols
-

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales analógicas con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de la EPC (foco dicroico) mediante el software LabView
- Se acondiciona la señal de un sensor LM35 de un valor en voltaje a grados Celsius.

Práctica 10: SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante navegador en dispositivo móvil.

		GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA: Electiva II	
NRO. PRÁCTICA:	10	TÍTULO DE LA PRÁCTICA: SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante navegador en dispositivo móvil.	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none"> • Creación del proyecto • Diseño de un SCADA para 3 controles PID. • Manejo de la EPC y la NI myRio • Creación de SCADA usando plataforma Ubidots 			
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar la fuente de alimentación de 110 VAC a 12 VDC. 2. Conectarse a la red inalámbrica del NI myRio. 3. Realizar los pasos detallados a continuación. 	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR			
<u>Paso 1.</u> Creación de proyecto en LabView.			
<p>En la ventana que se muestra en la Figura 304 dar click en Crear nuevo proyecto en LabVIEW para mostrar el cuadro de diálogo Crear proyecto.</p>			
			
Figura 304. Ventana de LabView para myRio práctica 10			
<p>En la ventana de ayuda que se muestra en la Figura 305 seleccionar Plantillas » myRio>> myRio Project de la lista de proyectos.</p>			

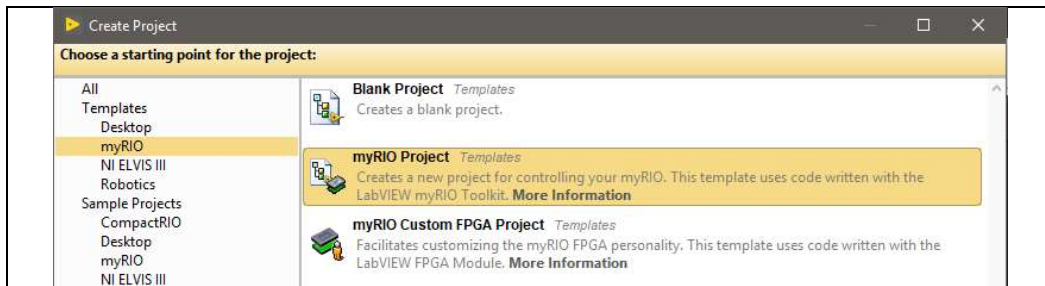


Figura 305. Menú de creación myRio práctica 10

Paso 2. Selección de ruta y nombre del proyecto en LabView.

Seleccionar el **Nombre del proyecto** como Práctica_10_ SCADA de 3 tipos de controles en paralelo mediante WiFi. y conFigurar la ruta al directorio para guardar el proyecto como se muestra en la Figura 306.



Figura 306. Ventana de configuración de ruta de archivo práctica 10

Paso 3. Selección del método de conexión a la tarjeta

En la Figura 307 se muestra la configuración par la conexión de la placa seleccionando la opción **Conect to WiFi** y dar click sobre el dispositivo NI myRio.



Figura 307. Ventana de LabView para myRio conexión práctica 10

Paso 4. Conexión de la tarjeta con el proyecto en LabView.

En la Figura 308 se muestra el administrador de proyectos donde se muestra los archivos creados para el proyecto.

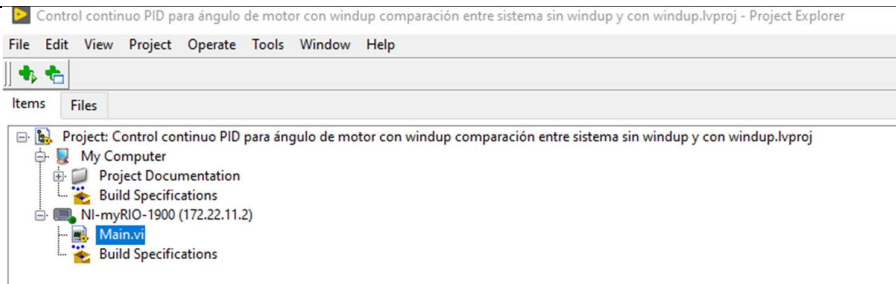


Figura 308. Ventana de administrador de proyecto práctica 10

Realizar la conexión con la tarjeta de adquisición NI myRio dando click sobre el elemento y seleccionar conectar como se muestra en la Figura 309.

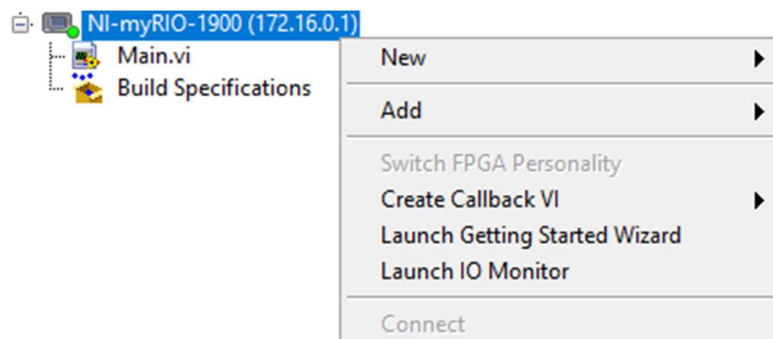


Figura 309. Ventana de conexión con NI myRio práctica 10

Paso 5. Programa principal.

Seleccionar el main. Vi, donde se programa el código en la NI myRio, al abrir el archivo de 2 ventanas una llamada front panel o interfaz de usuario donde se visualizará controles e indicadores y la segunda llamada diagrama control o pantalla de programación donde se creará los bloques de control para las aplicaciones como se muestra en la Figura 310.

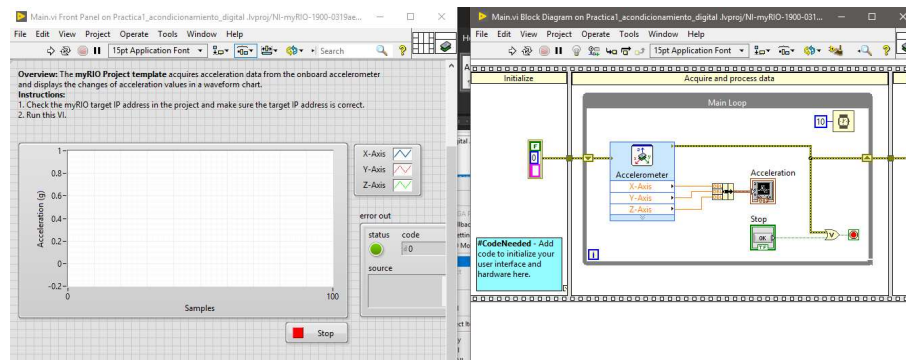


Figura 310. Bloque y panel de LabView en práctica 10

Paso 6. Main principal

Se modifica el main principal y se eliminan los indicadores que se crean por defecto en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 311.

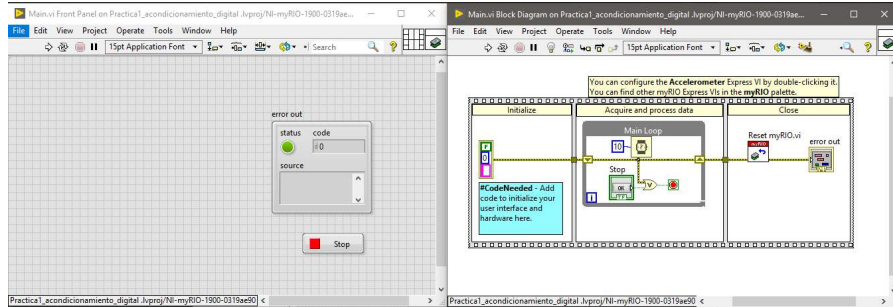


Figura 311. Main principal práctica 10

Paso 7. Etapas de programa

Se procede a programar en el bloque de diagrama ya consta con un cuadro de secuencias donde se tiene 3 etapas la iniciación, procesamiento y adquisición y finalización del proceso como se muestra en la Figura 312.

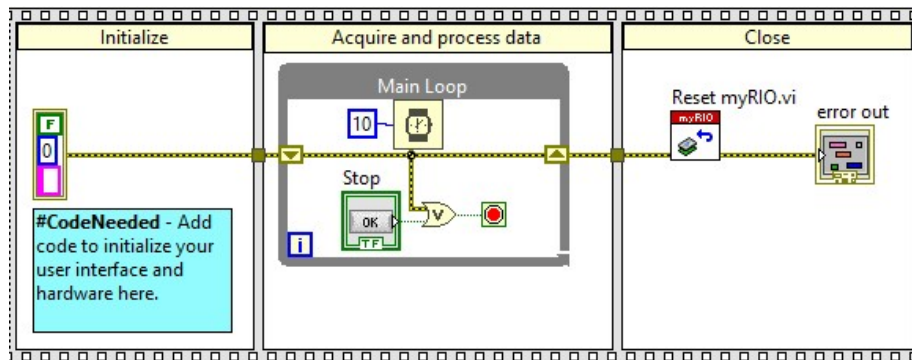


Figura 312. Diagrama de control práctica 10

Paso 8 Crear una salida PWM para control del foco

Ingresar en el bloque de diagrama una salida PWM ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >> PWM** como se muestra en la Figura 313.

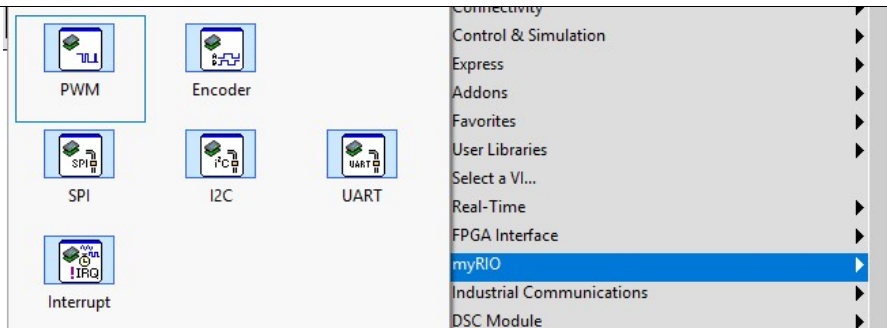


Figura 313. Agregar señal PWM en bloque de diagrama práctica 10

Paso 9 ConFigurar salida PWM

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 314 se configura el pin de la myRio a conectar al EPC para el control del foco dicroico, se selecciona el puerto C y el PWM0.

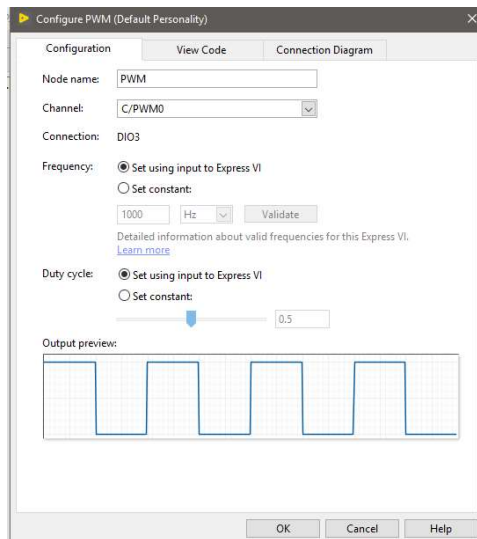


Figura 314. Configuración de salida PWM práctica 10

Paso 10 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 315.

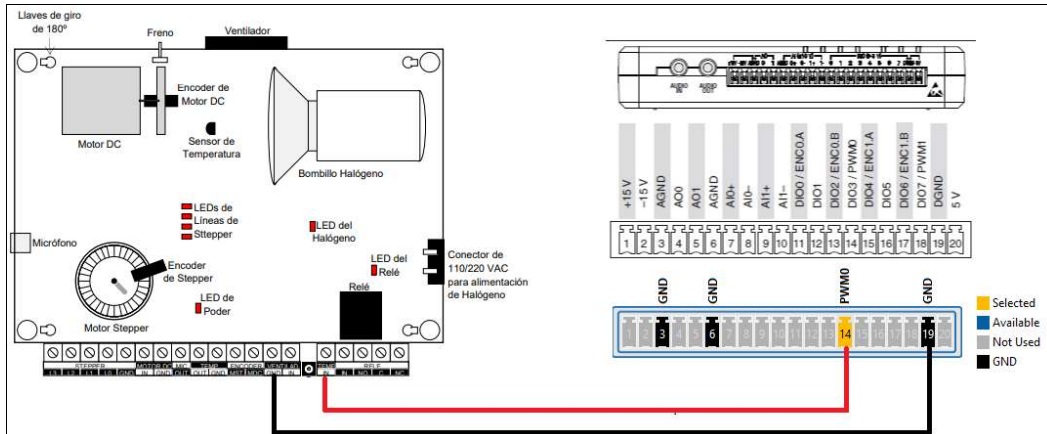


Figura 315. Conexiones salidas PWM de práctica 10

En la tabla 38 se muestra la conexión de la práctica 10 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Temperatura
DIO 3 / PWM 0	Foco
D GND	Gnd

Tabla 38: Conexiones del módulo en práctica 10

Paso 11 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 316.

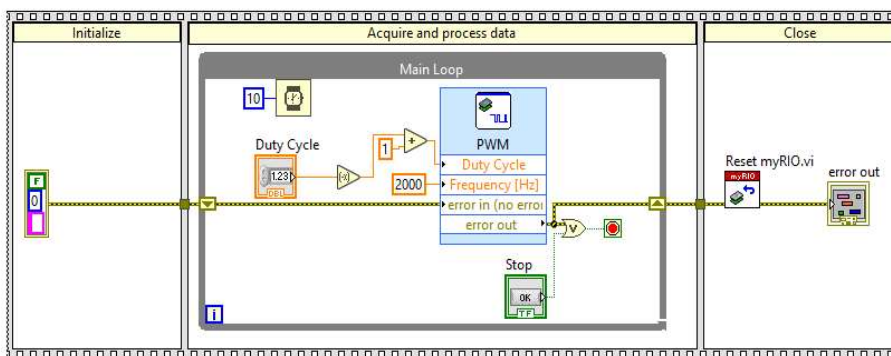


Figura 316. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 10

Paso 12 Crear una entrada analógica al sensor LM35

En el block diagrama se crea una entrada analógica(Analog Input) la cual permitirá adquirir el valor de temperatura mediante un sensor LM35, seleccionar en “**Bloque de diagrama >> myRio>>AnalogInput**” como se ve en Figura 317.

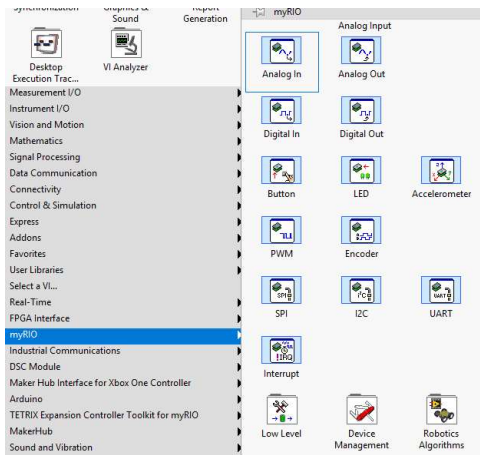


Figura 317. Ingreso de entrada analógica del LM35 práctica 10

Paso 13 Configuración de la entrada analógica

En la Figura 318 se muestra la configuración al momento del ingreso de la entrada analógica se configura en el puerto C AI0 con el nombre sensor .

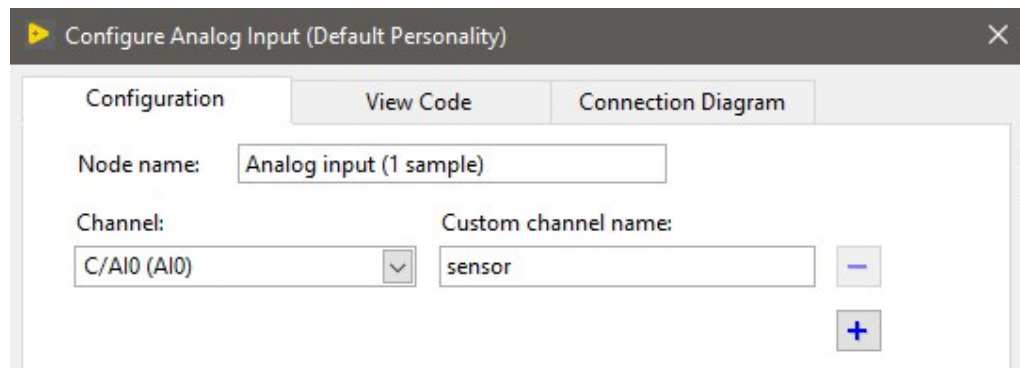


Figura 318. Configuración de la entrada analógica práctica 10

Paso 14 Conexiones entre EPC y myRio para entrada analógica

En la EPC se procede a conectar la entrada analógica con la salida de la myRio como se muestra en la Figura 319.

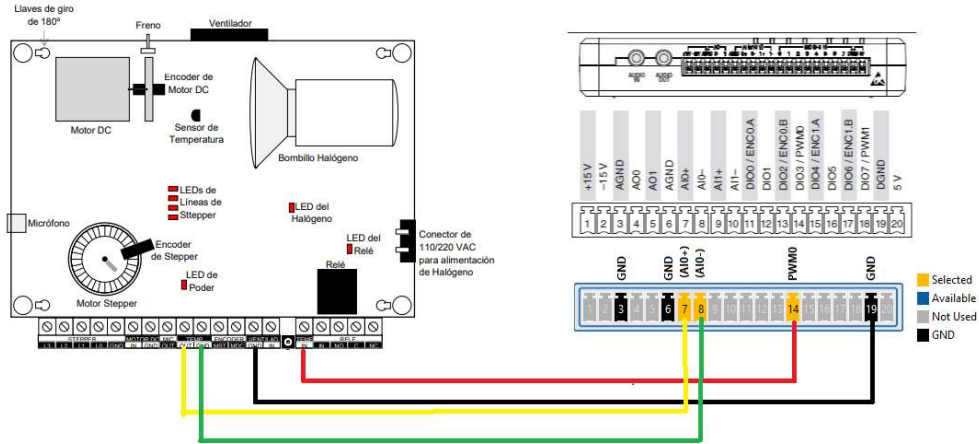


Figura 319. Conexión entre EPC y entrada analógica práctica 10

En la tabla 39 se muestra la conexión de la práctica 10 de la maleta didáctica entre la EPC y la entrada analógica.

Entrada Analógicas	Temperatura
A10+	OUT
A10-	GND

Tabla 39: Conexiones del módulo entradas analógica en práctica 10

Paso 15 Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35

En el bloque de diagrama se procede a conectar en caSCADA el nuevo bloque, se acondiciona la variable para convertir de voltios a grados calcios mediante la multiplicación con una ganancia de 100 ya que el sensor analógico trabaja a 10mV por grado calcios como se muestra en Figura 320.

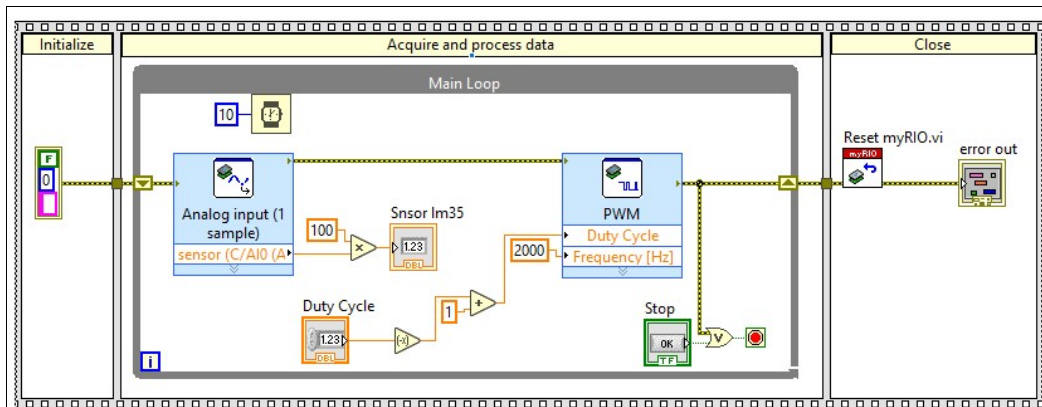


Figura 320. Bloque de diagrama acondicionamiento del LM35 práctica 10

Paso 16 Agregar el bloque PID

Se procede a crear un bloque de control PID en el bloque de diagrama se selecciona **block diagrama>>Control y simulación >>PID >>PID** como se muestra en la Figura 321.

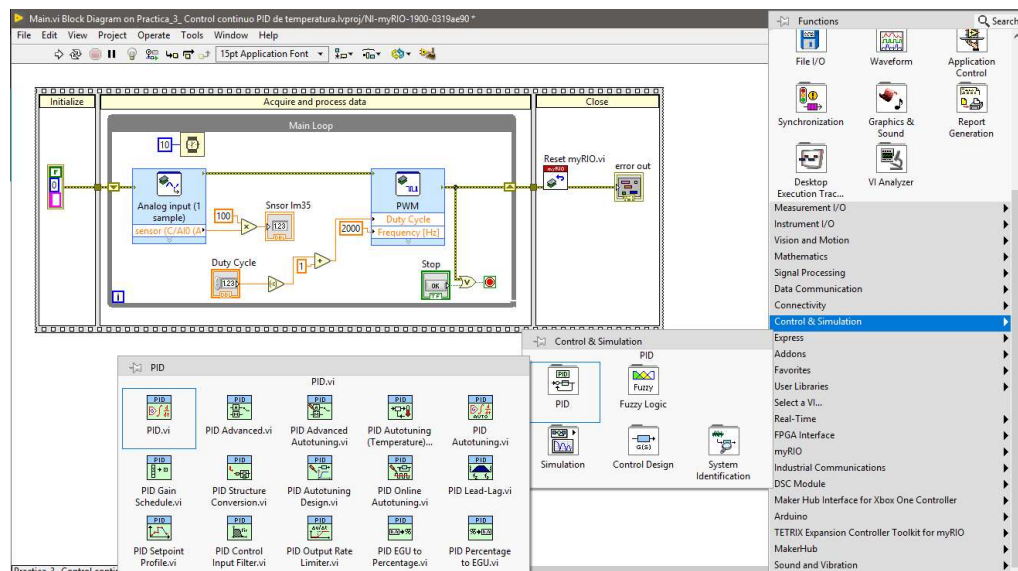


Figura 321. Agregar el bloque PID práctica 10

Paso 17 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID creando controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la entrada analógica luego del acondicionamiento y la salida del controlador PID al bloque de PWM para realizar el control del foco como se muestra en la Figura 322.

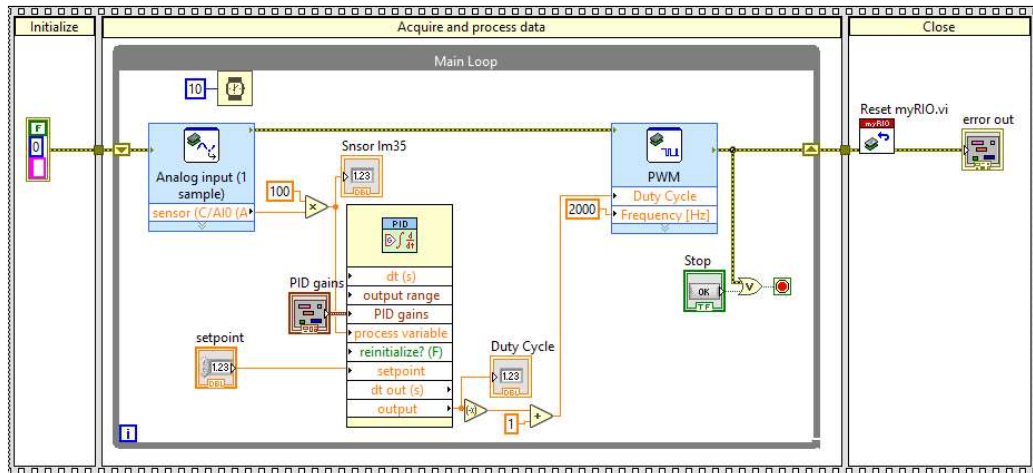


Figura 322. Bloque de agregar PID práctica 10

Paso 18 Agregar una perturbación al sistema

Se agrega una salida para el control de un ventilador que simulara la perturbación del sistema al sistema mediante una salida digital se selecciona en “**bloque de diagrama>>myRio>>digital Output**” como se muestra Figura 323.

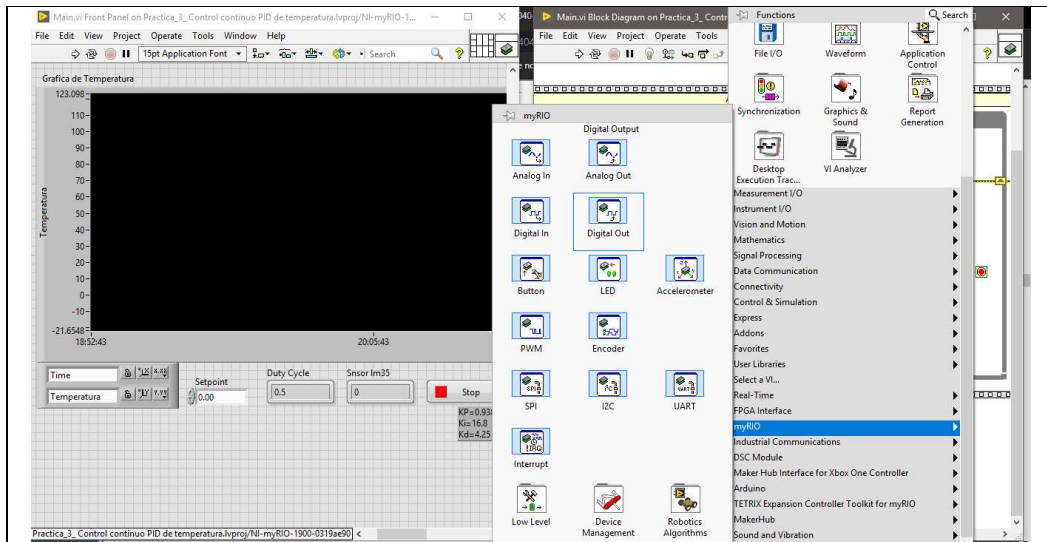


Figura 323. Agregar el bloque de control perturbación práctica 10

Paso 19 Configuración del pin del ventilador del EPC con la myRio

Se configura el pin del ventilador en el puerto c de la tarjeta myRio como se muestra en la Figura 324.

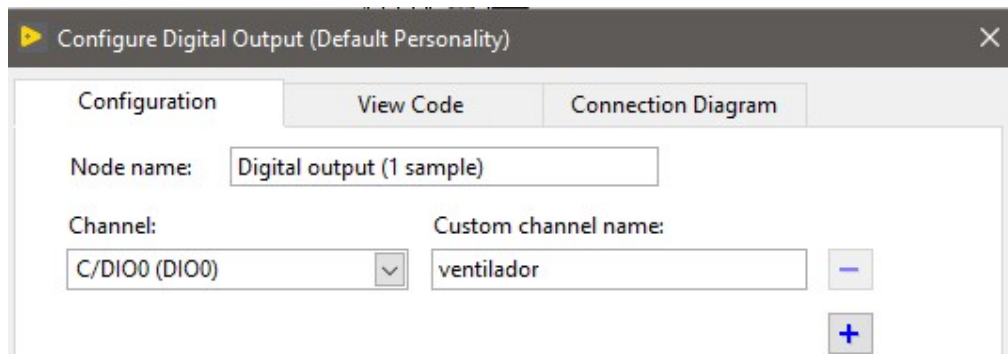


Figura 324. Configuración de pin del ventilador práctica 10

En la tabla 40 se muestra la conexión de la práctica 10 del ventilador.

Entrada Analógicas	Temperatura
C DO1	VENT.
DGND	DGND

Tabla 40: Conexiones del ventilador en práctica 10

Las conexiones físicas se muestran en la Figura 325.

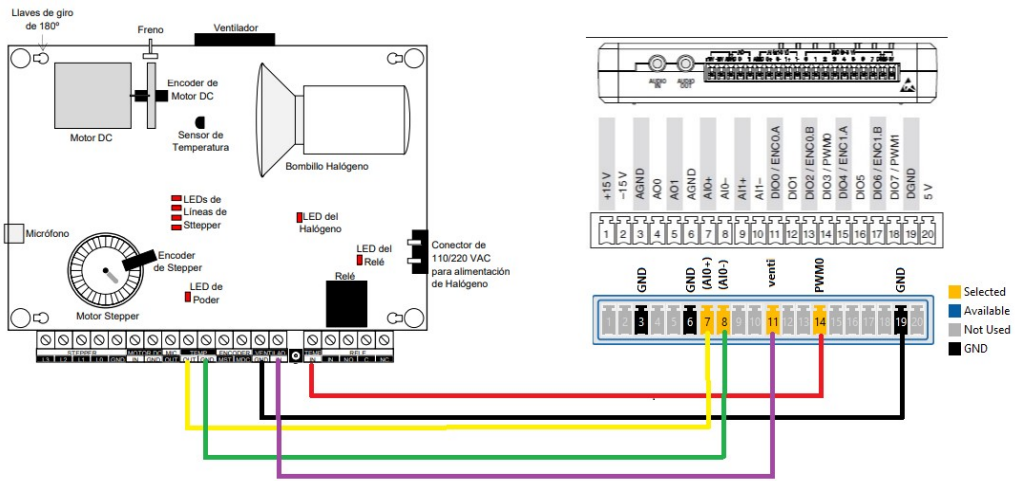


Figura 325. Conexión de pin del ventilador en práctica 10

Paso 20 Conexiones en el bloque de diagrama del ventilador

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque de salida digital para simular la perturbación del control del foco como se muestra en la Figura 326.

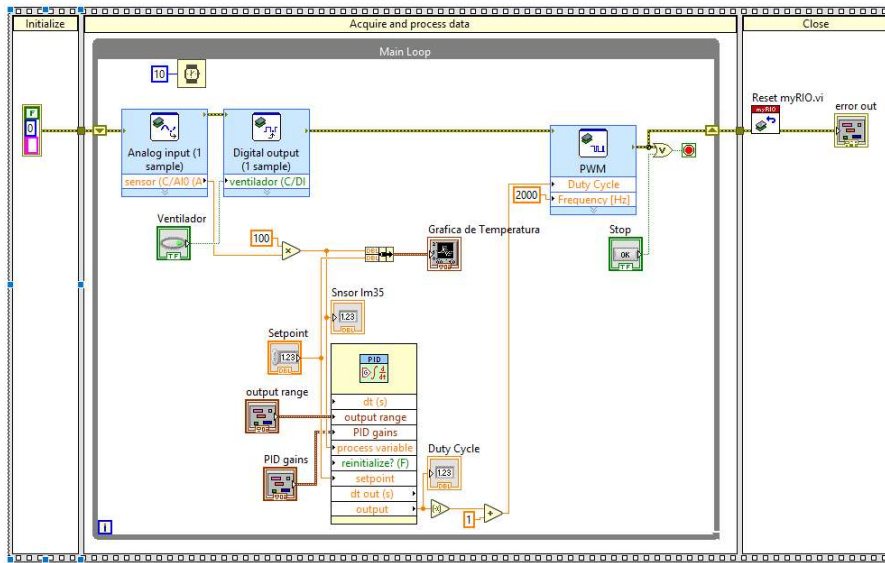


Figura 326. Conexiones en bloque de diagrama del ventilador práctica 10

Paso 21 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a crear un Graphics car para visualizar los datos de referencia y el valor del sensor , las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 327

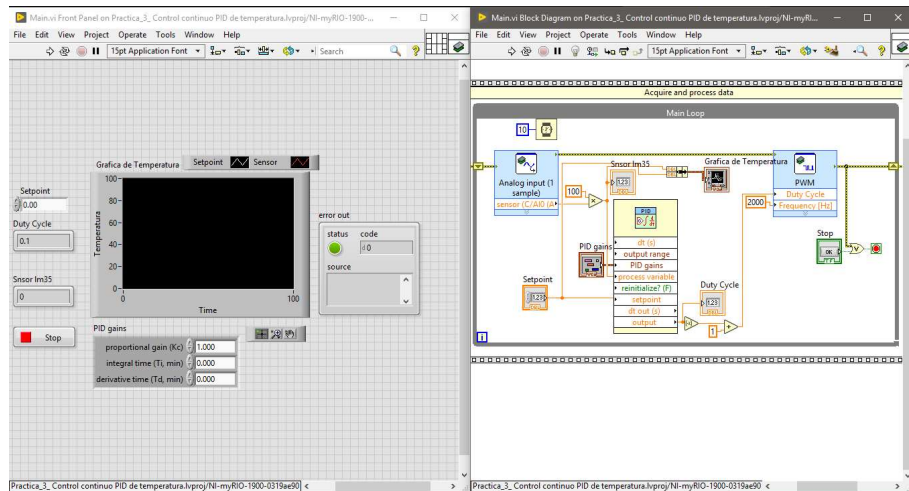


Figura 327. Creación de visualizador grafico práctica 10

Paso 22 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel, mostrado en la Figura 328

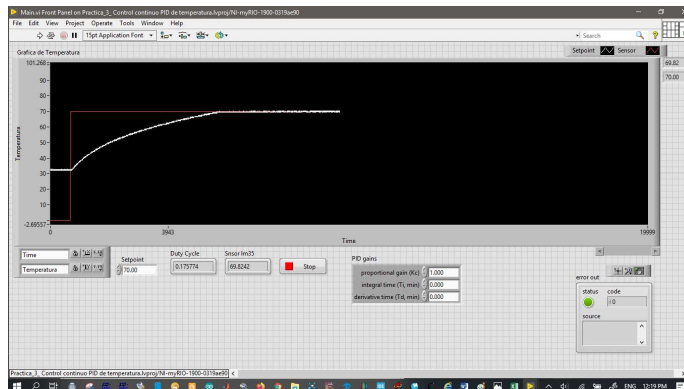


Figura 328. Muestreo de valores práctica 10

Paso 23 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols, mostrado en la Figura 329.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 329. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 10

Paso 24 Dibujo de paso unitario

En la Figura 330 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=84 y T=665 aplicando la tabla del paso 20 el resultado es $K_P=0.938$, $K_i=16.8$ y $K_d=4.25$

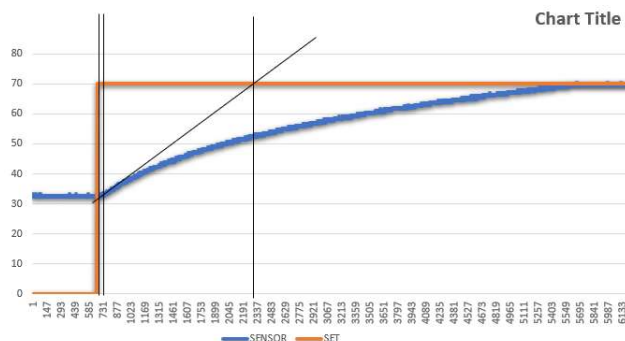


Figura 330. Dibujo de paso unitario práctica 10

Paso 25 Panel de control contenedor

Se procede a crear un contenedor en el panel control (panel control >> layes >> tan control), el contenedor contendrá 4 sub-ventanas como se muestra en la Figura 331.

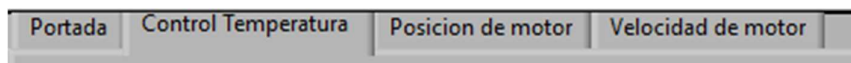


Figura 331. Contenedores de práctica 10

Paso 26 Inserción en contenedor 1

Se procede a crear insertar los indicadores del proceso de temperatura en el contenedor respectivo como se muestra en la Figura 332.

The screenshot shows a SCADA interface titled "PRACTICA # 9 Scada de 3 tipos de controles en paralelo mediante wifi". The interface is divided into several sections:

- Navigation:** Tabs for "Portada", "Control Temperatura", "Posicion de motor", and "Velocidad de motor".
- PID Gananancias Temperatura:** A panel with three input fields: "proportional gain (Kc)" set to 0,0018, "integral time (Ti, min)" set to 0,00238, and "derivative time (Td, min)" set to 0,00059.
- Referencia de Temperatura:** An input field set to 0,00.
- Sensor de Temperatura:** An input field set to 0.
- Ventilador:** A slider control ranging from 0 to 5.
- Graph:** A plot titled "Grafica de temperatura" showing "Temperatura" on the y-axis (0 to 100) and "Time" on the x-axis. The plot area is currently black. The x-axis labels are 19:00:00,000 31/12/1903 and 19:00:05,00 31/12/1903.
- Practicas:** A vertical sidebar on the right with three green indicator lights labeled "PRACTICA 1", "PRACTICA 2", and "PRACTICA 3".
- error out:** A panel with a "status" indicator (green circle), a "code" input field set to 0, and a "source" dropdown menu.
- Stop:** A red button labeled "Stop".

Figura 332. Contenedor de control de temperatura práctica 10

Paso 27 Control de posición de motor.

Ingresar en el bloque de diagrama cuatro salidas digitales ubicando el puntero en una sección en blanco y click derecho se muestra una ventana emergente donde seleccionar **myRio >> digital Output** como se muestra en la Figura 333.

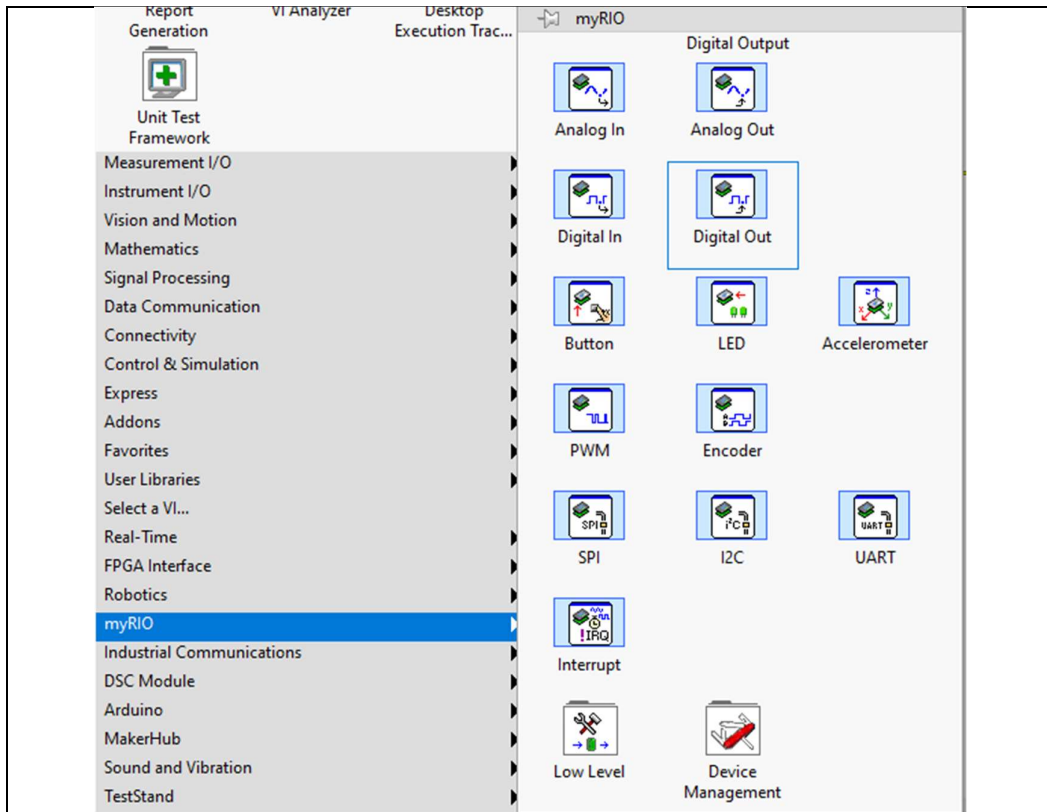


Figura 333. Agregar salidas digitales práctica 10

Paso 28 ConFigurar las salidas digitales

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 334 se conFigura los pines de la myRio a conectar al EPC para el control del motor de paso del pin dio0 al dio 3 del puerto B.

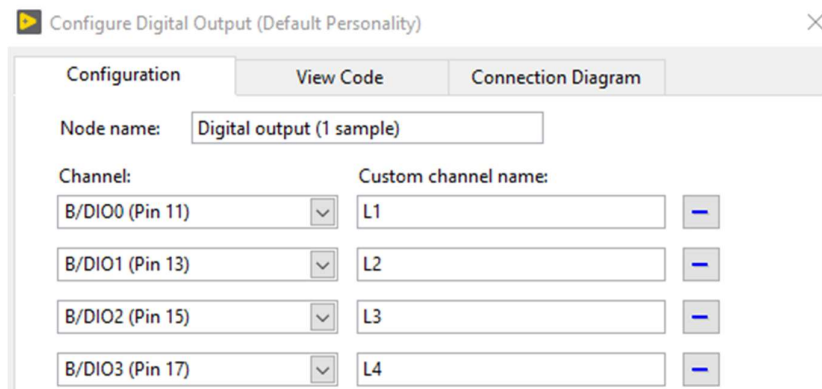


Figura 334. Configuración de salidas digitales práctica 10

Paso 29 Conexiones de la EPC con myRio

Las conexiones para respetarse se muestran en la Figura 335.

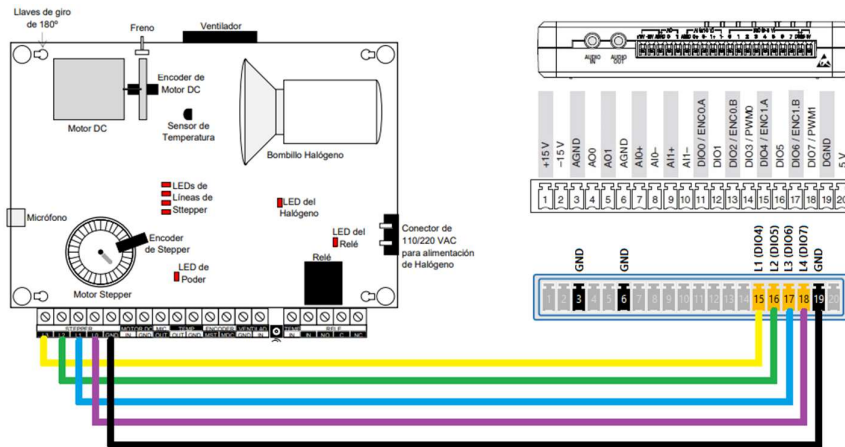


Figura 335. Conexiones salida digital de práctica 10

En la tabla 41 se muestra la conexión de la práctica 10 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Motor de paso
DIO 4	L1
DIO 5	L2
DIO 6	L3
DIO 7	L4
D GND	GND

Tabla 41: Conexiones del módulo en práctica 10

Paso 30 Conexiones en el block diagrama

En el bloque de diagrama se procede a conectar la salida PWM, para un óptimo trabajo se recomienda usar el siguiente método matemático ya que la salida del foco posee lógica contraria se activa completamente por 0 y se desactiva cuando se envía el 1. Véase en la Figura 336

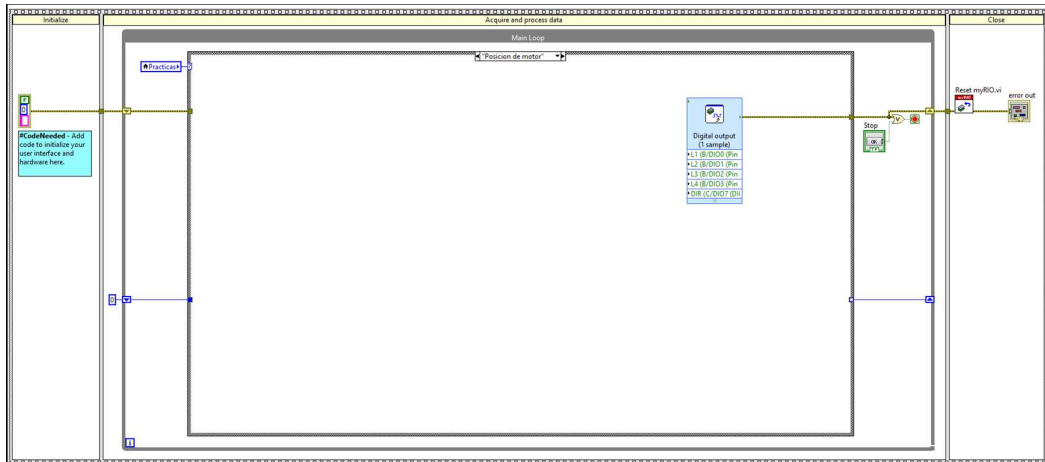


Figura 336. Bloque de diagrama ingreso de PWM práctica 10

Paso 31 Crear la entrada del Encoder del motor de paso

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor ir **Bloque de diagrama >> myRIO>>Encoder**” como se ve en Figura 337.

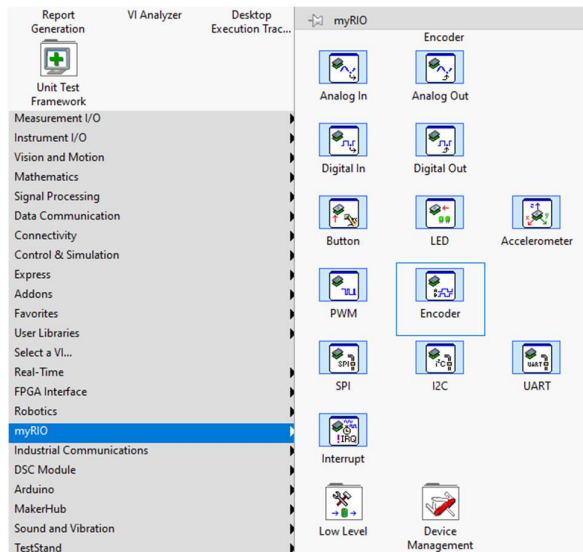


Figura 337. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 10

Paso 32 Configuración del Encoder

En la Figura 338 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

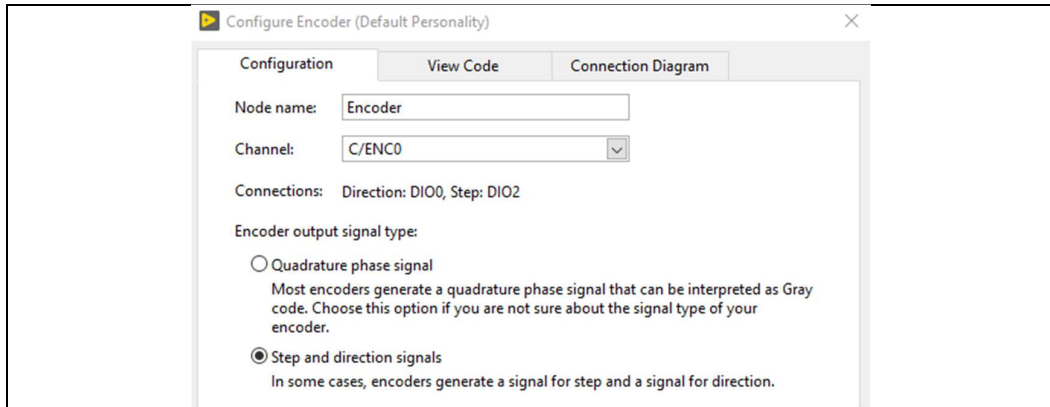


Figura 338. Configuración del Encoder práctica 10

Paso 33 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 339.

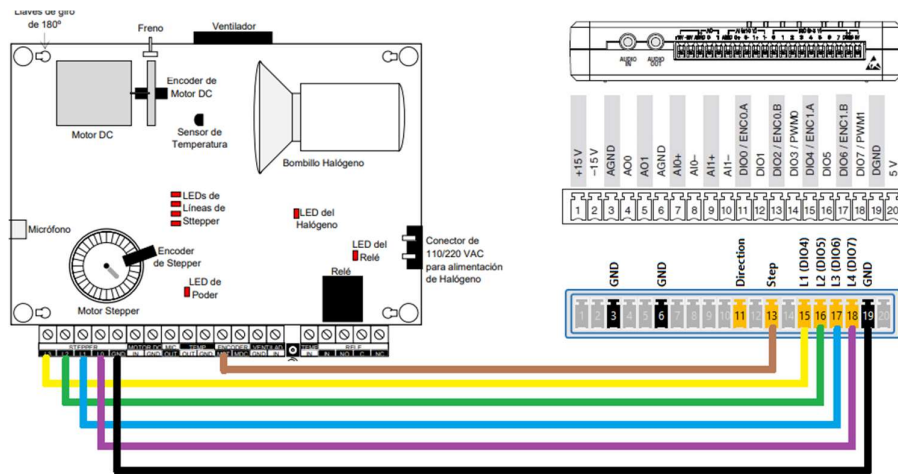


Figura 339. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 10

En la tabla 42 se muestra la conexión de la práctica 10 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	ENCODER
DIO0	MST
GND	GND

Tabla 42: Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 10.

Paso 34 Crear salida digital para control de dirección

En el bloque de diagrama se procede a crear un bit de salida digital el cual se conectará a la entrada de dirección del Encoder para lograr el control de giro del motor a paso externamente el diagrama se muestra en la Figura 340.

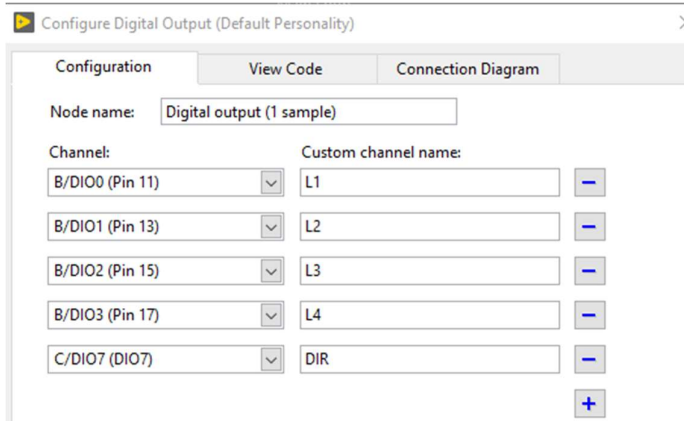


Figura 340. Creación de salida digital para dirección práctica 10

Paso 35 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la salida digital y la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 341.

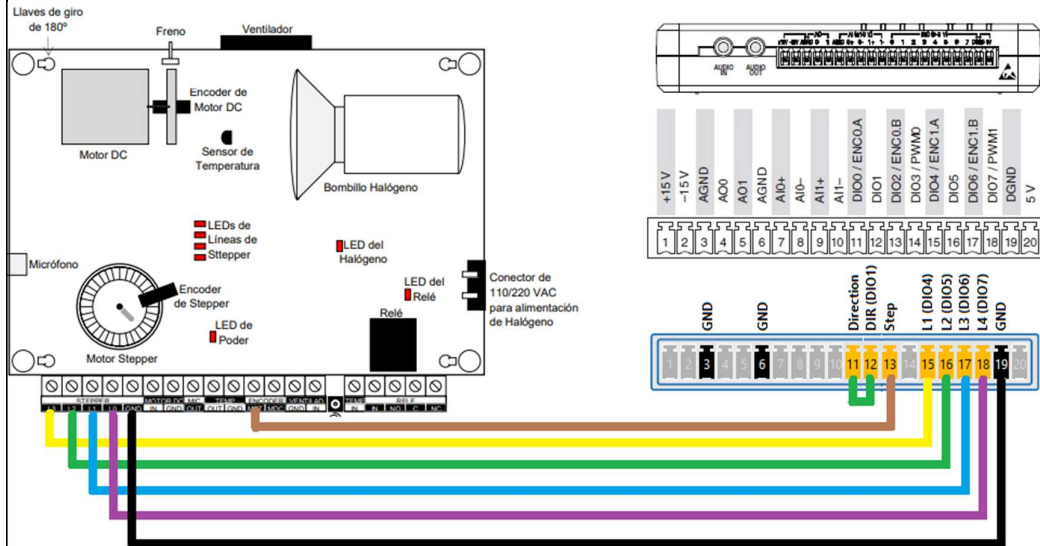


Figura 341. Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 10

En la tabla 43 se muestra la conexión de la práctica 10 de la maleta didáctica entre la EPC y el Encoder del motor de paso.

E/S Digitales	PIN ENCODER
DIO0	DIO1
GND	GND

Tabla 43: Conexión entre salida digital y entrada dirección de Encoder práctica 10.

Paso 36 Conexiones en el bloque de diagrama

Se procede a conectar el bloque del Encoder como se muestra en la Figura 342.

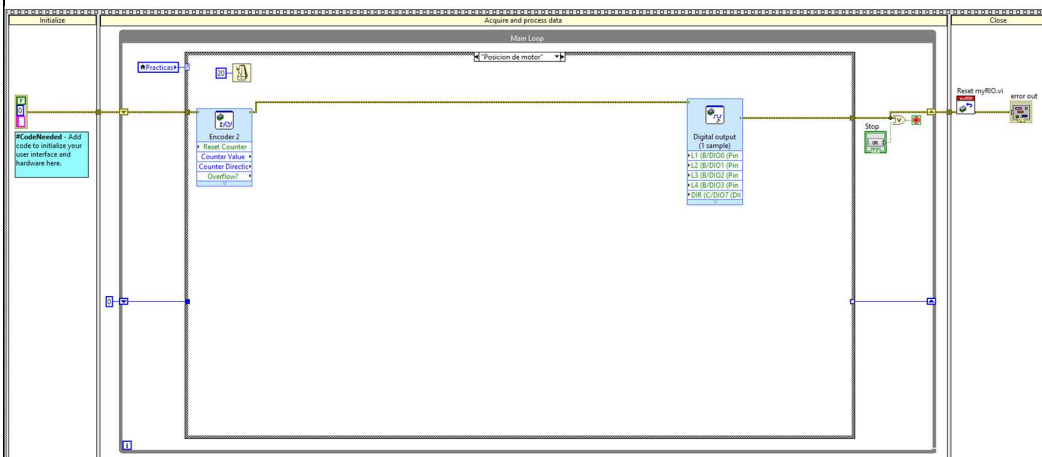


Figura 342. Conexión del bloque de diagrama con Encoder práctica 10.

Paso 37 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (**bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID**), se procede a crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder como se muestra en la Figura 343.

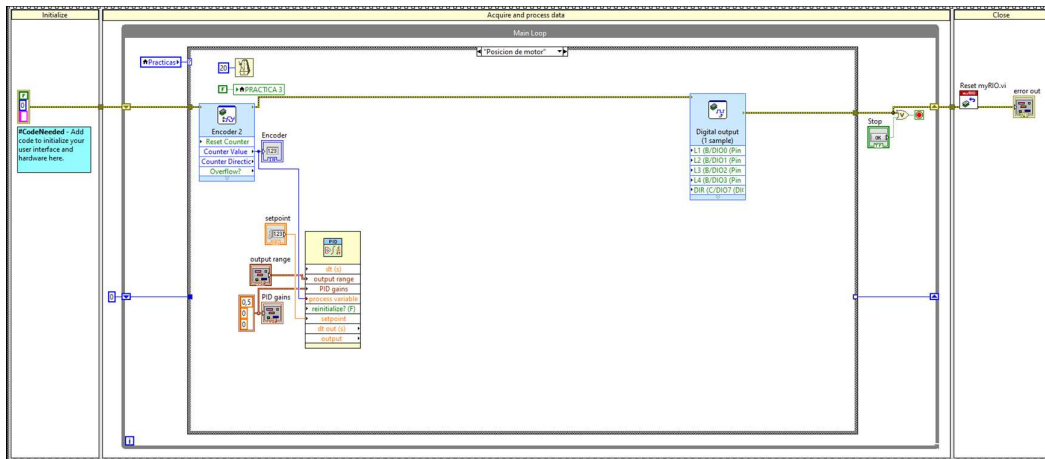


Figura 343. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 10

Paso 38 Set de bandera para control de giro

Se procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 344.

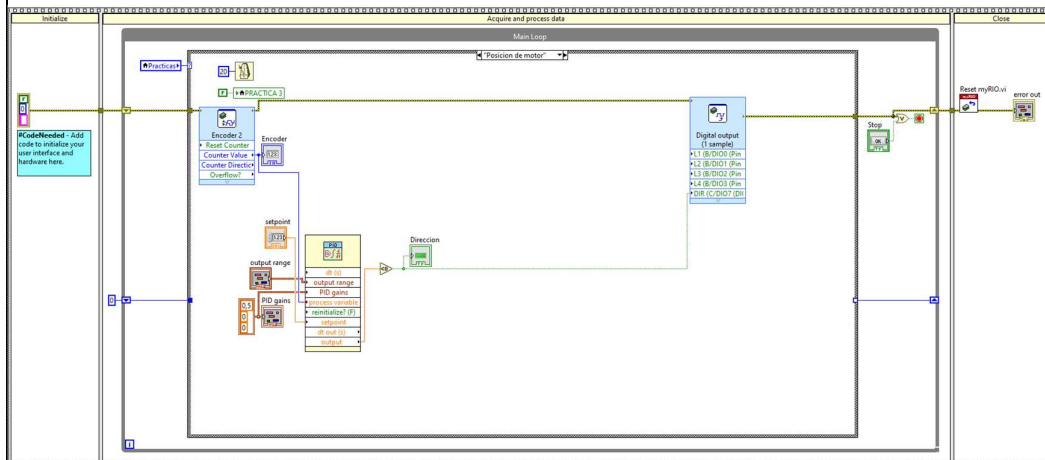


Figura 344. Set de bandera para control de giro práctica 10

Paso 39 Creación de secuencia de control del motor de paso.

De la salida de bloque PID se crea una comparación cuando sea igual a cero y el resultante es un dato booleano que sirve para controlar la activación de la secuencia la combinación para que el motor gire en sentido horario se muestra en la tabla 44 y el sentido antihorario en la tabla 45 .

L1	L2	L3	L4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabla 44: Secuencia de motor de paso giro horario práctica 10.

L1	L2	L3	L4
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

Tabla 45: Secuencia de motor de paso giro antihorario práctica 10.

Se procede a crear dos variables arreglos booleano que contengan los datos de las secuencias, estos arreglos están conectados a un bloque de selección que mediante el bit dirección cambiara entre cada arreglo de variable en el bloque de diagrama como se muestra en la Figura 345.

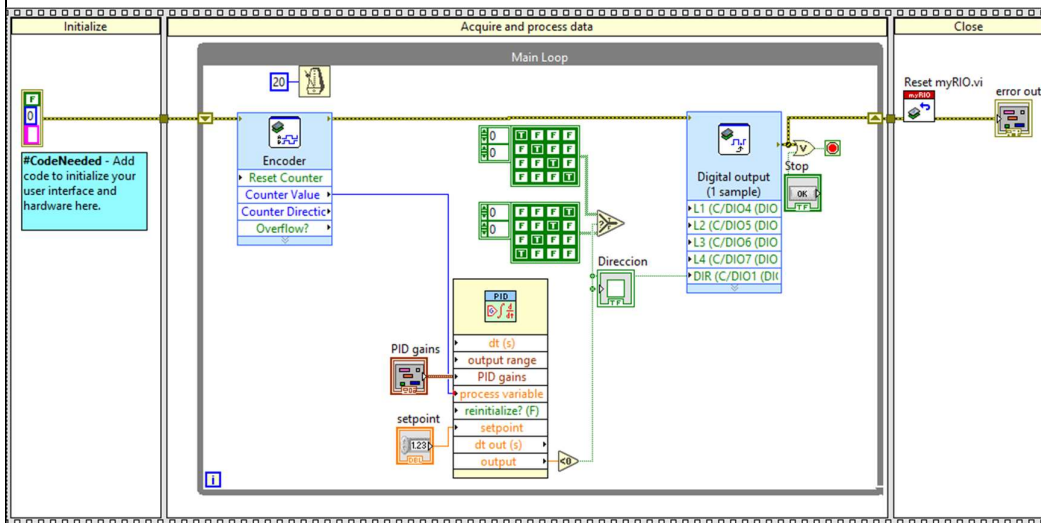


Figura 345. Arreglo de variables de control del motor de paso práctica 10

Posteriormente los datos enviados desde el selector se los agrega a un bloque indexación del arreglo (**bloque de diagrama >> array>> índice array**) y se conecta a un bloque de conversión de array a clúster (**bloque de diagrama >> clúster>> array to clúster**) se enlaza a un bloque de descomposición de clúster obteniendo el valor individual de cada dato del arreglo y se conecta al bloque de salida digital de las bobinas del motor de paso como se muestran en la Figura 346.

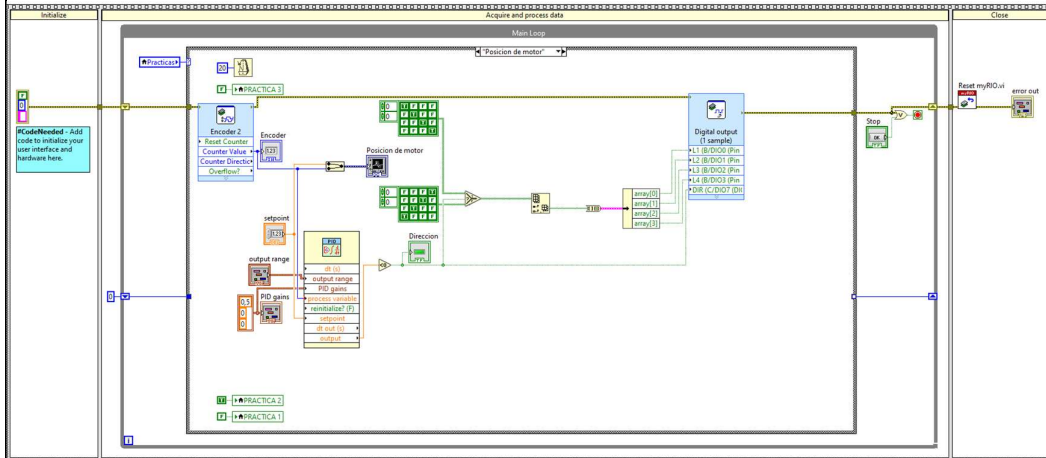


Figura 346. Conexión en bloque diagrama del arreglo bool práctica 10

Se procede a crear una constante fuera del lazo como registro de desplazamiento inicialmente en 0 y configurar la condicional que en cada iteración incrementa en 1 su valor hasta llegar al 4 y vuelve a 0 dicho resultante se conecta al índice to array como se muestra en la Figura 347.

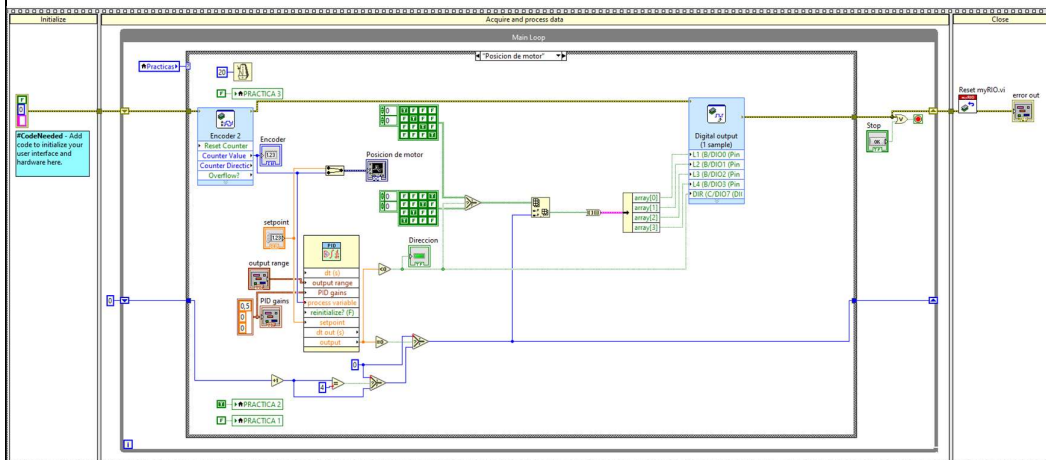


Figura 347. Conexiones para el control de secuencia práctica 10

Paso 40 Panel frontal.

En el panel frontal se procede a organizar los elementos y crear una gráfica donde se visualiza dos valores el Encoder y la referencia como se muestra en la Figura 348.



Figura 348. Panel frontal práctica 10

Paso 41 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_D=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 349.

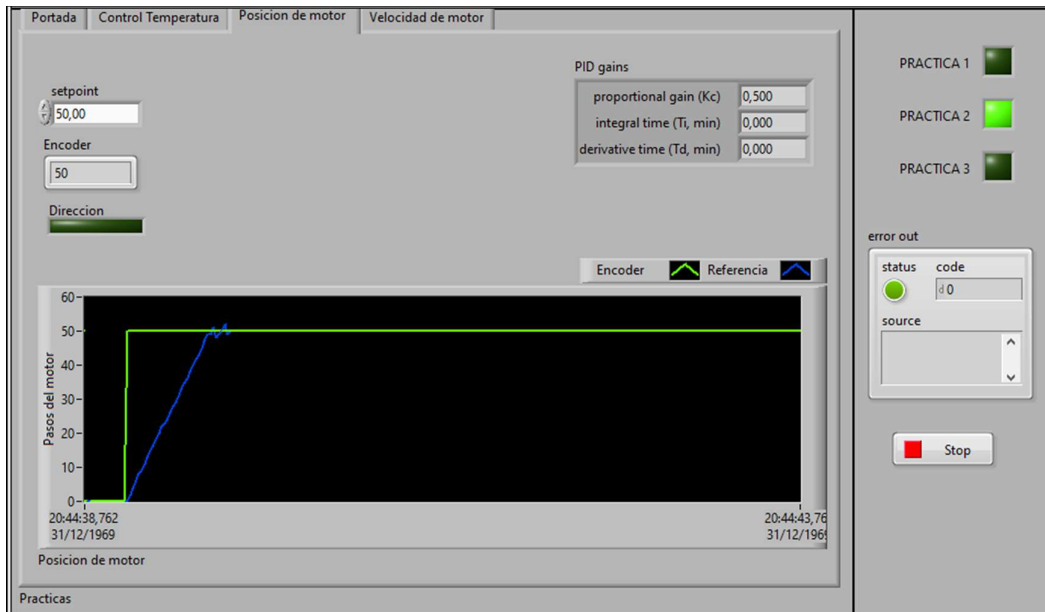


Figura 349. Creación de visualizador grafico práctica 10

Ejecutar el vi y compilar en el myRio , tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel.

Paso 42 Plot de LabView

Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 350.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 350. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 10

Paso 43 Dibujo de paso unitario

En la Figura 351 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=22 y T=32 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es $KP=1.74$, $Ti=44$ y $TDK=11$ donde $ki=kp/ti$ y $kd = kp *ti$



Figura 351. Dibujo de paso unitario práctica 10

Paso 44 Control de velocidad de motor.

En el bloque de diagrama se agrega un bloque de lectura de Encoder el cual permite leer los pulsos de una foto emisor y fotorreceptor acoplado al motor ir **Bloque de diagrama >> myRIO>>Encoder**” como se ve en Figura 352.

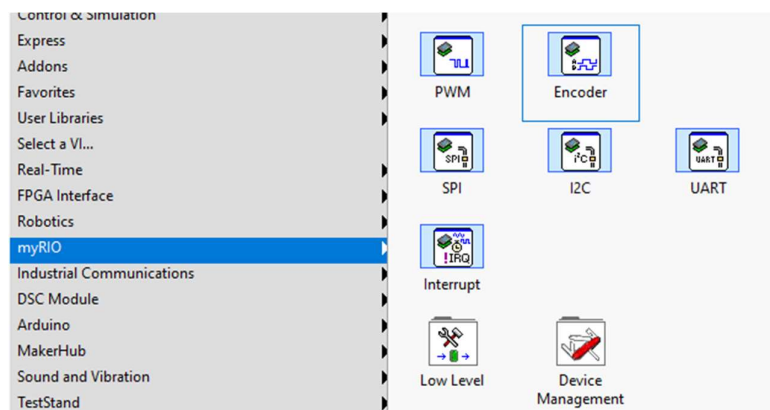


Figura 352. Ingreso de Encoder del motor de paso práctica 10

Paso 45 Configuración del Encoder

En la Figura 353 se muestra la configuración al momento del ingreso del Encoder setear en el puerto c y seleccionar la opción step y dirección.

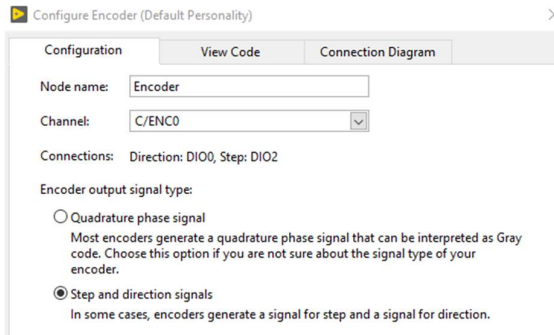


Figura 353. Configuración del Encoder práctica 10

Paso 46 Conexiones entre EPC y Encoder

En la EPC se procede a conectar la entrada del Encoder de la myRio como se muestra en la Figura 354.

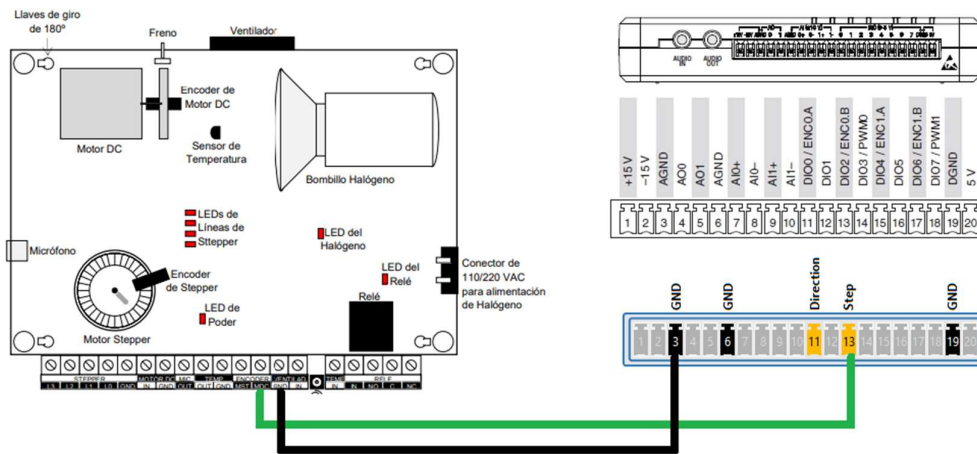


Figura 354. Conexión entre EPC y entrada Encoder práctica 10

En la tabla 46 se muestra la conexión de la práctica 10 de la maleta didáctica.

Entrada Digitales	Motor
DIO 0	M. MDC
D GND	GND

Tabla 46: Conexiones del módulo en práctica 10.

Paso 47 Acondicionar señal del Encoder

En el bloque de diagrama se agrega el bloque de Encoder y se acondiciona dividiendo el valor de conteo a 34(número de espacios en el disco acoplado al motor) y multiplicando por 60 de tal manera el valor sea rpm como se muestra en la Figura 355.

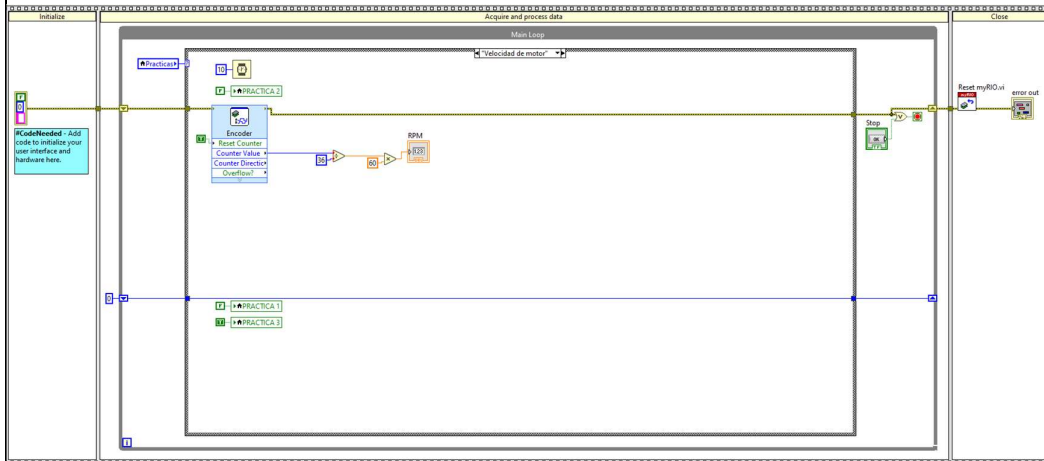


Figura 355. Acondionamiento de señal del Encoder práctica 10

Paso 48 Conexiones bloque diagrama con el bloque PID

En el bloque diagrama se procede a realizar las conexiones con el bloque PID (**bloque de diagrama >> control y simulación > PID > PID**), crear controles para las ganancias y set point , se conecta la variable de proceso al valor que se obtuvo de la lectura del Encoder y a la salida del PID se agrega la condición de que solo envíe datos superiores a cero casos contrarios enviar 0 c como se muestra en la Figura 356.

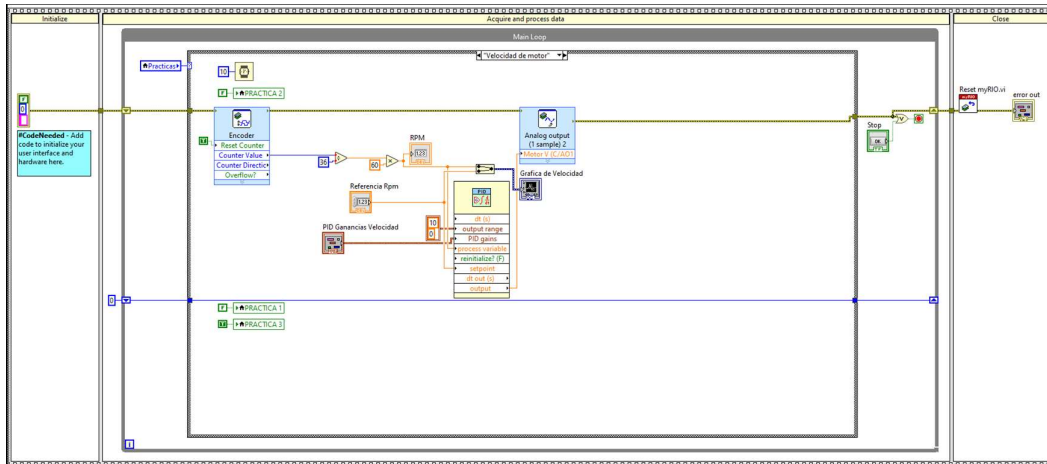


Figura 356. Bloque de diagrama agregando bloque PID práctica 10

Paso 49 Panel frontal indicador grafico

Se agrega un indicador grafico donde se visualizan la variable de referencia y el valor de lectura del Enconderser procede a tomar el valor de la salida del PID y agregar un bloque de comparación cuando la salida sea mayor a cero enviar un dato booleano en alto y se conecta al pin de salida en el pin dio 0 del puerto c como se muestra en la Figura 357.



Figura 357. Panel frontal práctica 10

Paso 50 Obtención de datos de ganancias mediante el primer método de ziegler nichols

En el panel de control se procede a cargar el programa en la myRio y setear los valores de las ganancias del PID se dejan en $K_c=1$, $T_i=0$ y $T_d=0$, el proceso es generar un escalón unitario partiendo del valor en reposo como se muestra en la Figura 358.

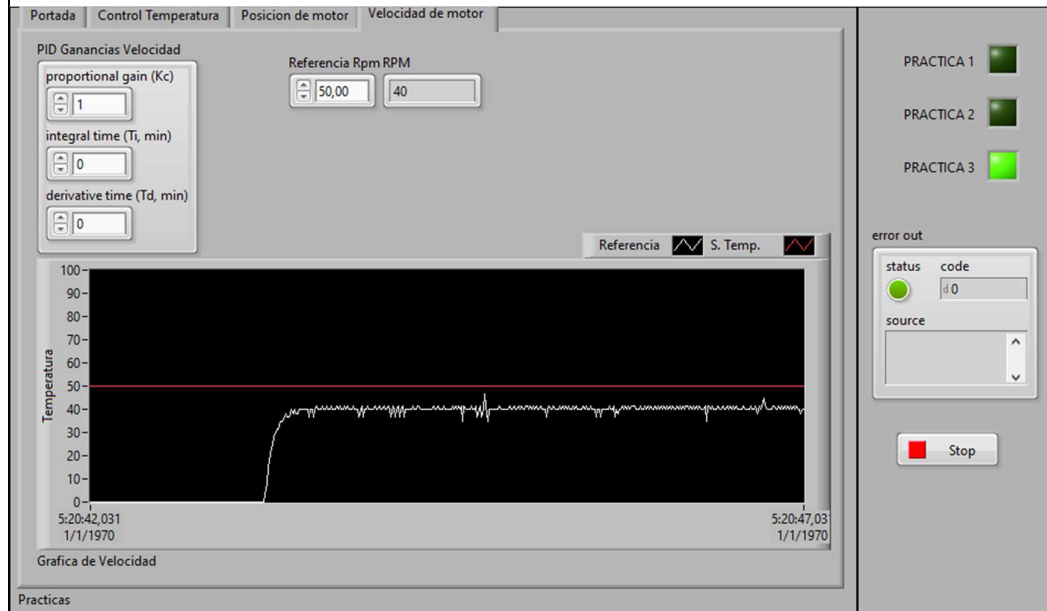


Figura 358. Creación de visualizador grafico práctica 10

Paso 51 Grafica para cálculo de valor

Ejecutar el vi y compilar en el myRio, tomar un muestreo de valores en un determinado tiempo donde se setear un punto de referencia, donde al momento de alcanzar la estabilidad se guardan o exportan valores a una hoja de Excel. Mediante el uso de la herramienta de ploteo de LabView se utiliza para obtener el valor de L y T donde la temperatura se considere estable. Aplicando la tabla de ziegler nichols donde L es el tiempo de retardo y la T es la constante de tiempo donde se logra estabilización, mostrado en la Figura 359.

TABLA DE ZIEGLER-NICHOLS - 1er. Método

Tipo de Controlador	Kc	Ti (Seg.)	Td (Seg.)
P	T/L	inf.	0
PI	0.9 T/L	L/0.3	0
PID	1.2 T/L	2L	0.5L

Figura 359. Tabla de ziegler nichols 1er. Método práctica 10

Paso 52 Dibujo de paso unitario

En la Figura 360 se traza líneas para encontrar los valores de L Y T donde se comienza el paso unitario y donde se logra una estabilización en esta práctica el valor es L=94 y T=324 aplicando la tabla del paso 23 el resultado es Kc=0.003, donde $k_p = 0,001800$, $k_i = 0,002380$, $k_d = 0,000590$

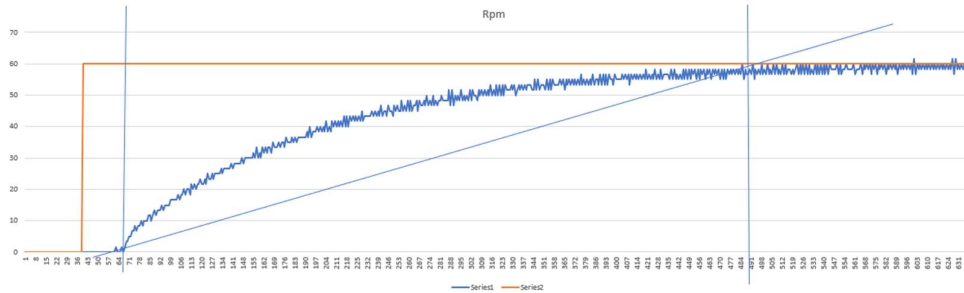


Figura 360. Dibujo de paso unitario práctica 10

Paso 52 Librerías de variables globales

En el administrador de proyectos dar click sobre la tarjeta NI myRio y seleccionar nueva variable como se muestra en la Figura 361.

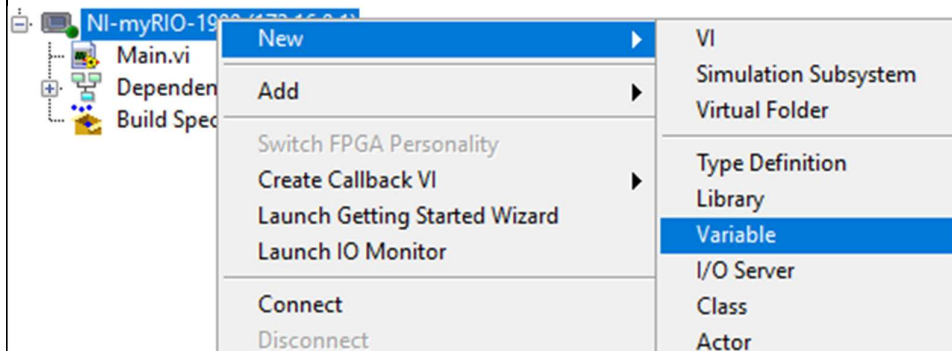


Figura 361. Creación de variables globales práctica 10

Paso 53 Asignación de los nombres a las variables globales

En la ventana emergente que se muestra a en la Figura 362 se asigna los nombres a cada variable: set_temp, Temp, set_pos, posición, set_vel, velocidad.

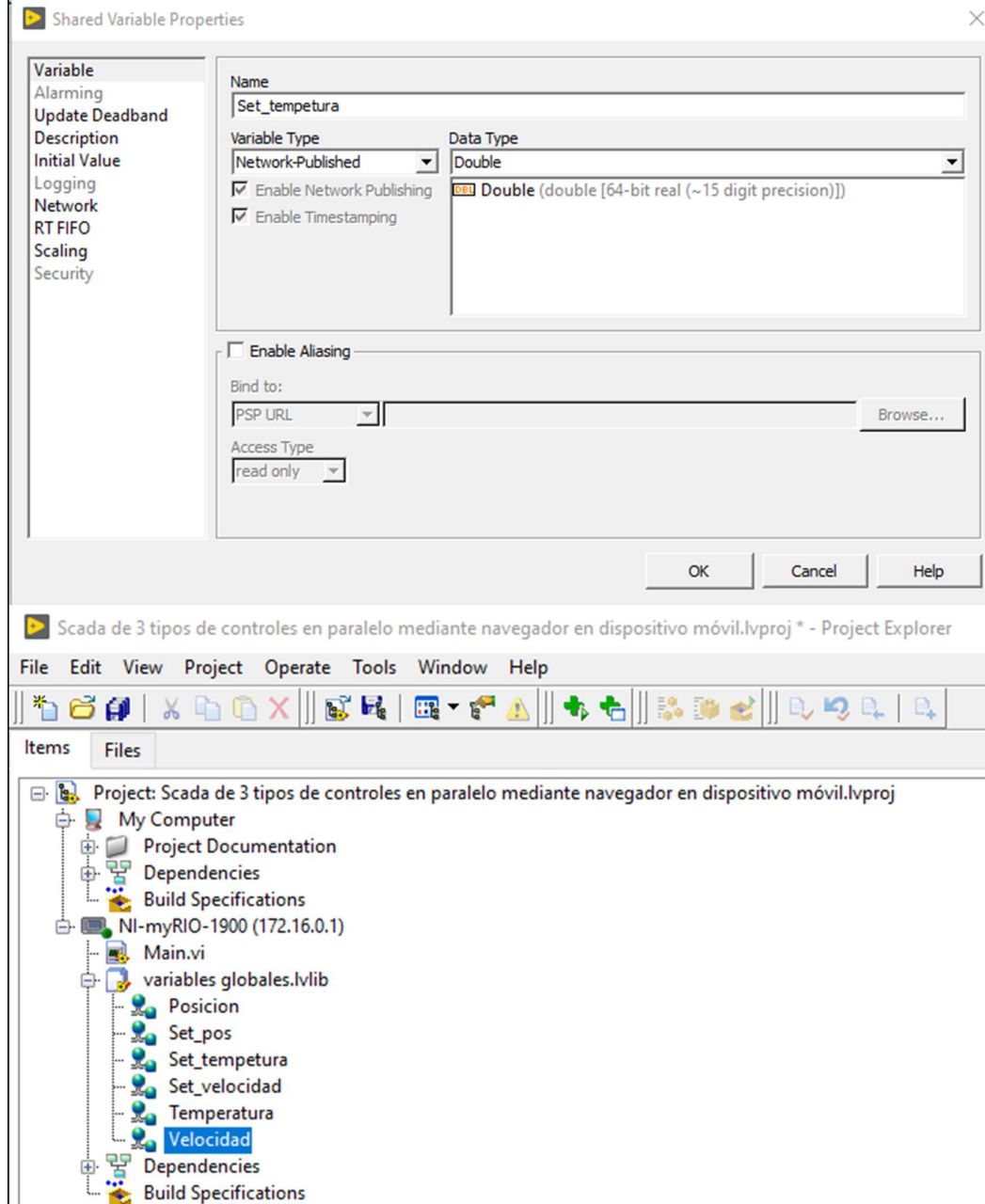


Figura 362. Asignación de variables globales práctica 10

Paso 54 Conexión de variables globales

En el bloque Counter de diagrama se procede a conectar las variables con su respectivo indicador como modo de escritura como se muestra en la Figura 363,364,365.

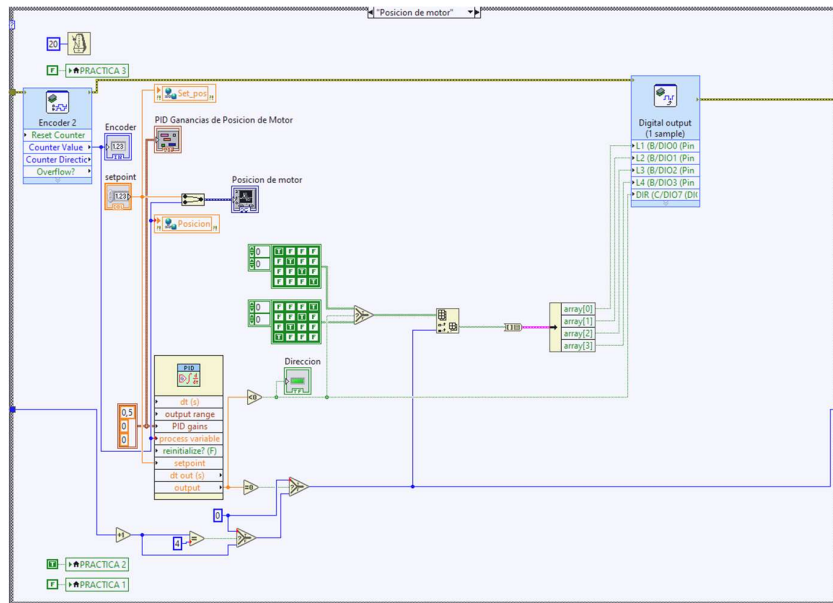


Figura 363. Conexión de variables globales práctica 10

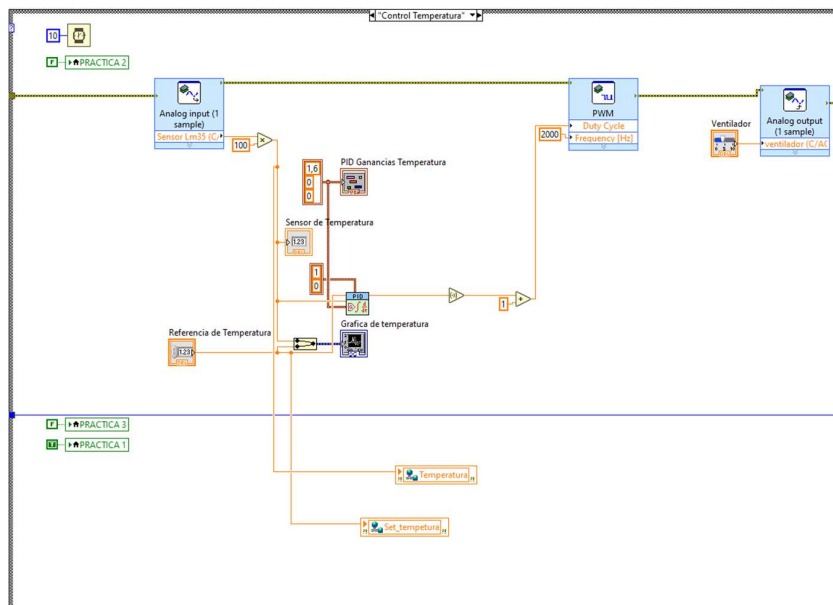


Figura 364. Conexión de variables globales práctica 10

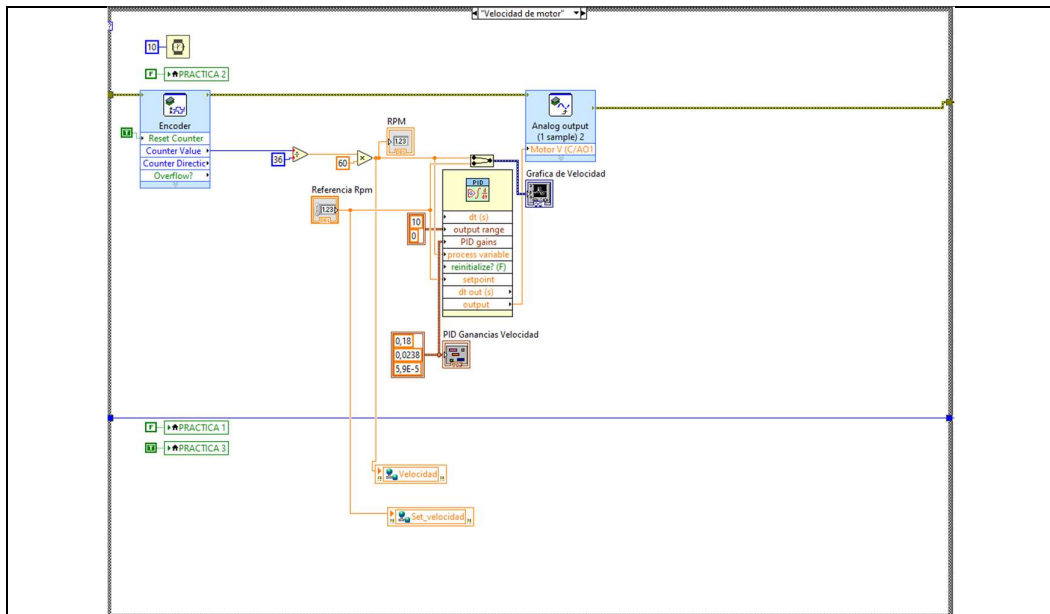


Figura 365. Conexión de variables globales práctica 10

Paso 55 Configuración en Ubidots

Se procede a iniciar sesión en la plataforma Ubidots(<https://industrial.ubidots.com/accounts/signin/?next=/app/devices/>) con las credenciales maletaups y su respectiva contraseña como se muestra en la Figura 366.

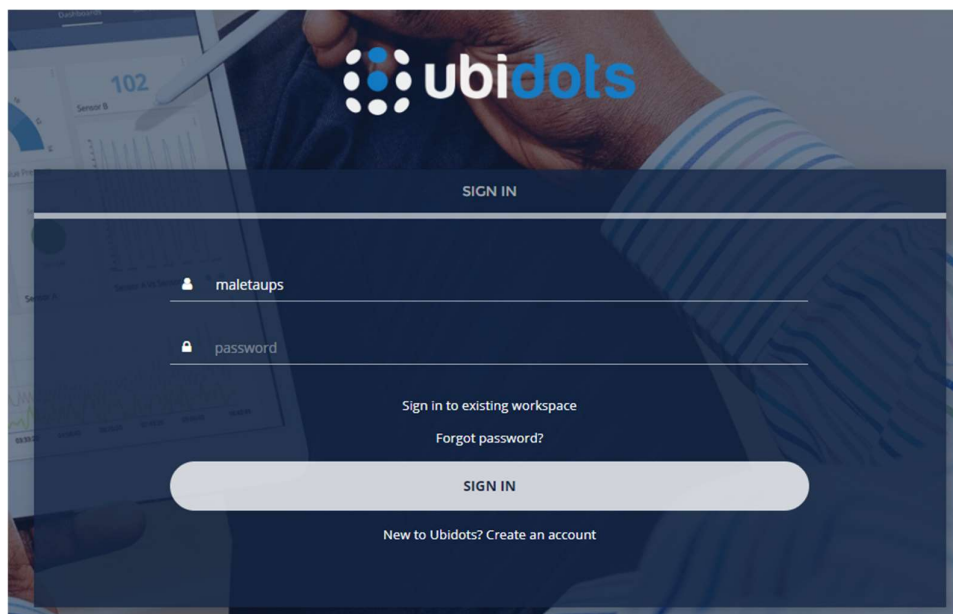
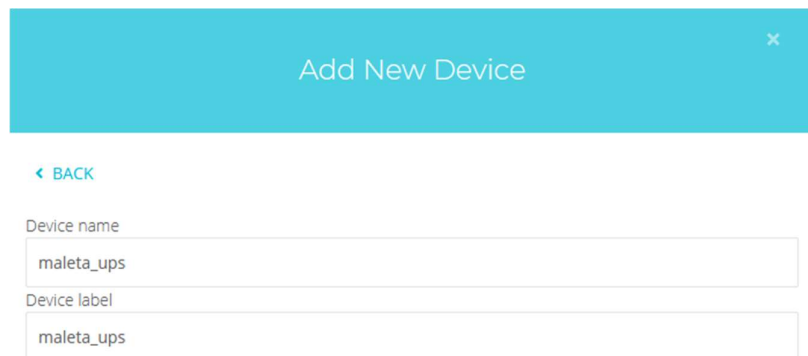


Figura 366. Inicio de sesión en plataforma Ubidots práctica 10

Luego se procede a seleccionar dispositivo y crear un nuevo dispositivo con nombre maleta_ups como se muestra en la Figura 367.

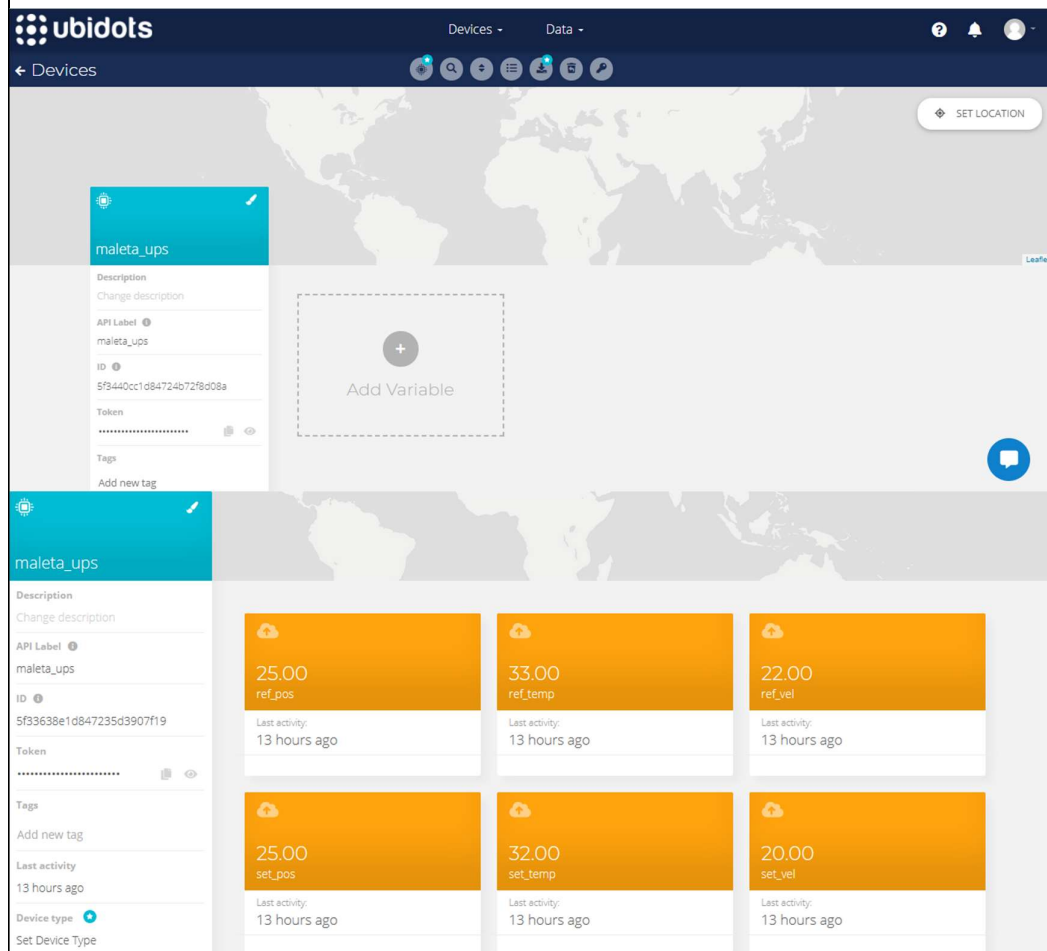


Device name
maleta_ups

Device label
maleta_ups

Figura 367. Creación de dispositivo en Ubidots práctica 10

Posteriormente en el dispositivo se crea las variables temperatura, posición, velocidad, set posición, set velocidad, set temperatura como se muestra en la Figura 368.



maleta_ups

Description
Change description

API Label
maleta_ups

ID
5f3440cc1d84724b72f8d08a

Token
.....

Tags
Add new tag

maleta_ups

Description
Change description

API Label
maleta_ups

ID
5f33638e1d847235d3907f19

Token
.....

Tags
Add new tag

Last activity
13 hours ago

Device type
Set Device Type

25.00 ref_pos Last activity: 13 hours ago	33.00 ref_temp Last activity: 13 hours ago	22.00 ref_vel Last activity: 13 hours ago
25.00 set_pos Last activity: 13 hours ago	32.00 set_temp Last activity: 13 hours ago	20.00 set_vel Last activity: 13 hours ago

Figura 368. Creación de variables dispositivo en Ubidots práctica 10

Se procede a obtener el token o la dirección de acceso para el servidor en la barra izquierda del dispositivo en token se da click en copiar el token como se muestra en la Figura 369.

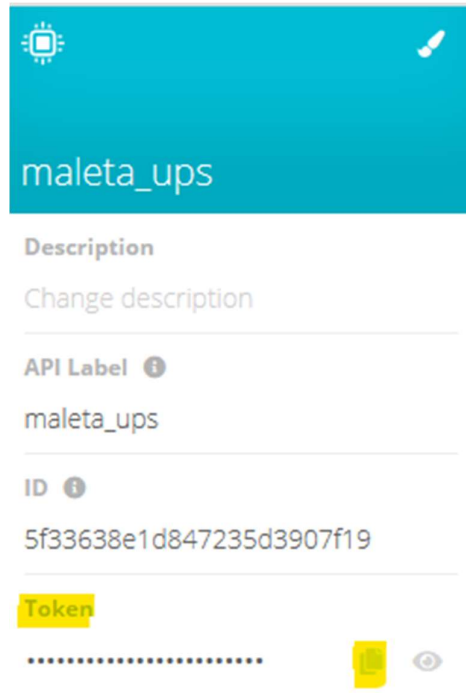


Figura 369. Token de acceso al dispositivo en Ubidots práctica 10

Paso 56 Configuración del dashboard en Ubidots

Luego se ingresa al dashboard(barra de herramienta >> data >> dashboard) y se crea un nuevo dashboard donde se almacenarán los visualizadores anexados a la plataforma como se muestra en la Figura 370.

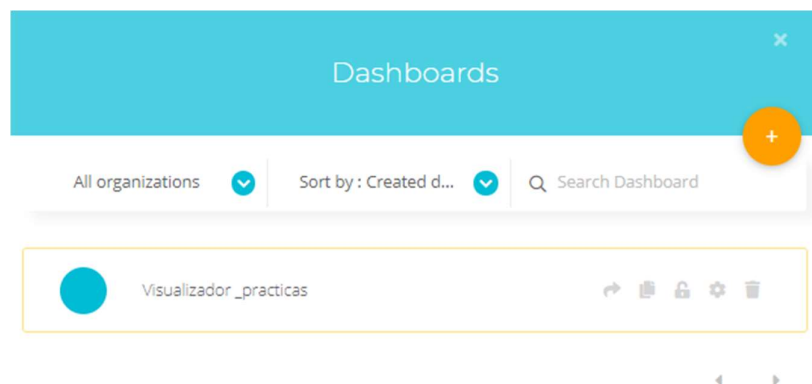


Figura 370. Configuración de dashboard en Ubidots práctica 10

En el dashboard se procede a dar click en agregar nuevo widget y seleccionar el tipo de visualizador (visualizador numérico o metros) como se muestra en la Figura 371.

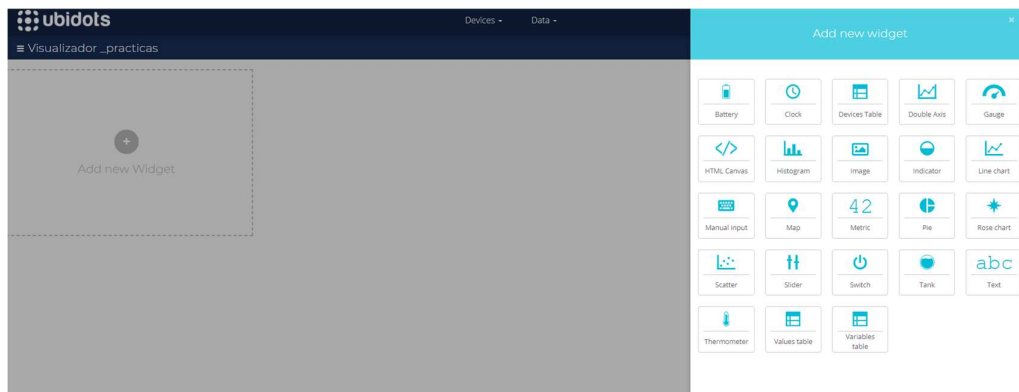


Figura 371. Configuración de variables en dashboard práctica 10

Posteriormente al seleccionar la variable se muestra sección donde se enlaza las variables con el dispositivo como se muestra con en la Figura 372.

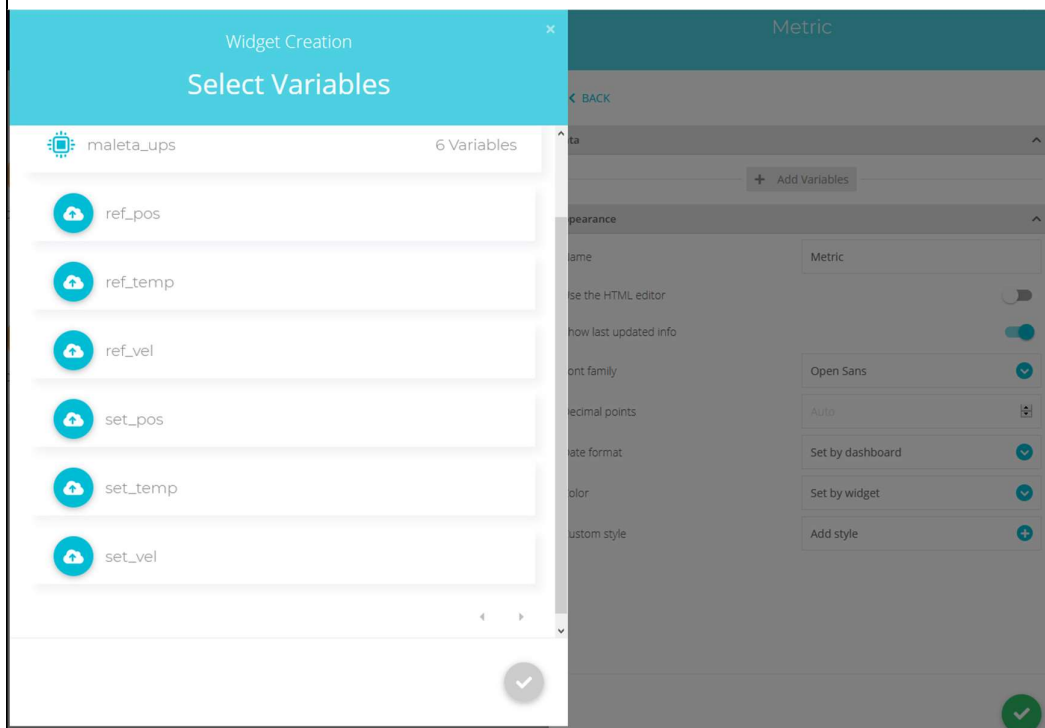


Figura 372. Creación de visualizador en dashboard práctica 10

Paso 57 Enlace entre myRio y Ubidots

Se procede en el administrador de proyectos agregar un vi el cual tendrá la función de conectar el myRio con el Ubidots como se muestra en la Figura 373.

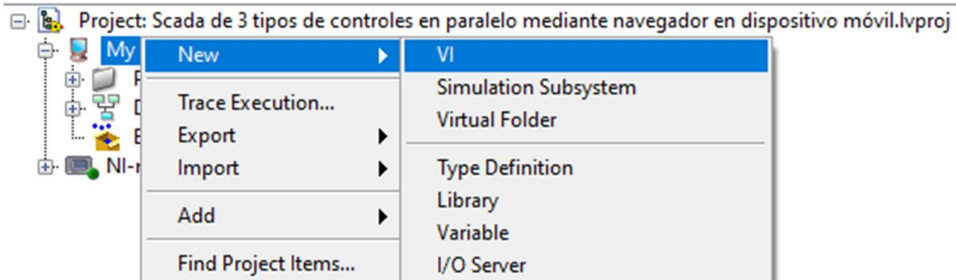


Figura 373. Creación de vi de conexión con Ubidots práctica 10

Se procede a crear en el bloque de diagrama el inicio de sesión como cliente con el protocolo http (Bloque de diagrama >> dato y comunicación >> protocolo > http cliente) como se muestra en la Figura 374 la herramienta.

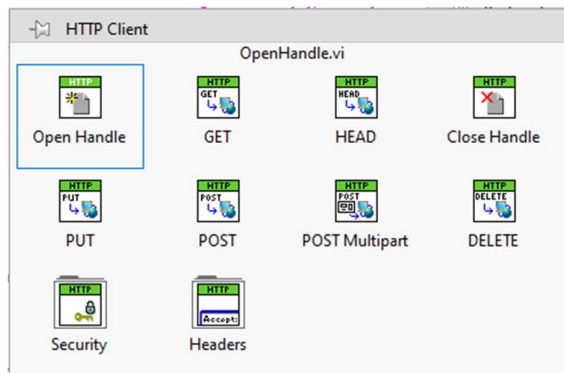


Figura 374. Configuración de vi como cliente servidor práctica 10

Se procede a ejecutar el modo http y se configura como aplicación tipo son como se muestra en la Figura 375.

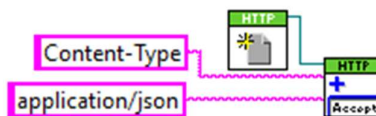


Figura 375. Ejecución de servidor práctica 10

Posteriormente se procede a postear el elemento en la plataforma mediante la herramienta de envío por HTML como se muestra en la Figura 376.

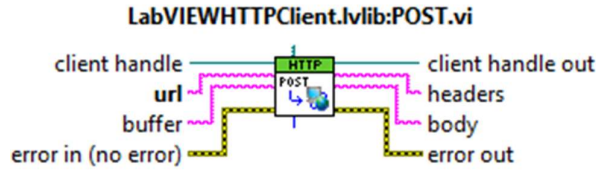


Figura 376. Ejecución de servidor práctica 10

Luego en la herramienta de posteo o publicación HTML se ingresa la dirección de Ubidots respetando el formato que se muestra en la Figura 377 modificando el nombre del dispositivo y el token creados en el paso 55.

`https://things.ubidots.com/api/v1.6/devices/{DISPOSITIVO}?token={TOKEN}`

Figura 377. Dirección del servidor práctica 10

Paso 58 Enlace de variables con plataforma

Se procede a agregar las variables globales a la herramienta de publicación HTML mediante una conversión de numérico a string como se muestra en la Figura 378.

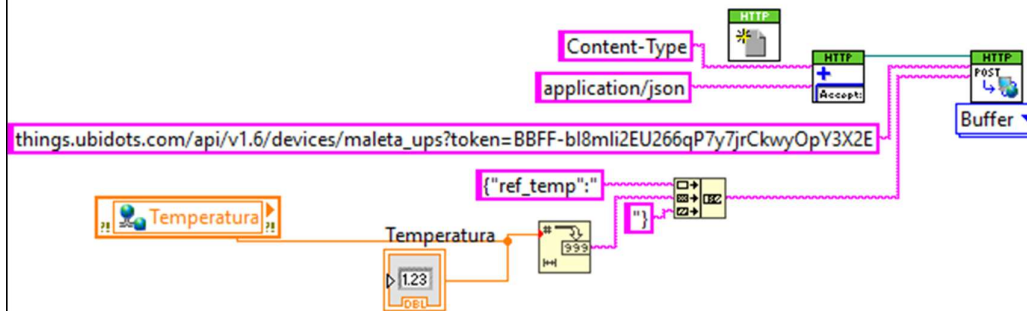


Figura 378. Enlace de variable global con la herramienta de publicación HTML con Ubidots en práctica 10

Luego se procede a agregar las demás variables globales con la herramienta como se muestra en la Figura 379.

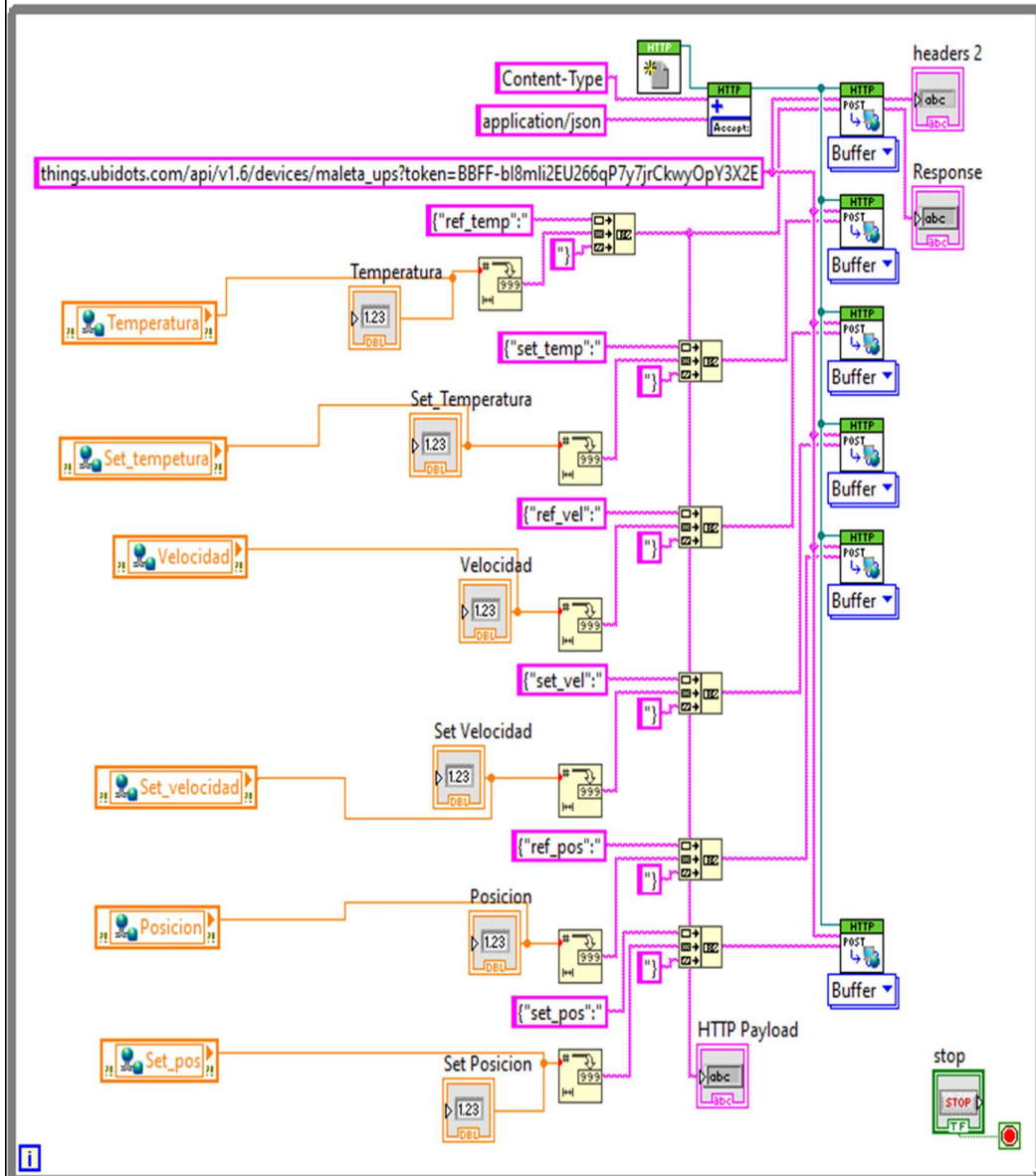


Figura 379. Enlace de variables globales con la herramienta de publicación HTML con Ubidots en práctica 10

Paso 59 Enlace de variables con plataforma

Posteriormente se procede a ejecutar el vi principal y el vi secundario como se muestra en la Figura 380 y 381.

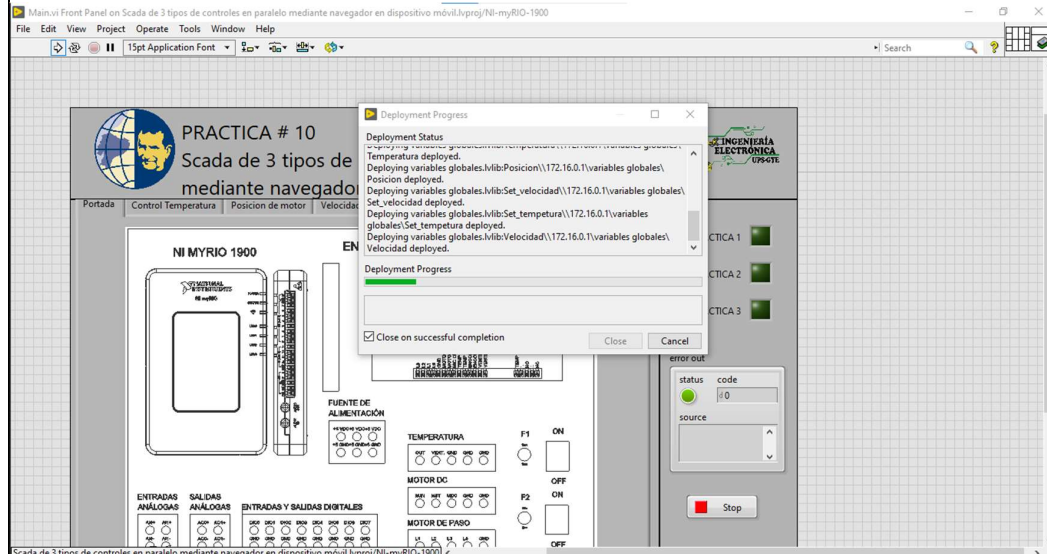


Figura 380. Ejecución del vi principal en práctica 10

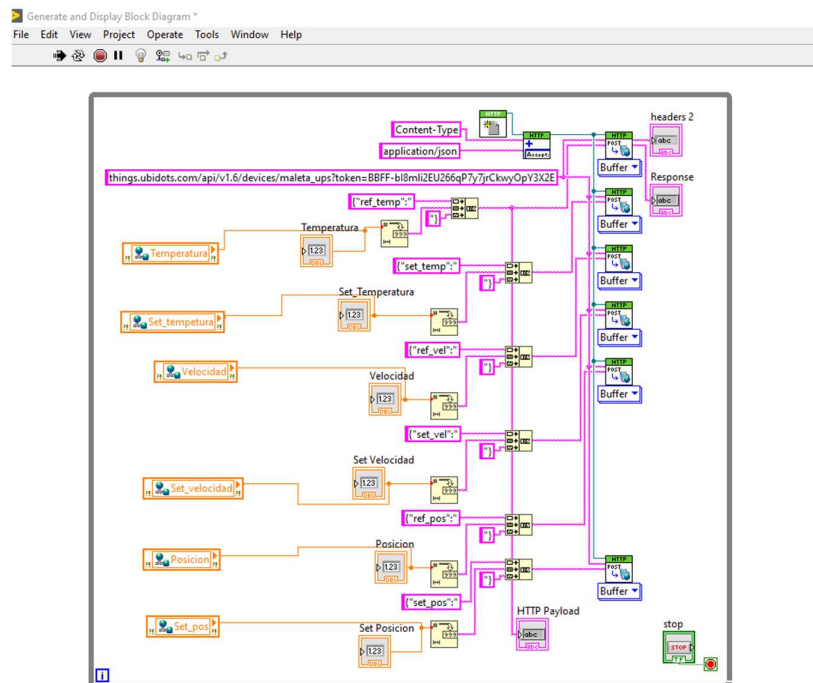


Figura 381. Ejecución del vi secundario en práctica 10

Paso 60 Visualización de variables en plataforma

Se muestra el SCADA implementado en la plataforma Ubidots y LabView con una tarjeta NI myRio en la Figura 382.

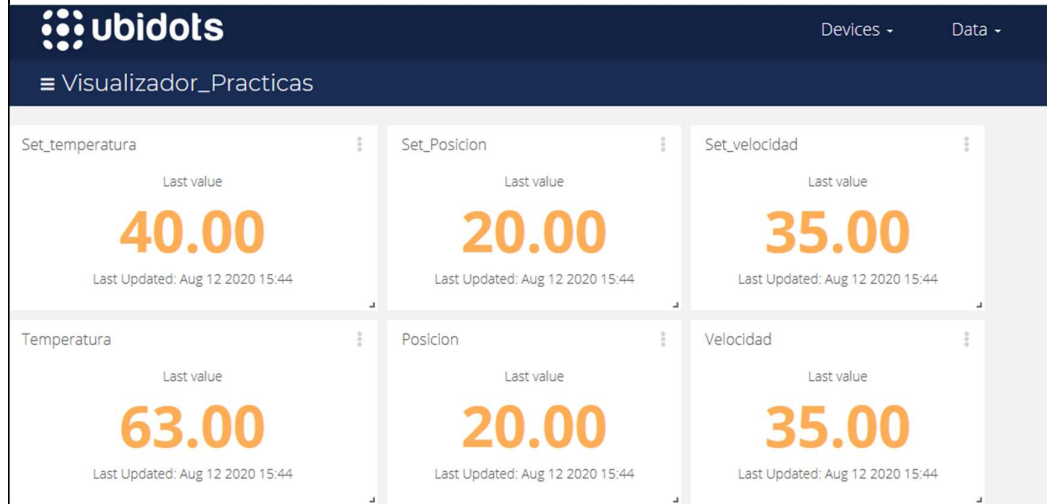


Figura 382. SCADA en Ubidots en práctica 10

En un dispositivo Android se procede a instalar el aplicativo en la playstore llamado Ubidots explorer como se muestra en la Figura 383.

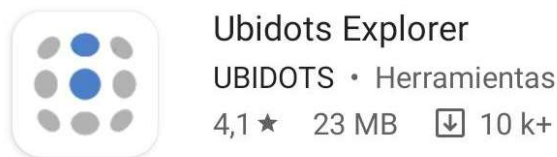


Figura 383. Aplicativo en Android en práctica 10

En la Figura 384 se muestra el dashboard del aplicativo en el dispositivo móvil.



Figura 384. Visualización en aplicativo en Android en práctica 10

CONCLUSIONES:

- La comunicación con la plataforma para la visualización de los valores de temperatura, posición y velocidad ocurren en tiempo real cada vez que ocurra un cambio en la variable.
- Se comprendido el funcionamiento de la tarjeta modos de conexión y configuración
- Lograr el entendimiento del uso del primer método de ziegler nichols

RESULTADOS:

- Al momento de la ejecución con la tarjeta myRio y la EPC se logró comprender el uso discreto de señales analógicas con voltajes de 0 a 5 voltios.
- Se logra el control de la EPC (foco dicroico) mediante el software LabView
- Se acondiciona la señal de un sensor LM35 de un valor en voltaje a grados Celsius.

RESULTADOS

El desarrollo de dos bancos de pruebas mediante el uso de un controlador fpga NI myRIO 1900 y complementado con un entrenador de procesos de control EPC mediante un manual de prácticas en controles convencionales PID están destinado a ser utilizados en las diferentes materias que se incluyan en manejo de sistemas lineales y no lineales, SCADAs, internet de las cosas utilizando supervisión remota y materias impartidas en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Se planteo un modelo el cual facilitará el montaje de prácticas PID mediante la conexión de las diferentes prácticas teniendo elementos tales como sensores, actuadores y controlador lógico de manera eficiente.

Mediante las pruebas hechas se tuvo una supervisión mediante la plataforma IoT Ubidots teniendo como red inalámbrica la que crea el equipo.

Se hizo la entrega de los equipos, en este caso de los módulos didacticos, y accesorios del mismo, un módulo completamente funcional para ser utilizado en las clases que se impartan en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

CONCLUSIONES

- Para el desarrollo del proyecto se usó el software LabView 2019 myRio Toolkit con el cual se puede configurar y programar diferentes tarjetas de adquisición de datos de la familia de National Instrument , trabajar con este software es útil para el estudiante y es un programa el cual consta con una licencia activa en la universidad.
- Se diseño e implemento un prototipo el cual sea capaz de realizar las prácticas propuestas sin ningún problema.
- La comunicación inalámbrica que posee la myRio ayuda a poder realizar la compilación y carga del programa de manera remota sin tener la necesidad de un cable conectado al computador.
- La red inalámbrica no tiene límite de conexión respecto a la cantidad de usuario conectados a la red.
- Se realizaron acondicionamiento de señales de los sensores que posee el dispositivo .

RECOMENDACIONES

- Revisar que el estado del maletín antes de realizar una práctica.
- Revisar el estado de la red inalámbrica del myRio de manera que no tenga ninguna interferencia externa como redes con el mismo nombre.
- El prototipo implementado tiene un controlador robusto el cual permite agregar sistemas de control de mayor complejidad como una actualización futura.
- Se recomienda tener un conocimiento básico en LabView.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

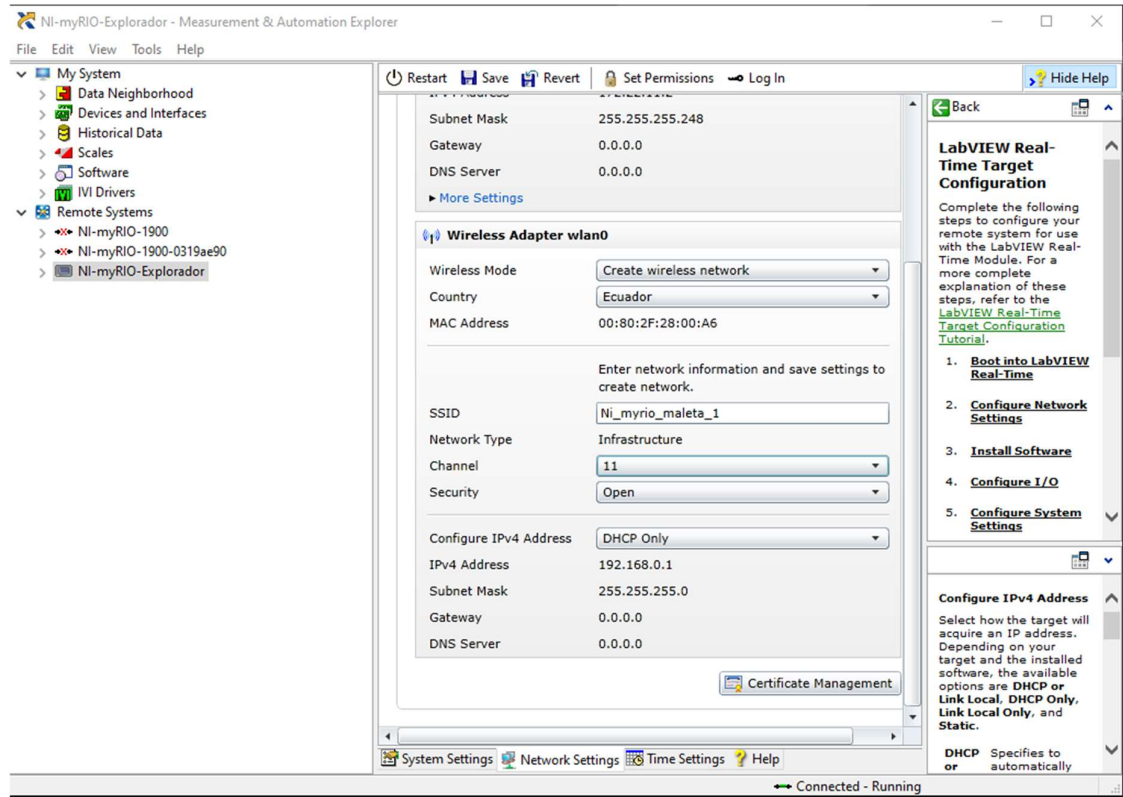
- Abm-industrial. (2017). *abm-industrial*. Obtenido de abm-industrial: <http://www.abm-industrial.com/2013/02/08/que-es-un-encoder-absoluto/>
- Adafruit. (2018). *Adafruit*. (Adafruit) Obtenido de <https://www.adafruit.com/product/3328>
- Analog Dialogue. (2012). *Analog Dialogue*. Obtenido de <https://www.analog.com/en/analog-dialogue.html>
- Arguero Tello, J. D. (feb de 2020). <https://dspace.ups.edu.ec/>. Obtenido de Ups: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18575>
- Astrom, K. J. (1995). *PID Controllers: Theory, Design and Tuning*. ISA; Edición: Second Edition.
- Avelectronic. (2018). *Avelectronic*. (Avelectronic) Obtenido de <https://avelectronics.cc/producto/convertidor-de-nivel-logico-i2c-bidireccional/>
- Boris Joel Carriel Montoya, O. I. (marzo de 2015). *Diseno de un banco de pruebas neumatico*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec:https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10265/1/UPS-GT001294.pdf>
- Carpio, D. (agosto de 2018). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado*. Obtenido de Diseño e implementación de un control PID con ganancias programadas utilizando un sistema embebido launchpad mps430 para planta balón y viga .: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16006>
- CENAM. (2018). *Centro Nacional de Metrología de México (CENAM)*. Obtenido de http://rcm.gov.co/images/2016/docs/Julie_Galindo_2016-07-15.pdf
- Course Hero. (2015). *Course Hero*. Obtenido de LabView LabView es un entorno de programación: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabView.pdf>
- Datalights. (2018). *EPC manual de usuario v3160404.pdf*. Obtenido de <https://www.datalights.com.ec/site2/images/EPC/EPC%20manual%20de%20usuario%20v3160404.pdf>
- Demaquinasyherramientas. (2014). *Demaquinasyherramientas.com*. Obtenido de Demaquinasyherramientas.com: <https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/encoder-tipos>
- Digital, M. (s.f.). *Efecto Peltier*. Obtenido de <http://www.mundodigital.net/que-es-el-efecto-peltier/>
- Drok. (2017). *DROK*. Obtenido de <https://www.droking.com/>
- Ecured. (2015). *Termómetros digitales*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Term%C3%B3metros_digitales
- Fluke. (s.f.). *Fluke*. (Calibradores de termómetro de microbaño) Obtenido de <https://la.flukecal.com/products/process-calibration-tools/temperature-calibrators/dry-block-calibrators-and-micro-baths/cal>
- Fritzing. (2015). *Fritzing*. Obtenido de Fritzing: <http://fritzing.org/home/>
- García Tinoco, J. P. (2019). *Diseño e implementación de un sistema domótico ininterrumpido con iluminación, sistemas de vigilancia y automatización, sistemas de vigilancia y automatización de portones de ingreso utilizando control PID y LabView*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec:https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17070>
- Guemisa. (2018). *Principio de funcionamiento*. Obtenido de ENCODER INCREMENTAL: <http://www.guemisa.com/sicod/docus/ENCODER-TEC.pdf>
- Instrument, N. (2018). *National Instrument*. Obtenido de myRIO - Dispositivos Embebido para Estudiantes: <https://www.ni.com/es-cr/shop/select/myrio-student-embedded-device>
- Jara Loaiza William, C. A. (2019). *Repotenciación de la plataforma inercial del laboratorio de control automático utilizando controladores PID y fuzzy a través de*

- matlab/simulink*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17920>
- Jefferson, A. P. (2009). *Escuela de Formacion de tecnólogos*. Obtenido de Control inteligente de temperatura de un departamento prototipo por ventilacion natural: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1238/1/CD-2644.pdf>
- LabView. (2018). *National instrument*. Obtenido de ni.com: <https://www.ni.com/es-cr/shop/LabView/LabView-details.html>
- LIBRE, H. (2018). *HARDWARE LIBRE*. Obtenido de HARDWARE LIBRE:
<https://www.hwlibre.com/LM35/>
- Manuel Baltieri, C. L. (Marzo de 2018). <http://dx.doi.org/10.1101/284562>. Obtenido de University of Sussex:
<https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2018/03/19/284562.full.pdf>
- Mecafenix. (17 de Abril de 2017). *La enciclopedia de la ingeniería*. Obtenido de Ingeniería Mecafenix: <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>
- Metrosens. (s.f.). *Metrosens S.a*. Obtenido de
<http://www.metrosens.com.ec/ecuador/caracterizacion.html>
- meyca, M. (s.f.). *Mediciones meyca*. (Meyca) Obtenido de
http://www.medicionesmeyca.com/?page_id=79
- MSP430. (Septiembre de 2014). *MSP430 LaunchPad Value Line Development kit*. Obtenido de <http://www.ti.com/tool/MSP-EXP430G2>
- Nicolas Goilav, G. L. (2018). *Arduino Aprender a desarrollar objetos inteligentes*. EEUU: Eni ediciones.
- Nolla, X. (2019). (Instrumentos WIKA S.A.) Obtenido de
<https://www.bloginstrumentacion.com/productos/como-funciona-un-transmisor-de-presion/>
- Products, C. (2015). *Marsh-Bellofram*. Obtenido de <http://www.cpinc.com/bellofram-t1000.html>
- profesionalreview. (2018). *profesional review*. Obtenido de
<https://www.profesionalreview.com/2018/10/16/que-celula-peltier/>
- Radio-electronics. (2016). *Solid State Relays*. Obtenido de
physics.unlv.edu/~bill/PHYS483/ssr.pdf
- Raspberrypi. (2019). *Raspberrypi*. (Raspberrypi) Obtenido de
<https://www.raspberrypi.org/>
- Rivas F. Dario, C. A. (2013). AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CARACTERIZACIÓN. *UNIVERSIDAD DE LA SALLE PROGRAMA DE INGENIERÍA EN AUTOMATIZACIÓN*, 111. Obtenido de
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22253/T45.13%20R116a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- RONCANCIO H., V. H. (2001). *Una Introducción a LabView*. Obtenido de Universidad Distrital "Francisco Jose de Caldas":
<http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/LabViewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf>
- sabelotodo. (2017). *Bimetalicapresion*. Obtenido de
<http://www.sabelotodo.org/automovil/bimetalicapresion.html>
- SANDOVAL ATIAJA, A. P. (2018). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL EN TIEMPO:
<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/9685/1/25T00330.pdf>
- Tcmetrologia. (30 de Junio de 2014). *Tcmetrologia*. Obtenido de Tcm:
<https://www.tcmetrologia.com/blog/calibracion-de-equipos-isotermos/>

- Valenzuela Cobos Alexandra, E. F. (marzo de 2019). *Diseño e implementación de módulos para prácticas de controladores PID convencionales*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado:
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17259>
- Wojciech Walendziuk, A. I. (2015). Evaluation of Pt100 Sensor Deflection Effect.
Department of Electrical Engineering, Bialystok University of Technology, 21, 4.
- Zambrano Mendoza, E. L., & Martillo Ayala, D. H. (Febrero de 2015). Diseño de aplicaciones de sistemas embebidos basados en tecnología Raspberry y Odroid-U3. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11409/1/UPS-GT001580.pdf>

ANEXOS

Anexo 1 Configuración de red inalámbrica en NI myRio



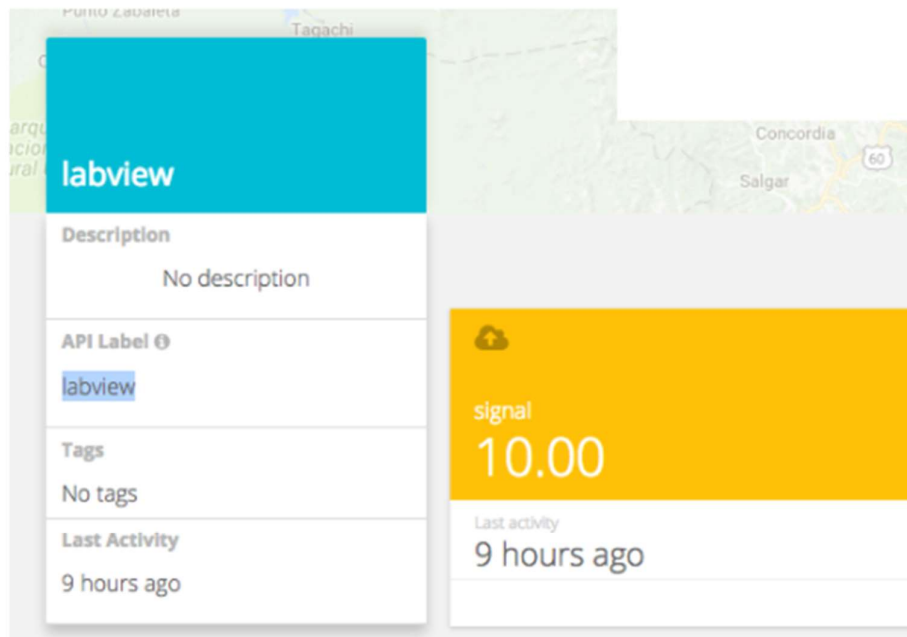
Anexo 2 Envió de valores a Ubidots

Envío de valores

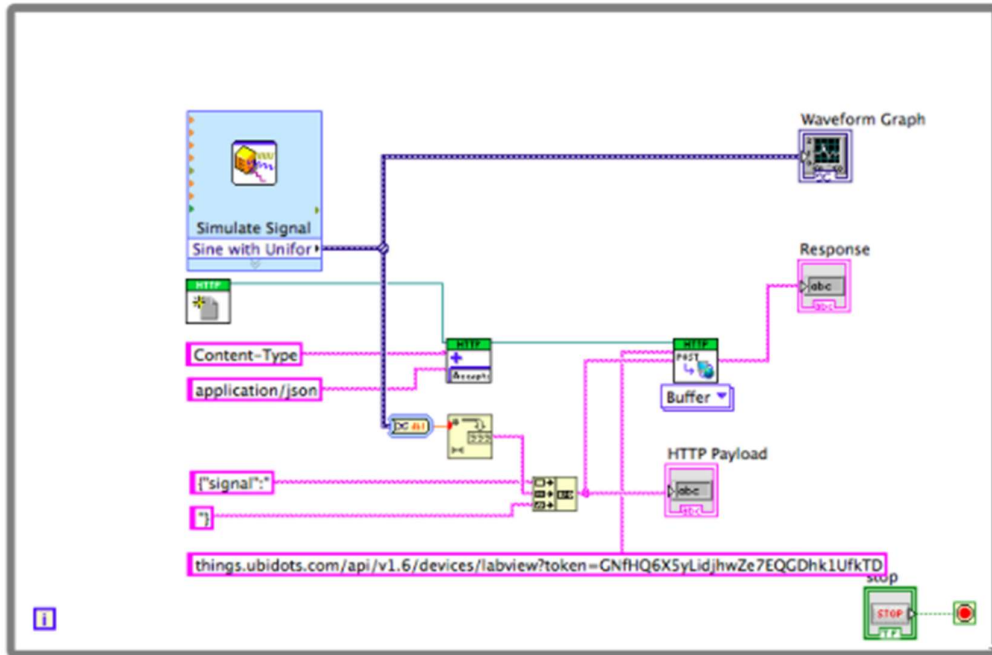
Usaremos un simulador de onda sinusoidal en LabVIEW y luego enviaremos sus datos a Ubidots haciendo una solicitud HTTP Post a esta URL:

```
https://things.ubidots.com/api/v1.6/devices/{DEVICE_LABEL}/?token={YOUR-TOKEN}
```

En este caso, la etiqueta del dispositivo será "labview", por lo que los datos aparecerán en Ubidots bajo un dispositivo llamado "labview":



Puede cambiar el nombre, pero no la etiqueta de la API, ya que es la identificación única que se utiliza para identificar el dispositivo en su cuenta. Aquí está la imagen del código fuente:



Así es como se ve la interfaz:

