

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA**

**“Implementación de un lazo de control PID utilizando la tarjeta
de adquisición de datos USB”**

POR:

PAREDES MONTESDEOCA LUCY JHOANA

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. **PAREDES MONTESDEOCA LUCY JHOANA**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

SR. ING. MARCO PILATASIG
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, 28 de Febrero del 2011

DEDICATORIA

Detrás de todo esfuerzo hay personas que siempre han estado contigo para alentarte a seguir adelante y lograr tus metas, dedico con cariño y amor a mis padres quiénes han sido el eje principal de mi vida pues con sus valores que han cultivado ha hecho de mi una mujer perseverante y capaz de lograr vencer los retos que me ha puesto la vida, el apoyo en todo sentido tanto económico y moral se ha visto plasmado en lo que hoy soy, enseñándome que el camino de la vida tiene únicamente dos opciones el bien y el mal y que cada uno de nosotros es responsable de elegir cuál es el que desea vivir.

De igual manera le dedico mi proyecto de grado a una persona muy especial que llevo a mi vida para llenarla de alegría y que se ha convertido en un complemento vital, gracias Fernando por todas la veces que has aconsejado ha sido muy importante para mí y tu confianza en las buenas y en las malas dándome animo y deseándome lo mejor para alcanzar la meta propuesta después de haber pasado por un camino lleno de obstáculos y problemas, hoy más que nunca estoy segura que la distancia no es impedimento para hacer sentir el gran apoyo y el deseo de superación a las personas que aprecias, de corazón gracias.

A mi querida hermana Lorena por su apoyo incondicional, quien con sus consejos me ayudad en muchas ocasiones en las cuales me veía rendida, su larga experiencia estudiantil ha sabido ser para mi objeto de ánimo para muchos de los momentos de mi vida en que iba a desmayar.

A todos mi gratitud infinita.

Jhoana Paredes

AGRADECIMIENTO

Muchas han sido las personas que de manera directa e indirecta me han ayudado en la realización de este proyecto de grado. Quiero dejar en constancia de todas ellas y agradecerles con sinceridad su participación.

Mi gratitud de corazón a Dios ser supremo que me ha acompañado en mi caminar y que siempre me ha iluminado para alcanzar las metas de mi vida.

De manera especial expreso mi agradecimiento al Ing. Marco Pilatasig mi director del proyecto de grado porque fue la persona que desde el principio de la realización del mismo me brindo su apoyo y cordialidad. Muchas gracias Ing. Marco por haber puesto todos los medios para que yo pudiera hacer mi proyecto, por sus conocimientos y tiempo invertidos en la dirección y corrección del mismo, por sus palabras de ánimo y por haber creído en mí desde el inicio hasta su culminación.

De igual manera al Ing. Pablo Pilatasig quiero agradecerle por todo el apoyo recibido por la buena predisposición que tuvo conmigo, por facilitarme el laboratorio y todos los materiales que ahí se encuentran durante la realización de mi proyecto.

Agradecer de corazón a mis padres y mi hermana por su apoyo económico y moral para culminar mi proyecto por la confianza puesta en mí por su cariño y ánimos en todo momento que lo necesite.

Es importante expresar mi agradecimiento a una persona especial en mi vida Fernando gracias por los momentos en los que me brindaste tus consejos y ánimos para culminar mi proyecto, por tu tiempo que invertiste en mí para apoyarme y continuar en el mismo.

Mil gracias a todos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	1
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. GENERAL	2
1.3.2. ESPECÍFICOS	2
1.4. ALCANCE	2

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Motor de corriente continua.....	4
2.1.2. Funcionamiento.....	6
2.1.3. Control de velocidad para motores de corriente continua	7
2.1.3.1. Control por Ancho de Pulso (PWM)	7
2.1.4. Sensor de efecto Hall.....	7
2.1.4.1. Aplicaciones de los sensores Hall	8
2.2. Introducción a instrumentación virtual	9
2.2.1. Labview	9
2.2.1.2. VIs	11
2.2.1.3. Sub VI	11
2.2.1.5. Diagrama de Bloques.....	13
2.2.1.6. El entorno LabVIEW	13
2.2.1.7. Paleta de Herramientas (Tools Palette):	15
2.2.1.8. Paleta de Controles (Controls Palette):	16
2.2.1.9. Paleta de Funciones (Functions Palette):.....	16
2.2.2. Función PID.....	17
2.3. Sistema de adquisición de datos.....	19
2.3.1. Puerto USB	19

2.3.2. Ventajas de las Tarjetas de Adquisición de Datos (DAQ)	20
2.4. Sistema de Control.....	20
2.4.1. Elementos Básicos de un Sistema de Control	21
2.5. Tipos de respuesta ante un estímulo de controladores.....	21
2.6. Tipos de Control.....	22
2.6.1. Control proporcional	22
2.6.2. Control integral	23
2.6.3. Control derivativo	24
2.6.4. Control proporcional integral derivativo	25
2.7. Métodos de Ajustes de Controladores PID	26
2.7.1. Métodos de lazo abierto	27
2.7.2. Métodos de lazo cerrado.....	27
2.7.3. Métodos de sintonización de lazo abierto	28
2.7.3.1 Métodos de Ziegler y Nichols	28
2.7.4. Métodos de sintonización de lazo cerrado	29
2.7.4.1 Métodos de Ziegler y Nichols	29

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES.....	31
3.2. Componentes para el Control PID.....	32
3.3. Conexiones del Módulo DTS3B	32
3.4. Programación en labview	36
3.4.1. Adquisición de datos	36
3.4.2. Elaboración del VI	38
3.5. Diseño y realización de las placas de los circuitos.....	49
3.6. Pruebas y análisis de resultados.....	54
3.7. Gastos Realizados	58
3.7.1 Costos Primarios	58
3.7.2 Costos Secundarios	58
3.7.3 Costo Total.....	59

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	60
4.2. Recomendaciones.....	62
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Parámetros de Ajuste PID	30
Tabla.3.1 Costos Primarios	58
Tabla.3.2 Costos Secundarios:	59
Tabla.3.3 Costo Total	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.2. 1 Representación de un motor cc.	4
Figura.2. 2 Partes de un motor cc.	6
Figura.2.3 Control de velocidad por ancho de pulso	7
Figura.2. 4 Panel	12
Figura.2. 5 Diagrama de Bloques	13
Figura.2. 6 Barra de Menus	13
Figura.2. 7 Paletas de Herramientas.....	15
Figura.2. 8 Paletas de Controles.....	16
Figura.2. 9 Paletas de Funciones.....	17
Figura.2.10 Función PID	18
Figura 2.11. Esquema general de un Sistema de Control.....	21
Figura 2.12. Tipos de Respuesta de controladores.....	22
Figura 2.13 Control proporcional	23
Figura 2.14 Control integral.....	23
Figura 2.15. Control derivativo	25
Figura.2.16. Estructura de un Control PID.....	26
Figura.2.17.Estructura del control a lazo abierto.....	27
Figura.2.18. Estructura del control realimentado (lazo cerrado.....	28
Figura.2.19. Estructura del control PID (lazo abierto).....	29
Figura.2.20 Estructura del control PID (lazo cerrado.....	30
Figura 3.1 Pantalla del Max de la tarjeta usb6009	36
Figura 3.2. Pantalla del MAX de la tarjeta usb6009	37
Figura 3.3. Test panel de la tarjeta usb6009	37
Figura 3.4. Señal de la tarjeta usb6009.....	38
Figura 3.5 Labview 8.6.....	39
Figura 3.6. Diagrama de bloques DAQ assistant	39
Figura 3.7. Como encontrar el DAQ assistant.....	40
Figura 3.8. Configuraciones del DAQ assistant.....	40
Figura 3.9. Configuraciones del DAQ assistant.....	41
Figura 3.10. Configuraciones del DAQ assistant	42

Figura 3.11. Configuraciones del connection diagram	42
Figura 3.12. VI del DAQ assistant	43
Figura 3.13. Waveform graph.....	43
Figura 3.14. Tone Measurement	44
Figura 3.15. Crear un indicador.....	44
Figura 3.16. Crear una variable local	45
Figura 3.17. Gráfico de la pendiente	45
Figura 3.18. Encontrar la frecuencia y la velocidad.....	47
Figura 3.19. Estructura Case.....	47
Figura 3.20. Estructura del PID VI.....	48
Figura 3.21. Estructura Case y uso del PID VI.....	49
Figura 3.22 Simulación de los circuitos en ISIS	50
Figura 3.23 Conexión de los dispositivos antes de rutear	51
Figura 3.24 Conexión de los dispositivos antes de rutear	51
Figura 3.25 Ventana para configuración de pistas	52
Figura 3.26 Elección del grosor de pistas	52
Figura 3.27 Ventana para enviar a rutear.....	53
Figura 3.28 Circuitos ruteados	53
Figura 3.29. Pruebas del control de velocidad PID	55
Figura 3.30. Pruebas del control de velocidad PID	55
Figura 3.31. Pruebas del control de velocidad PID	56
Figura 3.32. Pruebas del control de velocidad PID	56
Figura 3.33. Señal de salida oscilatoria.....	57
Figura.3.34. Pruebas del control de velocidad PID	58

ÍNDICE DE FOTOS

Foto1. Módulo DTS3B.....	33
Foto 2. Conexiones del Módulo DTS3B	33
Foto.3 Divisor de Voltaje	34
Foto.4. Conexión del transistor de potencia	34
Foto. 5. Conexiones finales con la USB6009	35
Foto.6. USB 6009 Conectada al puerto de la PC.....	35
Foto 7. Elaboración de las placas	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Guía de laboratorio de control de procesos.

Anexo B Características básicas de la tarjeta usb6009.

Anexo C Posibles fallas durante el control de velocidad PID del motor dc.

Anexo D Presentación del Panel Frontal

Anexo E. Anteproyecto

RESUMEN

El presente trabajo de graduación tiene como finalidad realizar el control PID de velocidad de un motor de corriente continua, con la ayuda de la tarjeta de adquisición de datos USB6009, para esto se utilizó el módulo DTS3B que contiene un motor de corriente continua con su respectivo sensor de efecto Hall, para tomar las muestras, similar a las funciones que realiza un encoder y posteriormente controlarlas desde el computador, con la ayuda del Software Labview.

Debido a que la tarjeta de adquisición de datos USB6009 puede ingresar señales con una amplitud máxima de 5Vdc y el sensor de efecto hall presenta una señal de salida con amplitud de 8Vdc, fue necesario realizar un circuito acondicionador de señal para acoplar el sensor con la tarjeta ya mencionada.

Mediante el software Labview, se realizó la adquisición de datos provenientes del sensor de efecto hall, y se presentó en un indicador gráfico para determinar la frecuencia de la señal, la misma que servirá para obtener las rpm reales del motor.

Labview cuenta con una función llamada PID.vi, la misma que sirve para realizar el control de velocidad del motor, la respuesta de esta función debe salir a través de la tarjeta USB6009, para ingresar a la base de un transistor el mismo que está conectado al motor dc.

ABSTRACT

This graduate work is intended to make the speed PID control of a DC motor, with the help of the data acquisition card USB6009, was used for this DTS3B module containing a DC motor with respective Hall effect sensor, for sampling, similar to the functions performed by an encoder and then computer controlled, with the help of Labview Software.

Because the data acquisition card USB6009 signals can enter with maximum amplitude of 5Vdc and the Hall effect sensor provides an output signal with an amplitude of 8Vdc was necessary to make a signal conditioning circuit for coupling the sensor with aforementioned card.

By Labview software, was carried out data acquisition from the Hall Effect sensor, and is presented in a graphical indicator to determine the frequency of the signal, it will serve to obtain the actual engine rpm.

Labview has a feature called PID.vi, it serves to make the motor speed control, the response of this function must exit through USB6009 card to enter the base of a transistor that is connected the same the dc motor.

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. ANTECEDENTES

Este proyecto de grado ha sido realizado minuciosamente después de observar que en el laboratorio de Instrumentación Virtual existen 2 tarjetas de adquisición de datos para la realización de las prácticas, esto impide que se pueda tener un aprendizaje completo de los conocimientos que previamente son analizados, además no abastece para el número de estudiantes existentes en cada nivel lo que dificulta al docente hacer prácticas de la materia.

Las tarjetas de adquisición de datos actualmente existentes en el mercado son con puertos USB con mejores características como por ejemplo se puede adaptar a cualquier computador, fácil instalación, tamaño pequeño, mayor velocidad de muestreo y una amplia gama de aplicaciones que se puede realizar con las tarjetas USB6009.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El aporte de éste proyecto de grado radica en incrementar el conocimiento de los estudiantes de sexto nivel de la carrera de Electrónica que será de mucha utilidad para su desarrollo profesional en el campo laboral. Estas tarjetas de adquisición de datos tienen como propósito realizar prácticas de adquisición de señales, controlar sus variables y monitorearlas a través de labview. Pues dentro de la Carrera de Electrónica es de vital importancia que en el Laboratorio de

Instrumentación Virtual tenga los equipos e instrumentos necesarios para realizar las prácticas sin ninguna limitación.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

- ✓ Implementar un lazo de control PID de velocidad para un motor de corriente continua mediante la tarjeta USB6009.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar las características y especificaciones de la tarjeta USB6009.
- ✓ Determinar las ventajas que presenta un control PID.
- ✓ Investigar sobre los métodos de sintonización PID.
- ✓ Determinar la forma de variar la velocidad de un motor de corriente continua.

1.4. ALCANCE

El presente proyecto está dirigido a los alumnos del sexto nivel de la carrera de Electrónica específicamente a la asignatura de Automatización y Control de Procesos, para que puedan experimentar las innumerables aplicaciones y por consiguiente obtener un mejor aprendizaje por parte de los alumnos como de los docentes. Este trabajo comprenderá el control PID de velocidad para un motor de corriente continua, con la tarjeta de Adquisición de Datos USB6009 mediante el módulo DTS3B y monitoreada por medio de labview en la cual se podrá

variar la velocidad por medio de la variación del ancho de pulso, conocido como señal PWM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Motor de corriente continua¹



Figura.2. 2 Representación de un motor cc.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_MotorCC.asp

Elaborado Por: Jhoana Paredes

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio. En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no produce movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

¹ http://www.unicrom.com/Tut_MotorCC.asp

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, paro y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua son utilizados en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motores, etc.). La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga.

Una máquina de corriente continua (generador o motor) se compone principalmente de dos partes, un estator que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas. También se construyen motores de CC con el rotor de imanes permanentes para aplicaciones especiales.

2.1.1. Cómo está compuesto el motor de corriente continua

En esta sección se analizará las partes que componen al motor de corriente continua. Principalmente, salvo modelos modificados, está compuesto por dos elementos:

- ✓ El estator, encargado del soporte
- ✓ El rotor, a donde llega la corriente

El estator tiene forma de cilindro y posee un hueco. En este hueco es donde están ubicados los polos que se nombro anteriormente. Ellos están ubicados sobre un núcleo de hierro. El rotor, por otra parte, también tiene forma de cilindro, también tiene su núcleo y un par de escobillas se encarga de enviarle la corriente.



Figura.2. 2 Partes de un motor cc.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_MotorCC.asp

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.1.2. Funcionamiento

Según la Ley de Lorentz el funcionamiento del motor de corriente continua se basa. “Si una corriente eléctrica pasa por un conductor que se sumerge en un CM (campo magnético), el mismo es afectado por una fuerza que corre de manera perpendicular al campo magnético y a la corriente”.

Para que el rotor gire, el conductor no se tiene que ubicar dentro del eje de giro del rotor. En caso contrario, no girará. Si no está ubicado dentro, la fuerza se encargará de moverlo. No hay, normalmente, un solo conductor en el rotor. Siempre se utilizan varios que están ubicados en distintas posiciones. Cuando el rotor va girando, va activando corrientes en los distintos conductores.

El rotor de un motor de corriente continua girará para diferentes lados de acuerdo al sentido de las corrientes que circulan por los devanados. Para hacer girar al rotor en el sentido contrario se tiene que invertir el campo magnético.

2.1.3. Control de velocidad para motores de corriente continua

2.1.3.1. Control por Ancho de Pulso (PWM)

La Regulación por Ancho de Pulso de un motor de CC está basada en el hecho de que si se recorta la CC de alimentación en forma de una onda cuadrada, la energía que recibe el motor disminuirá de manera proporcional a la relación entre la parte alta (habilita corriente) y baja (cero corriente) del ciclo de la onda cuadrada. Al controlar esta relación se logra variar la velocidad del motor de una manera bastante aceptable.

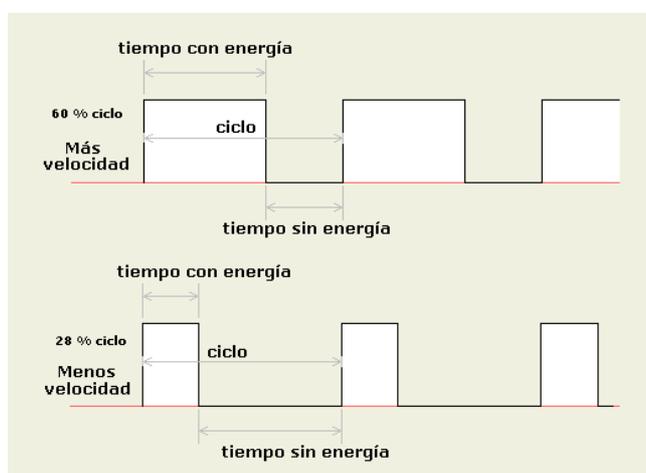


Figura.2.3 Control de velocidad por ancho de pulso

Fuente: http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_ControlAncho.htm

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.1.4. Sensor de efecto Hall

Según Edwin Herbert Hall “El sensor de efecto Hall o simplemente sensor Hall o sonda Hall se sirve del efecto Hall para la medición de campos magnéticos o corrientes o para la determinación de la posición”.

Si fluye corriente por un sensor Hall y se aproxima a un campo magnético que fluye en dirección vertical al sensor, entonces el sensor crea un voltaje saliente proporcional al producto de la fuerza del campo magnético y de la corriente. Si se conoce el valor de la corriente, entonces se puede calcular la fuerza del campo magnético; si se crea el campo magnético por medio de

corriente que circula por una bobina o un conductor, entonces se puede medir el valor de la corriente en el conductor o bobina. Si tanto la fuerza del campo magnético como la corriente son conocidos, entonces se puede usar el sensor Hall como detector de metales.”

2.1.4.1. Aplicaciones de los sensores Hall

- Mediciones de campos magnéticos (Densidad de flujo magnético)
- Mediciones de corriente sin potencial (Sensor de corriente)
- Emisor de señales sin contacto
- Aparatos de medida del espesor de materiales

Como sensor de posición o detector para componentes magnéticos los sensores Hall son especialmente ventajosos si la variación del campo magnético es comparativamente lenta o nula. En estos casos el inductor usado como sensor no provee un voltaje de inducción relevante. En la industria del automóvil el sensor Hall se utiliza de forma frecuente, ej. en sensores de posición del cigüeñal (CKP) en el cierre del cinturón de seguridad, en sistemas de cierres de puertas, para el reconocimiento de posición del pedal o del asiento, el cambio de transmisión y para el reconocimiento del momento de arranque del motor. La gran ventaja es la invariabilidad frente a suciedad (no magnética) y agua.

Además puede encontrarse este sensor en circuitos integrados, en impresoras láser donde controlan la sincronización del motor del espejo, en disqueteras de ordenador así como en motores de corriente continua sin escobillas, ej. En ventiladores de PC. Ha llegado a haber incluso teclados con sensores Hall bajo cada tecla. Los sensores Hall se utilizan en señales salientes análogas para campos magnéticos muy débiles (campo magnético terrestre), ej. Brújula en un sistema de navegación.

Como sensores de corriente se usan como bobinas, recorridas con una corriente por medir situadas en la separación del núcleo de hierro. Estos sensores de corriente se comercializan como componentes íntegros, son muy

rápidos, se pueden usar para la medición de corrientes continuas (a diferencia de los transformadores de corriente) y proveen una separación de potencial entre circuitos de rendimiento y la electrónica de control. Como sensor de reconocimiento de posición o tecla a distancia trabajan en conexión con imanes permanentes y disponen de un interruptor de límite integrado.

2.2. Introducción a instrumentación virtual²

La rápida adopción de la PC en los últimos 20 años generó una revolución en la instrumentación de ensayos, mediciones y automatización. Un importante desarrollo resultante de la ubicuidad de la PC es el concepto de Instrumentación Virtual, el cual ofrece variados beneficios a ingenieros y científicos que requieran mayor productividad, precisión y rendimiento.

Un instrumento virtual consiste de una computadora del tipo industrial, o una estación de trabajo, equipada con poderosos programas (software), hardware económico, tales como placas para insertar, y manejadores (drivers) que cumplen en conjunto, las funciones de instrumentos tradicionales.

Con los instrumentos virtuales, los ingenieros y científicos construyen sistemas de medición y automatización que se ajustan exactamente a sus necesidades (definidos por el usuario) en lugar de estar limitados por los instrumentos tradicionales de funciones fijas (definidos por el fabricante).

2.2.1. Labview

2.2.1.1. Introducción

Labview es el acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla.

² http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Labview constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de Labview se resumen en las siguientes:

- ✓ Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- ✓ Dota de gran flexibilidad al sistema, permite cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- ✓ Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- ✓ Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- ✓ El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- ✓ Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

Para el empleo de Labview no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos.

2.2.1.2. VIs

Los programas realizados en Labview se llaman instrumentos virtuales VIs, ya que tienen la apariencia de los instrumentos reales, sin embargo, poseen analogías con funciones provenientes de lenguajes de programación convencionales.

Las principales características de los VIs se pueden describir como:

Los VIs contienen una interface interactiva de usuario, la cual se llama panel frontal, ya que simula el panel de un instrumento físico. Se puede entrar datos con la ayuda del teclado o el ratón y tener una visualización de los resultados en la pantalla del computador. El Panel Frontal es la interface hombre-máquina de un VI.

Los VIs reciben instrucciones de un diagrama de bloques construido en lenguaje G el cual suministra una solución gráfica a un problema de programación. El diagrama de bloques es el código fuente de un VI.

Los VIs usan una estructura hereditaria y modular que permite realizar programas por niveles o hacer programas con otros programas o subprogramas.

2.2.1.3. Sub VI

Un VI contenido en otro VI es denominado subVI. Todo VI se puede convertir en subVI sin ningún tipo de cambio en su estructura. Con estas características Labview permite dividir un programa en una serie de tareas las cuales son divisibles nuevamente hasta que una aplicación complicada se convierte en una serie de subtareas simples.

Cada VI de Labview cuenta con dos interfaces: panel frontal y diagrama de bloques. Éstas cuentan con paletas que contienen los objetos necesarios para implementar y desarrollar tareas.

2.2.1.4 Panel frontal

Es la interface gráfica que simula el panel de un instrumento real, permite la entrada y salida de datos, puede contener pulsadores, perillas, botones, gráficos y en general controles e indicadores. Los controles son objetos que sirven para ingresar datos al programa y pueden ser manipulados por el usuario. Los controles son variables de entrada. Los indicadores sirven para presentar los resultados entregados por el programa y no pueden ser manipulados por el usuario. Los indicadores son variables de salida.

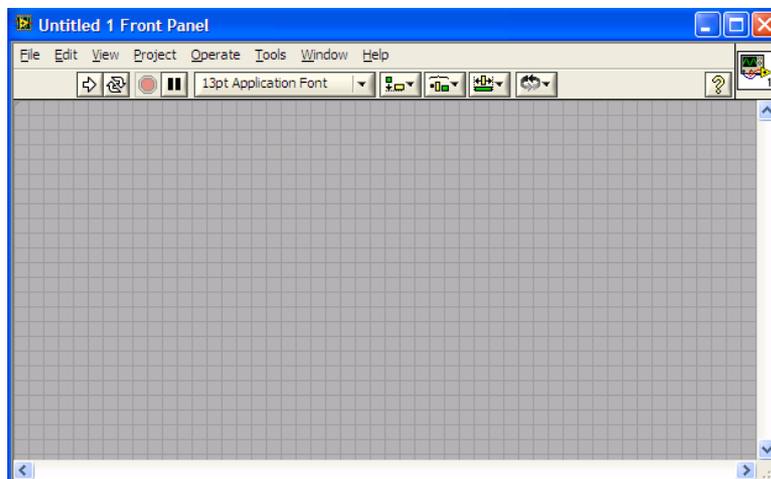


Figura.2. 4 Panel Frontal

Fuente: http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.2.1.5. Diagrama de Bloques

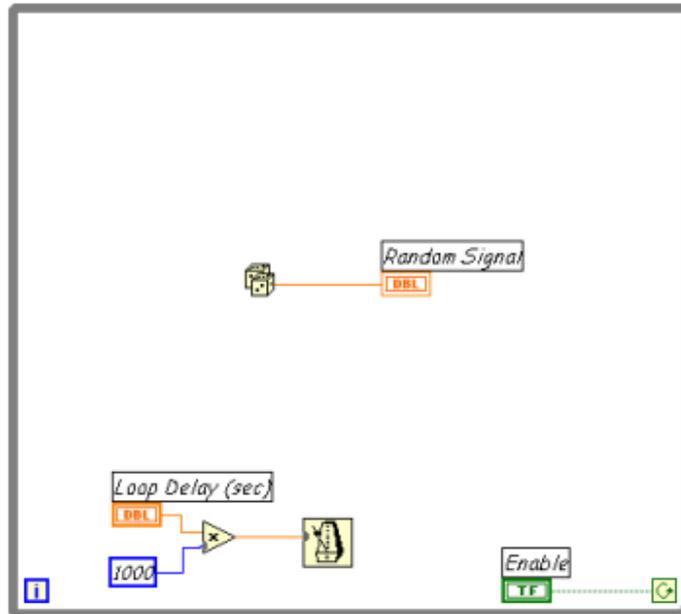


Figura.2. 5 Diagrama de Bloques

Fuente: http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.2.1.6. El entorno LabVIEW

Los elementos básicos en el entorno LabVIEW son los menús (en la parte superior de las ventanas del panel frontal y diagrama de bloques) la barra de herramientas y las paletas flotantes que se pueden colocar en cualquier parte de la pantalla.

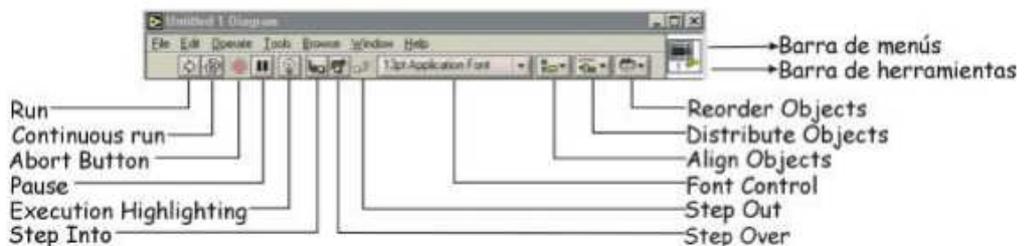


Figura.2. 6 Barra de Menus

Fuente: http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

En la barra de menús tenemos las siguientes opciones:

- ✓ **File:** Las opciones de este menú son para realizar las operaciones estándar con archivos como Abrir, Guardar, Imprimir, Salir.
- ✓ **Edit:** Operaciones de edición en el VI, como Cortar, Copiar, Pegar, Búsqueda...
- ✓ **Operate:** Control de la ejecución del archivo activo, como Ejecutar, Parar, Cambiar a Modo de Ejecución...
- ✓ **Tools:** Varias utilidades como Guía de Soluciones DAQ, Historial del VI...
- ✓ **Browse:** Menú para ver diversos aspectos del VI actual, como archivos que llaman al VI, los subVIs que utiliza este VI, Puntos de Ruptura...
- ✓ **Window:** Acceso y personalización de diferentes vistas del VI, como Ver Diagrama, Ver Lista de Errores, y opciones para las paletas y ventanas
- ✓ **Help:** Acceso a varios tipos de ayuda como Ayuda LV, ejemplos de VIs y enlaces a los recursos de ayuda de National Instruments en internet.
- ✓ **Run:** Ejecución del VI.
- ✓ **Continuous run:** Ejecución continuada del VI.
- ✓ **Abort Button:** Parada en mitad de la ejecución del VI.
- ✓ **Pause:** Parada momentánea en la ejecución del VI.
- ✓ **Execution Highlighting:** Esta opción se utiliza durante la depuración del VI para ver cómo fluyen los datos de nodo a nodo.
- ✓ **Step Into:** Ejecución paso a paso en la depuración que entra dentro de un diagrama de bloques de cualquier nodo (subVI, estructuras...) para ejecutarlo también paso a paso.
- ✓ **Step Over:** Ejecución paso a paso que ejecuta completamente un nodo sin entrar en él.
- ✓ **Step Out:** Salir de la ejecución paso a paso en el modo de depuración.
- ✓ **Font Control:** Menú desplegable para controlar las fuentes del VI.
- ✓ **Align Objects:** Menú desplegable para alinear componentes seleccionados en el panel frontal o diagrama de bloques.
- ✓ **Distribute Objects:** Menú desplegable para distribuir componentes seleccionados en el panel frontal o diagrama de bloques.

- ✓ **Reorder Objects:** Menú desplegable para reordenar componentes seleccionados en el panel frontal o diagrama de bloques.

2.2.1.7. Paleta de Herramientas (Tools Palette):

La paleta de herramientas está disponible tanto en el panel de control como en el diagrama de bloques para modificar sus contenidos. Se llama herramienta a un modo especial de operación del puntero del ratón. El cursor toma el aspecto del icono de la herramienta seleccionada en la paleta. Se utilizan las herramientas para operar y modificar los contenidos del panel de control y del diagrama de bloques. Al habilitarse la selección automática de herramienta, cuando se mueve el cursor sobre los diferentes objetos en el panel frontal o diagrama de bloques, LabVIEW selecciona automáticamente la herramienta correspondiente de la paleta. Cada icono de la paleta cambia el comportamiento del cursor en LabVIEW, con lo que se puede posicionar, operar y editar las diferentes tareas de los VIs.



Figura.2. 7 Paletas de Herramientas

Fuente: http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.2.1.8. Paleta de Controles (Controls Palette):

Para generar el panel frontal se colocan controles e indicadores de la paleta de controles. Cada icono representa una subpaleta, la cual contiene controles para colocar en el panel frontal. Un control es un objeto que utiliza el usuario para interactuar con el VI, introduciendo datos o controlando el proceso. Unos ejemplos sencillos de controles son los botones, controles deslizantes, diales, cuadros de texto. Un indicador es un objeto del panel frontal que muestra datos al usuario. Se pueden citar como ejemplos: gráficas, termómetros, medidores analógicos y digitales. Cuando se coloca un control o indicador en el panel frontal, automáticamente aparece un terminal en el diagrama de bloques.



Figura.2. 8 Paletas de Controles

Fuente: http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.2.1.9. Paleta de Funciones (Functions Palette):

Para construir el diagrama de bloques se usan los terminales generados en el panel de control por los controles e indicadores, y los VIs, funciones y estructuras de la paleta de funciones. Cada icono de la paleta representa una subpaleta, la cual contiene VIs y funciones para colocar en el diagrama de

bloques. Las estructuras, VIs y funciones (llamados en conjunto nodos) de la paleta de funciones proporcionan la funcionalidad al VI. Cuando se añaden nodos a un diagrama de bloques, se pueden conectar entre sí y a los terminales generados por los controles e indicadores del panel de control mediante la herramienta de conexión (Wiring Tool) de la paleta de herramientas. Al final, un diagrama de bloques completo se asemeja a un diagrama de flujo.



Figura.2. 9 Paletas de Funciones

Fuente: http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.2.2. Función PID

Contiene las siguientes funciones:

- Rango de salida.- especifica el rango para la salida de control. El rango por defecto es de -100 a 100.
- Setpoint.- el valor de setpoint, o valor deseado, de la variable de proceso que está siendo controlado.
- Variable de proceso.- especifica el valor medido de la variable de proceso que está siendo controlado. Este valor es igual al valor de realimentación del circuito de realimentación.

- Ganancias PID.- especifica la ganancia proporcional, tiempo integral, y los parámetros derivados de tiempo del controlador.

Ganancia proporcional (K_c) especifica la ganancia proporcional del controlador. El valor predeterminado es 1. En la ecuación que define el controlador PID, K_C representa la ganancia proporcional.

Tiempo integral (T_i , min) especifica el tiempo de acción integral en minutos. El valor por defecto es de 0,01.

Tiempo derivativo (T_d , min) especifica el tiempo derivado en cuestión de minutos. El valor predeterminado es 0.

- dt (s).- especifica el intervalo, en segundos, en la que este VI se llama. Si dt (s) es menor o igual a cero, este VI utiliza un temporizador interno con una resolución de un milisegundo. El valor predeterminado es -1.
- Reinicializar.- especifica si se debe reiniciar los parámetros internos, tales como el error integrado del controlador. El valor predeterminado es FALSO.
- Salida.- regresa a la salida de control del algoritmo PID, que se aplica al proceso controlado.
- dt salida (s) devuelve el intervalo de tiempo real en segundos. a dt salida (s) devuelve el valor de dt (s) o el intervalo calculado si se establece dt (s) a -1.

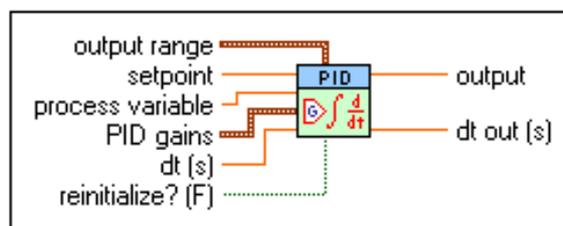


Figura.2.10 Función PID

Fuente: http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.3. Sistema de adquisición de datos³

Un sistema de adquisición de datos es un equipo que permite tomar señales físicas del entorno y convertirlas en datos que posteriormente se pueda procesar y presentar. A veces el sistema de adquisición es parte de un sistema de control, y por tanto la información recibida se procesa para obtener una serie de señales de control". El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

DAQ hardware son por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB, etc...) Los puertos es una forma genérica de denominar a una interfaz a través de la cual los diferentes tipos de datos se pueden enviar y recibir. Dicha interfaz puede ser de tipo físico, o puede ser a nivel de software (por ejemplo, los puertos que permiten la transmisión de datos entre diferentes ordenadores).

2.3.1. Puerto USB

Permite conectar hasta 127 dispositivos y ya es un estándar en los ordenadores de última generación. Pero ¿qué otras ventajas ofrece este puerto? Es totalmente Plug & Play, es decir, con sólo conectar el dispositivo y "en caliente" (con el ordenador ya encendido), el dispositivo es reconocido, e instalado, de manera inmediata. Sólo es necesario que el Sistema Operativo lleve incluido el correspondiente controlador o driver. Presenta una alta velocidad de transferencia en comparación con otro tipo de puertos. A través del cable USB no sólo se transfieren datos; además es posible alimentar dispositivos externos a través de él.

³ <http://uajfk2002.tripod.com/gm2/adquisicion-datos.pdf>

2.3.2. Ventajas de las Tarjetas de Adquisición de Datos (DAQ)

Flexibilidad de procesamiento, posibilidad de realizar las tareas en tiempo real o en análisis posteriores (a fin de analizar los posibles errores), gran capacidad de almacenamiento, rápido acceso a la información y toma de decisión, se adquieren gran cantidad de datos para analizar, posibilidad de emular una gran cantidad de dispositivos de medición y activar varios instrumentos al mismo tiempo, facilidad de automatización, etc. Se utiliza en la industria, la investigación científica, el control de máquinas y de producción, la detección de fallas y el control de calidad entre otras aplicaciones.

2.4. Sistema de Control⁴

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados.

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos:

1. Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos.
2. Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido. Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.
3. Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador.

⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control

2.4.1. Elementos Básicos de un Sistema de Control

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los siguientes:

- Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.
- Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.
- Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

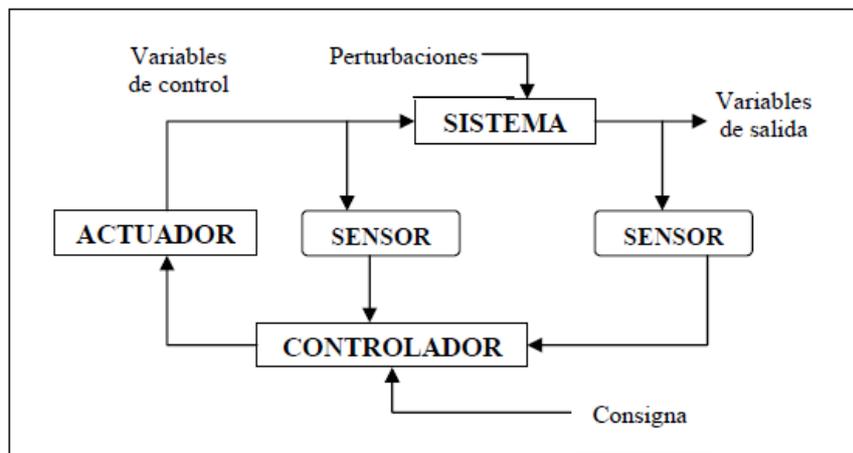


Figura 2.11. Esquema general de un Sistema de Control

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control

Elaborado por: Jhoana Paredes

2.5. Tipos de respuesta ante un estímulo de controladores

La carga de un sistema de control, es medida por medio del valor de la variable manipulada requerido por el proceso en cada instante, para obtener una condición balanceada.

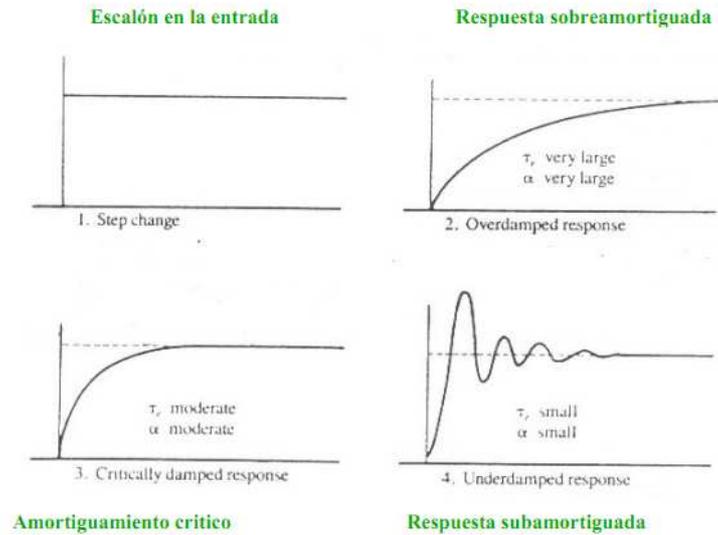


Figura 2.12. Tipos de Respuesta de controladores

Fuente: http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/instindustrial/teorico/080306-Instrumentos_caracteristicas_y_diagramas.pdf

Elaborado por: Jhoana Paredes

2.6. Tipos de Control⁵

2.6.1. Control proporcional

Si el amplificador operacional se usa como amplificador análogo de ganancia finita, su alta ganancia da lugar a que la entrada tenga que ser muy débil, casi nula, del orden de 0,2 mV. Para disminuir esta elevada ganancia es necesario realimentar la señal de salida a la entrada inversora V mediante una resistencia R, y como nos interesara que la señal de entrada tenga un valor distinto de cero, se añade al circuito otra resistencia R.

La fórmula del proporcional está dada por: $P_{sal} = K_p e(t)$

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

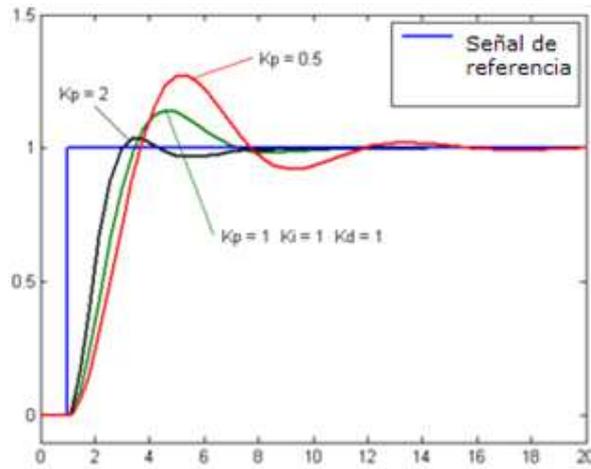


Figura 2.13. Control proporcional

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Proporcional.PNG>

Elaborado por: Jhoana Paredes

2.6.2. Control integral

La acción integral puede generarse en el amplificador operacional mediante un condensador conectado en serie con la línea de realimentación negativa y con una resistencia conectada en serie con el terminal inversor.

$$I_{sal} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

La fórmula del integral está dada por:

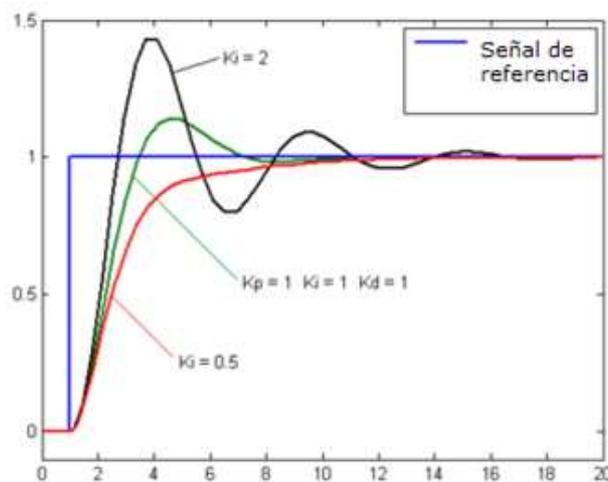


Figura 2.14. Control integral

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Integral.PNG>

Elaborado por: Jhoana Paredes

2.6.3. Control derivativo

La acción derivativa puede conseguirse colocando un condensador C a la entrada inversora y una resistencia R en paralelo entre la salida y la entrada inversora. El ajuste de la acción derivativa se obtiene transformando la resistencia R en un potenciómetro. Cuando la señal de error cambia rápidamente (debido a una variación rápida del punto de consigna o bien, de la variable, o quizá, provocado por señales con ruido), la señal de salida muy rápidamente tomando en el límite la forma de un pico. Este efecto es indeseable ya que puede perjudicar el control del proceso.

Se soluciona este inconveniente eliminando la acción derivativa cuando el instrumento capta una variación rápida de la señal de error. Se conecta un condensador C y una resistencia R en serie, en paralelo con la resistencia derivativa R. De este modo, con la impedancia de C es inversamente proporcional a la variación de tensión que se le aplica, un cambio rápido de tensión hará que el condensador se presente una baja impedancia a través de la resistencia derivativa R, con lo cual el tiempo de acción derivativa será necesariamente bajo, modificándose el valor derivativo ajustado, pero solo durante el instante de la variación rápida de la señal de error. Un interruptor conectado en paralelo con el condensador C, permite, en la posición de conexión, eliminar la acción derivativa cuando así se desee.

La fórmula del derivativo está dada por: $D_{\text{sal}} = K_d \frac{de}{dt}$

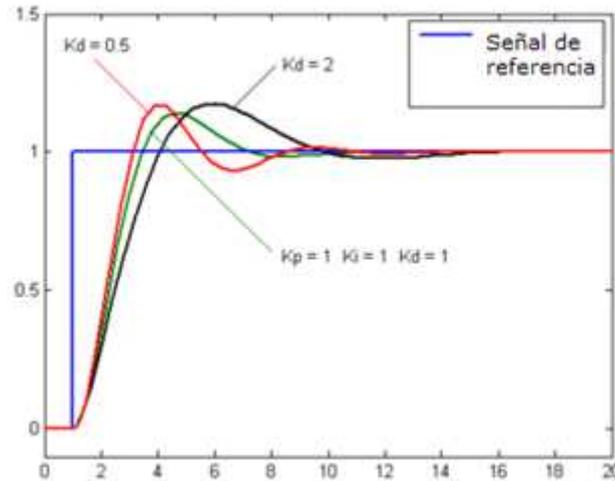


Figura 2.15. Control derivativo

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Derivativo.PNG>

Elaborado por: Jhoana Paredes

2.6.4. Control proporcional integral derivativo

La unión en un circuito de los 3 controladores descritos anteriormente da lugar a un instrumento electrónico proporcional + integral + derivativo. El circuito simplificado consiste en un módulo proporcional más integral donde se fija la ganancia o banda proporcional, se amplifica la desviación entre la variable y el punto de consigna, se fija el valor del punto de consigna y se selecciona la acción directa o la inversa del controlador y un módulo de acción derivada modificada donde se encuentra el potenciómetro de acción derivada.

La salida de estos tres términos, el proporcional, el integral, y el derivativo son sumados para calcular la salida del controlador PID. Definiendo $u(t)$ como la salida del controlador, la forma final del algoritmo del PID es:

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt}$$

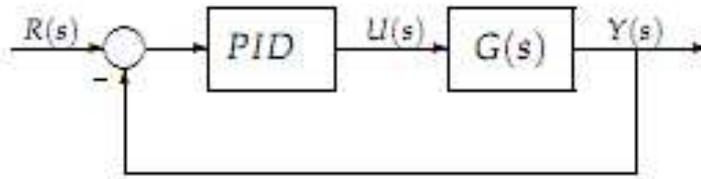


Figura.2.16. Estructura de un Control PID

Fuente: <http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.7. Métodos de Ajustes de Controladores PID

La sintonización de los controladores Proporcional- Integral - Derivativo o simplemente controladores PID, consiste en la determinación del ajuste de sus parámetros (K_c , T_i , T_d), para lograr un comportamiento del sistema de control aceptable y robusto de conformidad con algún criterio de desempeño establecido.

Para poder realizar la sintonización de los controladores, primero debe identificarse la dinámica del proceso, y a partir de esta determinar los parámetros del controlador utilizando el método de sintonización seleccionado. Antes de revisar algunas de las técnicas de sintonización disponibles, se establecerán los diferentes tipos de funcionamiento que pueden presentarse en un lazo de control realimentado, en el cual hay dos entradas el valor deseado $r(t)$ y la perturbación $z(t)$ y una salida la señal realimentada $y(t)$.

Es importante, entonces, determinar los requisitos de funcionamiento del lazo de control para seleccionar el procedimiento de sintonización adecuado.

Se restringirá la presentación de los métodos de sintonización y de los resultados de la comparación, a aquellos desarrollados para los controladores PID que operan como reguladores y utilizan un modelo del proceso. En particular, nos referiremos a los siguientes métodos por ser los más empleados:

- Ziegler y Nichols
- Cohen y Coon
- López et al.
- Kaya y Sheib
- Sung et al.

El desarrollo de los métodos de sintonización ha sido extenso desde que Ziegler y Nichols propusieron su procedimiento en 1942. Normalmente, se dividen en métodos de lazo abierto y métodos de lazo cerrado.

2.7.1. Métodos de lazo abierto

El controlador cuando está instalado operará manualmente. Produciendo un cambio escalón a la salida del controlador se obtiene la curva de reacción del proceso, a partir de la cual se identifica un modelo para el mismo, usualmente de primer orden más tiempo muerto. Este modelo es la base para la determinación de los parámetros del controlador.

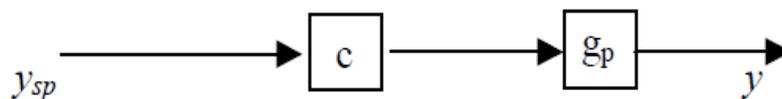


Figura.2.17. Estructura del control a lazo abierto

Fuente: <http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.7.2. Métodos de lazo cerrado

El controlador opera automáticamente produciendo un cambio en el valor deseado se obtiene información del comportamiento dinámico del sistema para

identificar un modelo de orden reducido para el proceso, o de las características de la oscilación sostenida del mismo, para utilizarla en el cálculo de los parámetros del controlador.

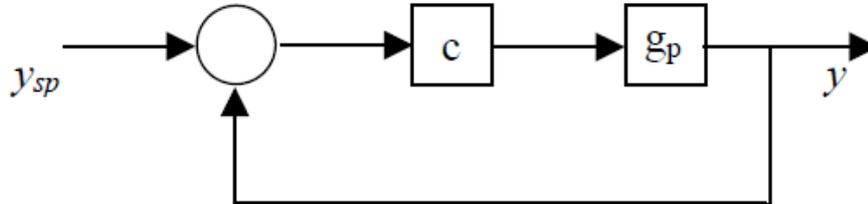


Figura.2.18. Estructura del control realimentado (lazo cerrado)

Fuente: <http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.7.3. Métodos de sintonización de lazo abierto

2.7.3.1 Métodos de Ziegler y Nichols

El primer procedimiento sistematizado para el cálculo de los parámetros de un controlador PID fue desarrollado por Ziegler y Nichols. El criterio de desempeño que seleccionaron fue el de un decaimiento de 1/4, o sea que el error decae en la cuarta parte de un periodo de oscilación. Las ecuaciones fueron determinadas de forma empírica a partir de pruebas realizadas en el laboratorio con diferentes procesos, y están basadas en un modelo de primer orden mas tiempo muerto identificado por el método de la tangente, para un funcionamiento del lazo de control como regulador con un controlador PID-Ideal.

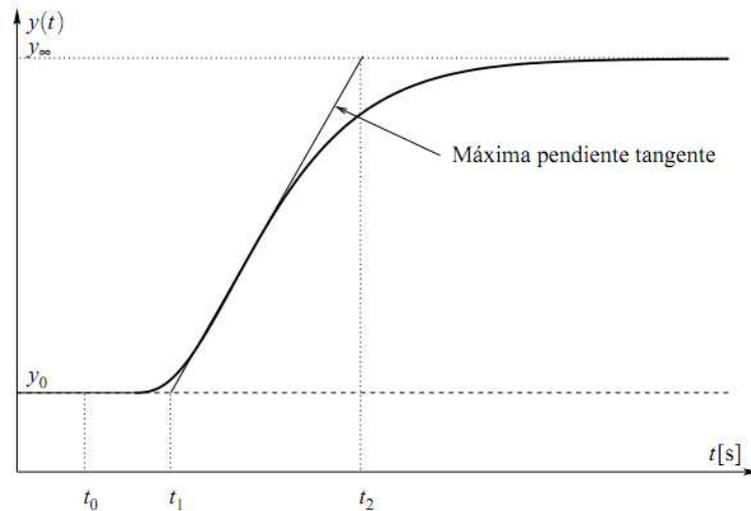


Figura.2.19. Estructura del control PID (lazo abierto)

Fuente: <http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>

Elaborado Por: Jhoana Paredes

2.7.4. Métodos de sintonización de lazo cerrado

2.7.4.1 Métodos de Ziegler y Nichols

Al igual que sucedió con los procedimientos de sintonización basados en la curva de reacción del proceso, el primer procedimiento de sintonización basado en una prueba de lazo cerrado fue propuesto por Ziegler y Nichols, quienes presentaron ambos procedimientos en la misma publicación. Utilizando un controlador puramente proporcional y mediante un proceso interactivo, el procedimiento requiere aumentar paulatinamente la ganancia del mismo hasta lograr que el sistema entre en una oscilación sostenida ante un cambio del escalón en el valor deseado. La ganancia en este punto es la ganancia última K_{cu} y el periodo de la oscilación, el periodo último T_u . Para el ajuste proporcional se selecciona como se indicó, el decaimiento de 1/4 como un compromiso entre el error permanente y el decaimiento, y encontraron que la ganancia proporcional para un controlador P debería ser la mitad de la ganancia última.

Tabla 2.1. Parámetros de Ajuste PID

	K_p	T_i	T_d
P	$0,50K_c$		
PI	$0,45K_c$	$\frac{P_c}{1,2}$	
PID	$0,60K_c$	$0,5P_c$	$\frac{P_c}{8}$

Elaborado por: Jhoana Paredes

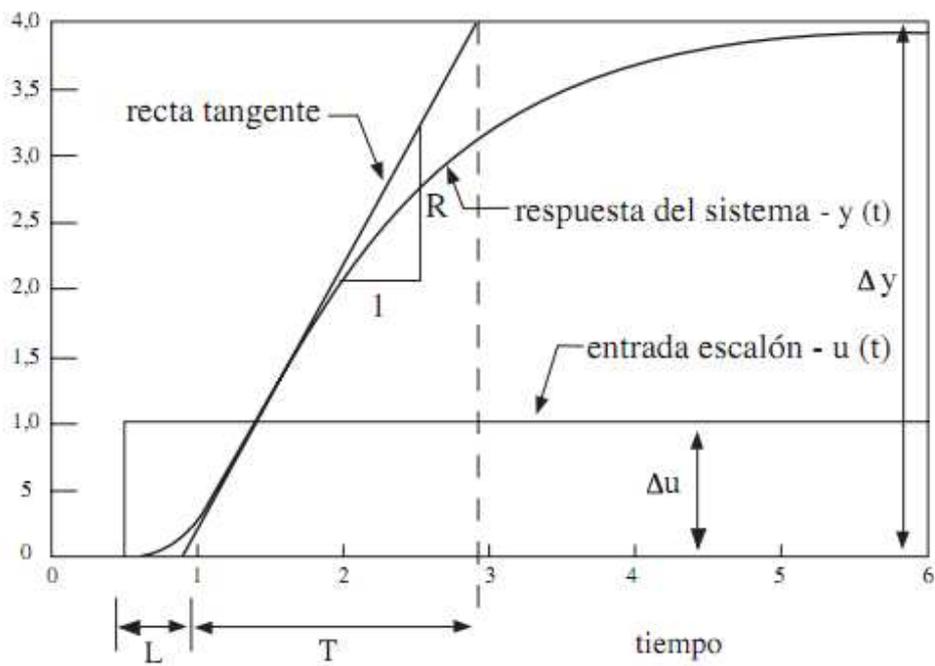


Figura.2.20. Estructura del control PID (lazo cerrado)

Fuente: <http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>

Elaborado Por: Jhoana Paredes

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES

En el presente capítulo se detalla paso a paso como se realizó el control PID de velocidad para un motor de corriente continua con la tarjeta de adquisición de datos USB6009 y el módulo DTS3B que contiene un motor de corriente continua con su respectivo sensor de efecto Hall, para tomar las muestras, similar a las funciones que realiza un encoder y posteriormente controlarlas desde el computador, con la ayuda del Software Labview.

Debido a que la tarjeta de adquisición de datos USB6009 puede ingresar señales con una amplitud máxima de 5Vdc y el sensor de efecto hall presenta una señal de salida con amplitud de 8Vdc, fue necesario realizar un circuito acondicionador de señal para acoplar el sensor con la tarjeta ya mencionada.

Mediante el software Labview, se realizó la adquisición de datos provenientes del sensor de efecto hall, y se presentó en un indicador gráfico para determinar la frecuencia de la señal, la misma que servirá para obtener las rpm reales del motor. Labview cuenta con una función llamada PID.vi, la misma que sirve para realizar el control de velocidad del motor, la respuesta de esta función debe salir a través de una salida analógica de la tarjeta USB6009, para ingresar a la base de un transistor el mismo que está conectado al motor dc.

3.2. Componentes para el Control PID

Los componentes utilizados en el control PID de velocidad de un motor de corriente continua fueron los siguientes:

- ✓ Módulo DTS3B (Degem System) el cual contiene un motor de corriente continua.
- ✓ Circuito acondicionar de señal.
- ✓ Tarjeta de adquisición de datos USB6009.

Software utilizado:

- ✓ Labview 8.6
- ✓ Proteus (ISIS, ARES)

3.3. Conexiones del Módulo DTS3B

El módulo DTS3B contiene un motor de corriente continua con su respectivo sensor de efecto Hall que toma las muestras similares a un encoder, un circuito operacional que amplifica las señales que envía el motor a través del sensor, y un comparador que envía las señales emitidas del motor con una señal de referencia y las compara.

- ✓ Conectar los terminales del motor del módulo DTS3B a la fuente de 12v.
- ✓ Conectar la salida del sensor de efecto hall a la entrada del amplificador operacional.
- ✓ La salida del amplificador operacional conectar a la entrada del comparador.
- ✓ Por último de la salida del amplificador se puede observar la señal del motor de una forma amplificada.



Foto1. Módulo DTS3B

Elaborado Por: Jhoana Paredes

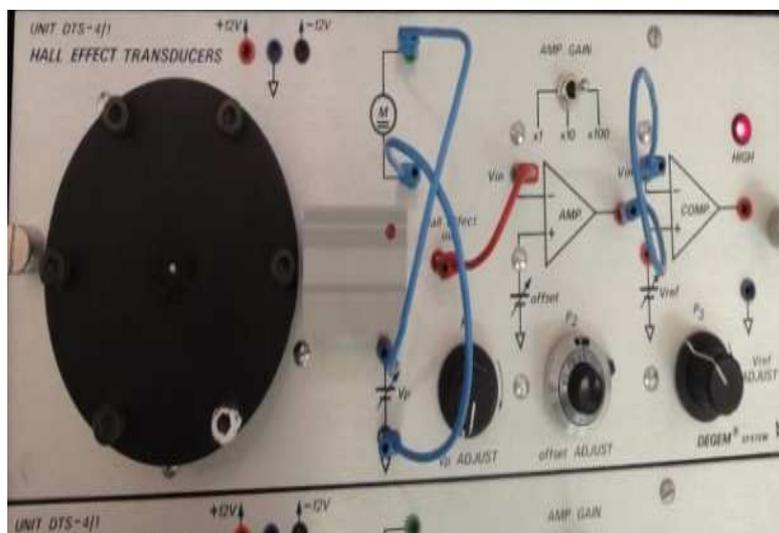


Foto 2. Conexiones del Módulo DTS3B

Elaborado Por: Jhoana Paredes

Debido a que la salida de voltaje de los sensores es de 0 a 8v y la tarjeta de adquisición de datos es de 5v se realizó un divisor de voltaje para reducir el

voltaje de salida y se procede a conectar la salida del comparador al divisor de voltaje como se observa en la Foto 3:

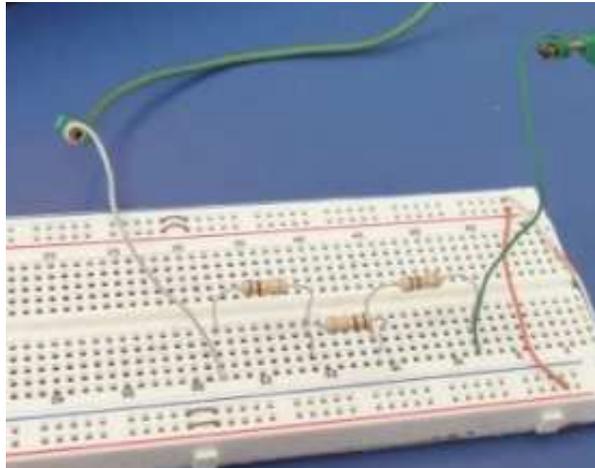


Foto.3 Divisor de Voltaje
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Para las salidas digitales de la tarjeta que fueron utilizadas en el proyecto se utilizó un transistor de potencia para abastecer la corriente que necesita el motor para girar. Se debe conectar la entrada del motor a 12v y el otro terminal al colector del transistor, el emisor se polariza a tierra al igual que el negativo de los 12v del motor. Las conexiones se muestran en la Foto 4.

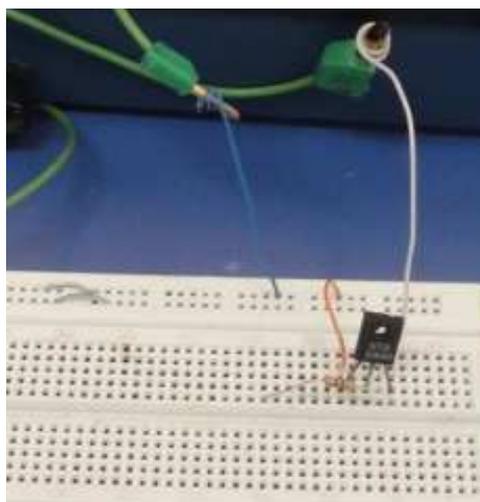


Foto.4. Conexión del transistor de potencia
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Las conexiones con la tarjeta de adquisición de datos USB6009 y los circuitos quedan como se muestran en la Foto 5.



Foto. 5. Conexiones finales con la USB6009
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Finalmente la tarjeta de adquisición de datos USB6009 es conectada al puerto USB de la computadora como se muestra en la Foto 6.

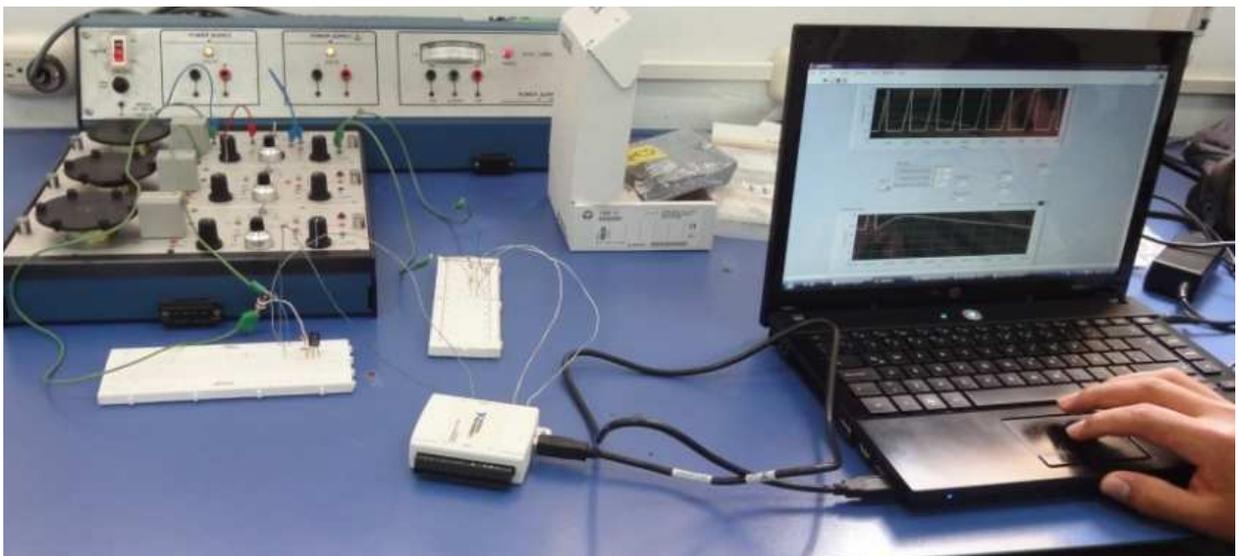


Foto.6. USB 6009 Conectada al puerto de la PC
Elaborado Por: Jhoana Paredes

3.4. Programación en labview

3.4.1. Adquisición de datos

Para adquirir la señal se conecta la tarjeta a la PC a través del Max y se comprueba la señal que se obtiene a través de la misma. En la Figura 3.1 se observa la pantalla del programa de la tarjeta cuando la PC ya haya reconocido el hardware.

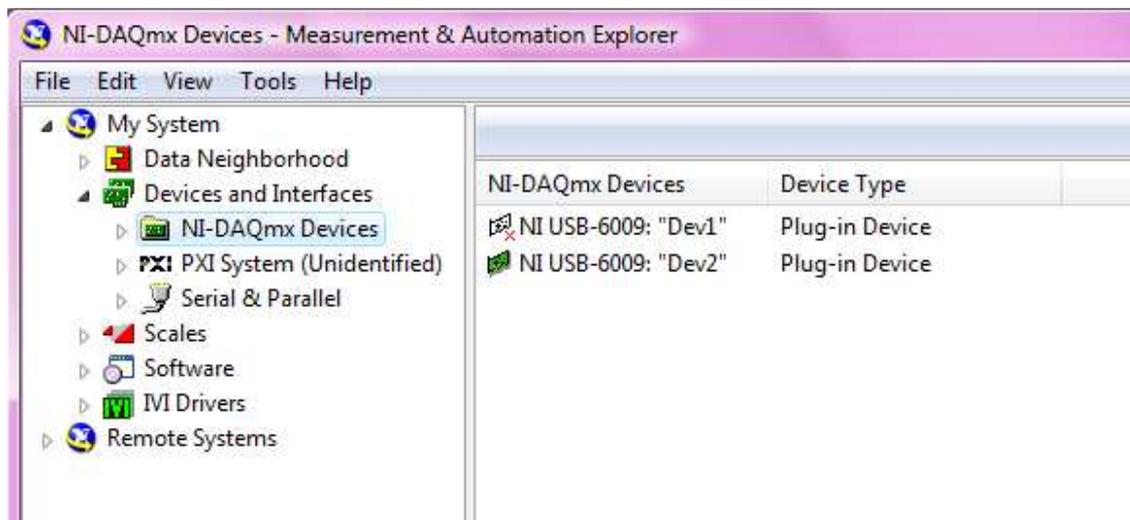


Figura 3.1. Pantalla del Max de la tarjeta usb6009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

Una vez reconocida la tarjeta usb6009 hacer clic en ella y en la parte superior se observa una barra de opciones hacer clic en la opción de test panel en la cual se despliega las propiedades de la tarjeta para modificar según la aplicación que se desee realizar.

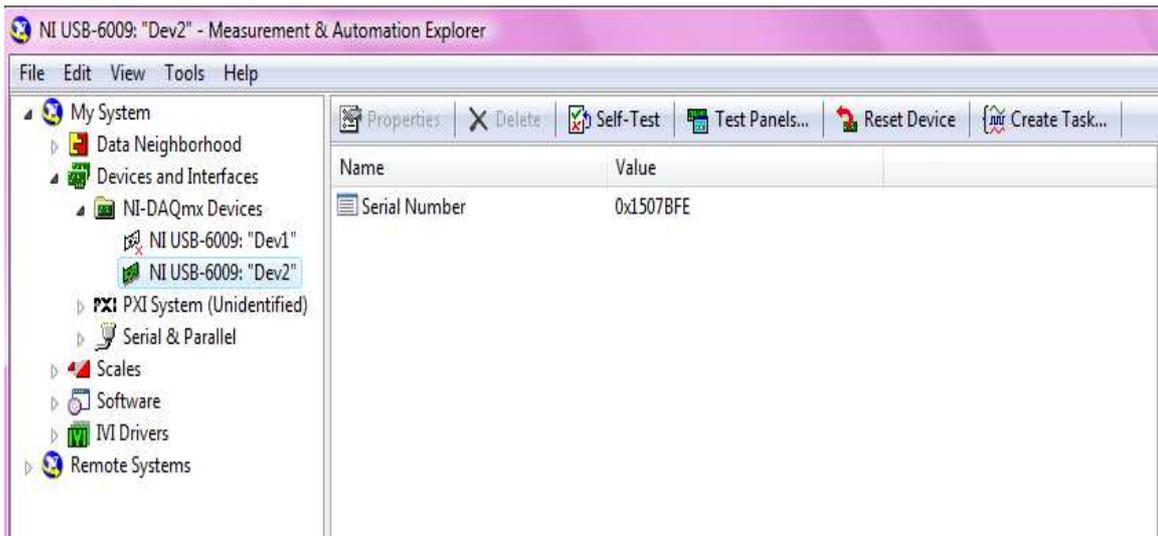


Figura 3.2. Pantalla del MAX de la tarjeta usb6009
Elaborado Por: Jhoana Paredes

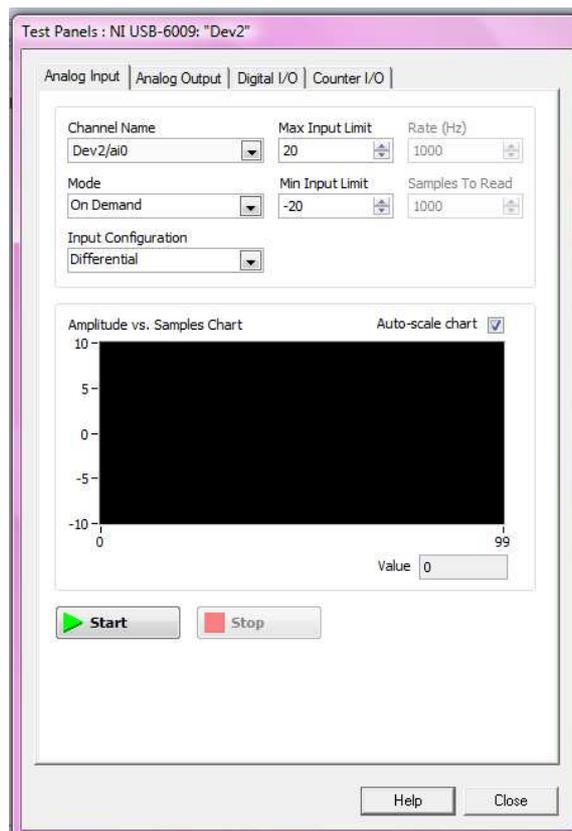


Figura 3.3. Test panel de la tarjeta usb6009
Elaborado Por: Jhoana Paredes

En el test panel existe en la parte superior una barra de opciones desplegable en las cuales se puede configurar entradas o salidas analógicas, entradas o salidas digitales, y contadores, en los que se realizan los cambios que se requiera según la aplicación, desde este panel se habilitan los puertos, que se van a utilizar en la tarjeta de adquisición de datos. Para verificar que la tarjeta adquiera los datos luego de realizar las configuraciones necesarias se procede a presionar la opción star para verificar la señal cuando todo está funcionando correctamente la gráfica es como la que se observa en la Figura 3.4.

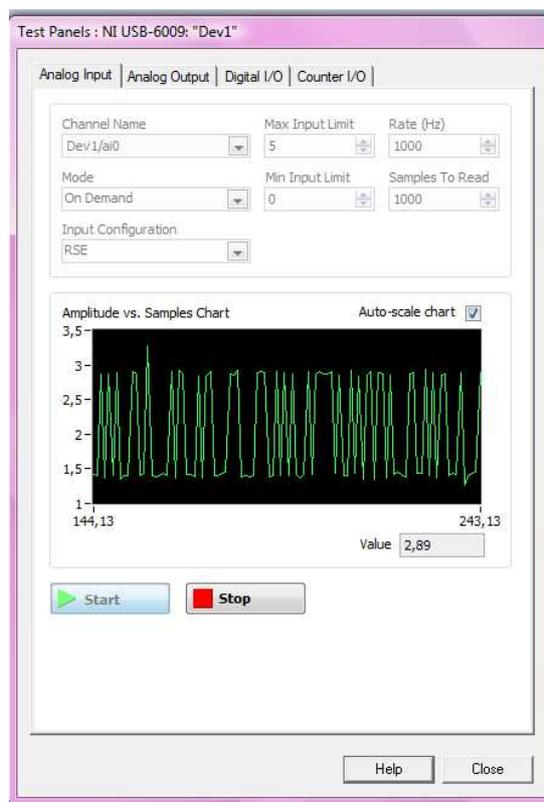


Figura 3.4. Señal de la tarjeta usb6009

Elaborado Por: Jhoana Paredes

3.4.2. Elaboración del VI

Para la elaboración del VI se utilizó la versión labview 8.6.

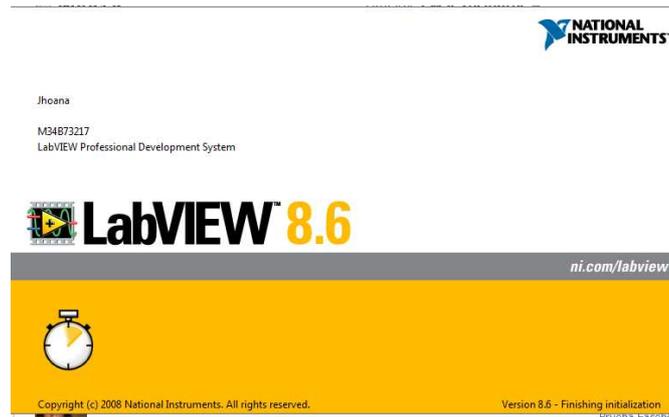


Figura 3.5. Labview 8.6
Elaborado Por: Jhoana Paredes

En el diagrama de bloques se utilizó el DAQ assistant para realizar la adquisición de señales.



Figura 3.6. Diagrama de bloques DAQ assistant
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Para encontrar el DAQ assistant presionar el botón derecho del mouse en el diagrama de bloques, de la paleta de funciones en la opción measurement I/O dentro de ésta en DAQ mx - Data Acquisition y la opción DAQ assistant como se muestra en la Figura 3.7.

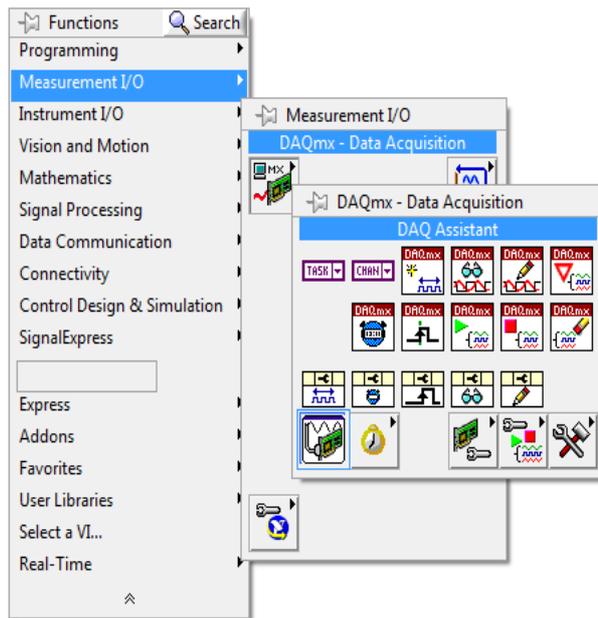


Figura 3.7. Como encontrar el DAQ assistant
Elaborado Por: Jhoana Paredes

En el DAQ assistant se puede encontrar opciones de configuración de los cuales se puede manipular según la aplicación que se requiera realizar

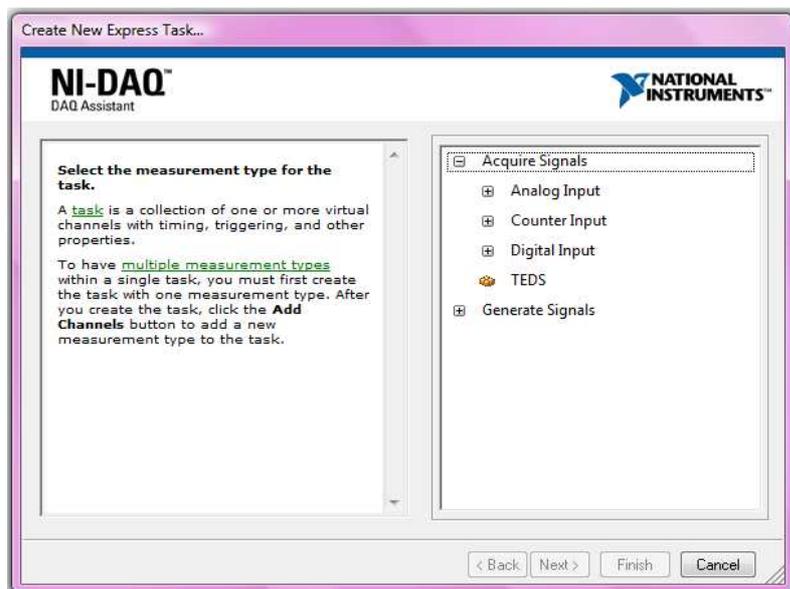


Figura 3.8. Configuraciones del DAQ assistant
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Entre las configuraciones se puede elegir el tipo de señal que se desea adquirir sea entradas analógicas o digitales o a su vez contadores, señales de temperatura, frecuencia etc. Una vez elegida la opción a utilizarse se procede hacer clic en finish como se observa en la Figura 3.9.

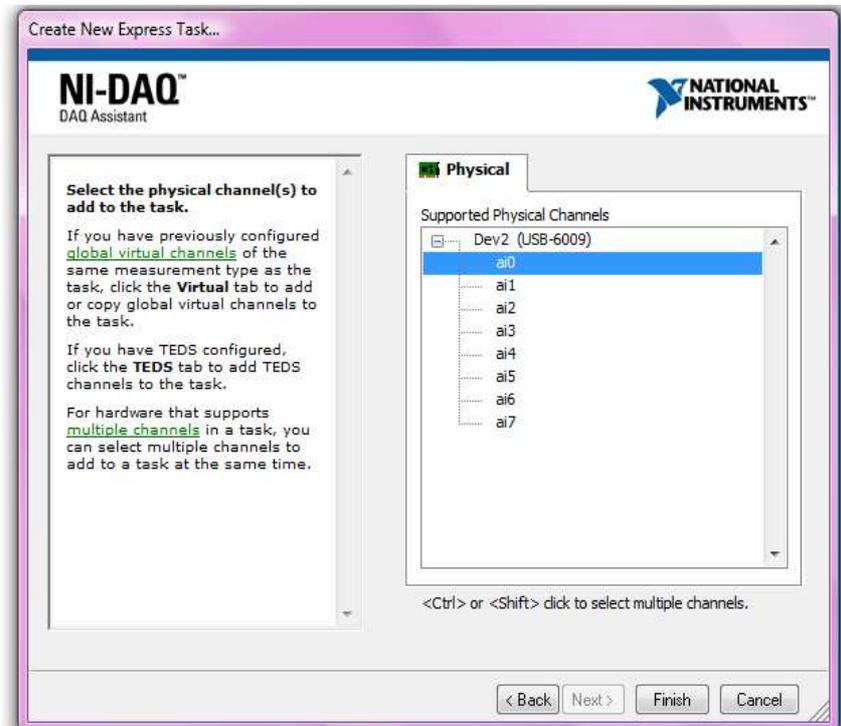


Figura 3.9. Configuraciones del DAQ assistant

Elaborado Por: Jhoana Paredes

Una vez que se presiona finish aparece la pantalla que se observa en la figura 3.10. En la cual se puede configurar el voltaje de entrada en el rango máximo y mínimo, el terminal de configuración que especifica el modo de puesta a tierra utilizada para el canal virtual, Si se utiliza un canal físico compatible con el modo diferencial, NI-DAQ selecciona diferencial. De lo contrario, NI-DAQ selecciona RSE. En la mayoría de los casos, no es necesario que seleccione esta opción. Al configurar la tarea, el Asistente DAQ selecciona automáticamente el valor de la Terminal de configuración. Además es posible configurar el tipo de muestras que se desee puede ser N samples que es una muestra o a su vez continuos samples que son varias muestras incluido la velocidad de respuesta de dichas muestras.

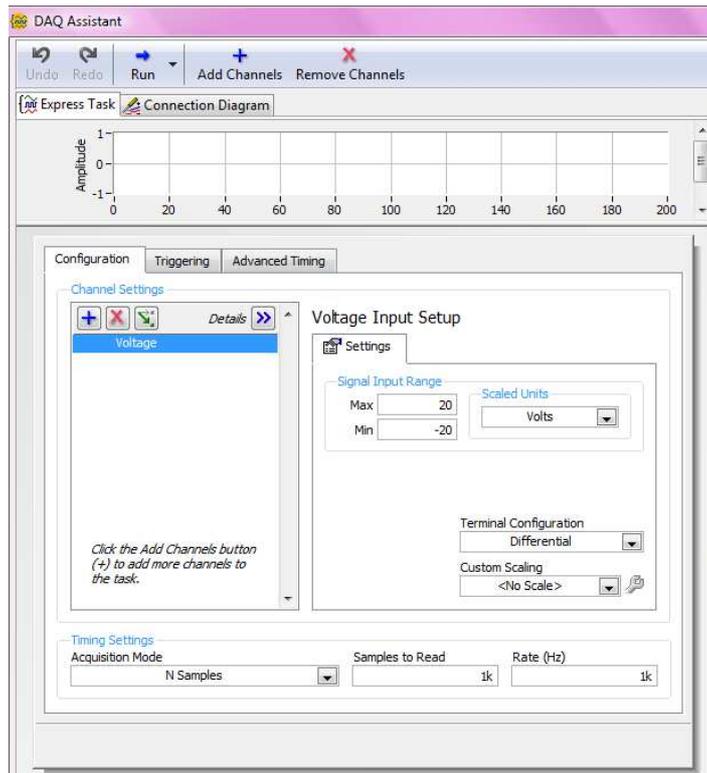


Figura 3.10. Configuraciones del DAQ assistant
Elaborado Por: Jhoana Paredes

En la pestaña de connection diagram se puede observar físicamente la conexión que se debe realizar con sus respectivos pines una vez configuradas las opciones anteriormente explicadas.

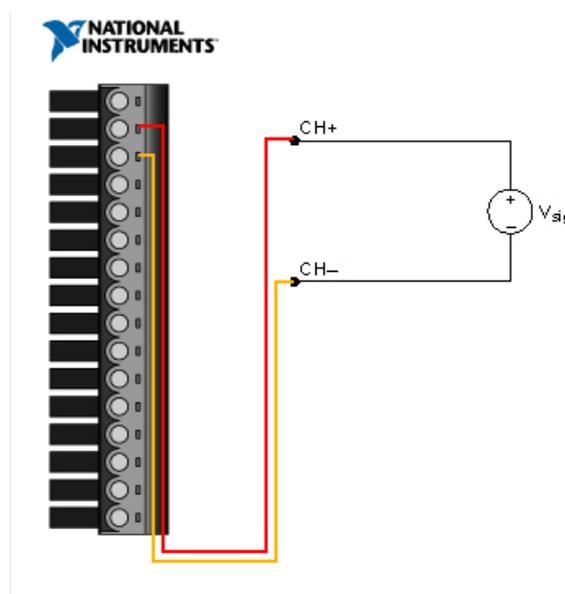


Figura 3.11. Configuraciones del connection diagram
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Una vez que se observó y realizó la conexión, automáticamente el DAQ assistant realiza el VI en el diagrama de bloques con las respectivas configuraciones según la aplicación a realizarse.



Figura 3.12. VI del DAQ assistant
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Se procede a conectar a la salida del DAQ assistant a un waveform graph como muestra la Figura 3.13.

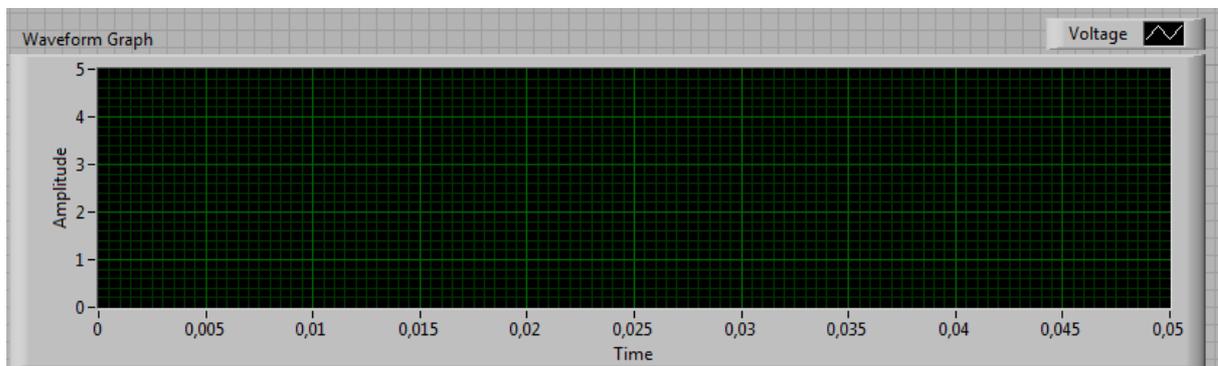


Figura 3.13. Waveform graph
Elaborado Por: Jhoana Paredes

A continuación se procede a conectar de la salida del waveform graph una función llamada Tone Measurement, para obtener el valor de la frecuencia y la amplitud de la señal de entrada

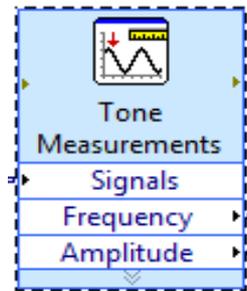


Figura 3.14. Tone Measurement
Elaborado Por: Jhoana Paredes

En los terminales Frequency y Amplitude se crea dos indicadores respectivamente para presentar la información requerida. Para crear un indicador hacer clic derecho en la pestaña tanto de la frecuencia como de la amplitud, hacer clic en la opción Create y posteriormente Numeric Indicator como se muestra en la Figura 3.15.

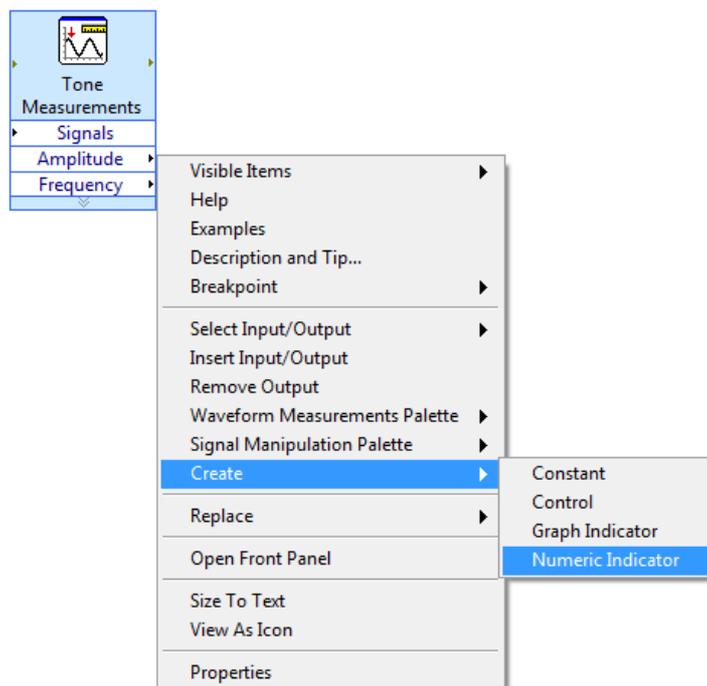


Figura 3.15. Crear un indicador
Elaborado Por: Jhoana Paredes

A continuación se procede a conectar en el indicador de la frecuencia una función numérica de multiplicación, se puede optar por realizar una variable local de los dos indicadores como se muestra en la Figura 3.16. para evitar demasiadas líneas en el diagrama de bloques.

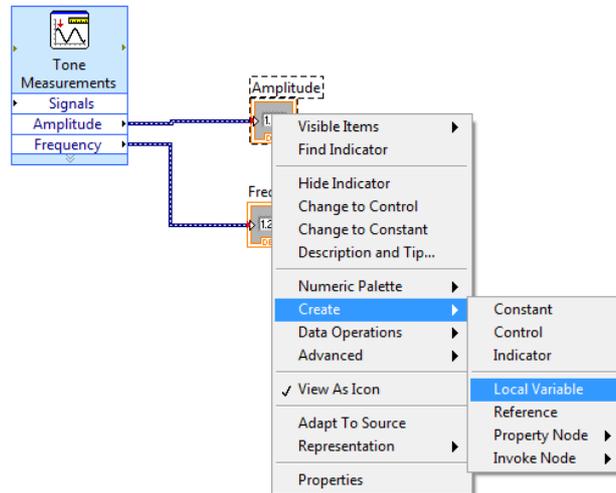


Figura 3.16. Crear una variable local
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Para determinar la frecuencia se usó el método gráfico de la pendiente como se muestra en la Figura 3.17. Para luego encontrar la ecuación que sustente a la misma que se necesita determinar como dato se tiene que la frecuencia al 100% es de 250 Hz.

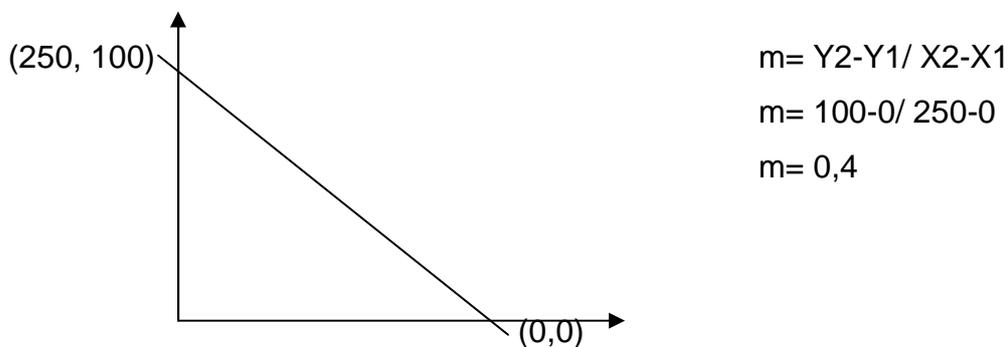


Figura 3.17. Gráfico de la pendiente
Elaborado Por: Jhoana Paredes

$$Y - Y_1 = m (X - X_1)$$
$$Y - 100 = 0,4 (X - 250)$$
$$Y - 100 = 0,4X - 100$$
$$Y = 0,4X$$

Una vez encontrada la ecuación se procede a conectar la variable local en la función de multiplicación y en la otra se crea una constante que es la que se encontró en la ecuación $Y = 0,4$ y a la salida de la función de multiplicar se creó un indicador numérico en la que se observará la frecuencia del motor de corriente continua.

Para encontrar la velocidad (rpm) en función de la frecuencia se utilizó la ecuación:

$$V = F \times 60 / 6$$

V= velocidad en rpm (revoluciones por minuto).

F= frecuencia que se determino al 100% (250 Hz aproximadamente).

T= los 60 segundos es el tiempo

N= 6 que son el número de muescas que posee el motor.

Se conectó la salida de la frecuencia en la función de multiplicación y en la constante se coloca el 60 y se conecta a otra función numérica de división, igualmente en la constante se coloca el 6 basada en la ecuación la salida de ésta se crea un indicador numérico para visualizar la velocidad.

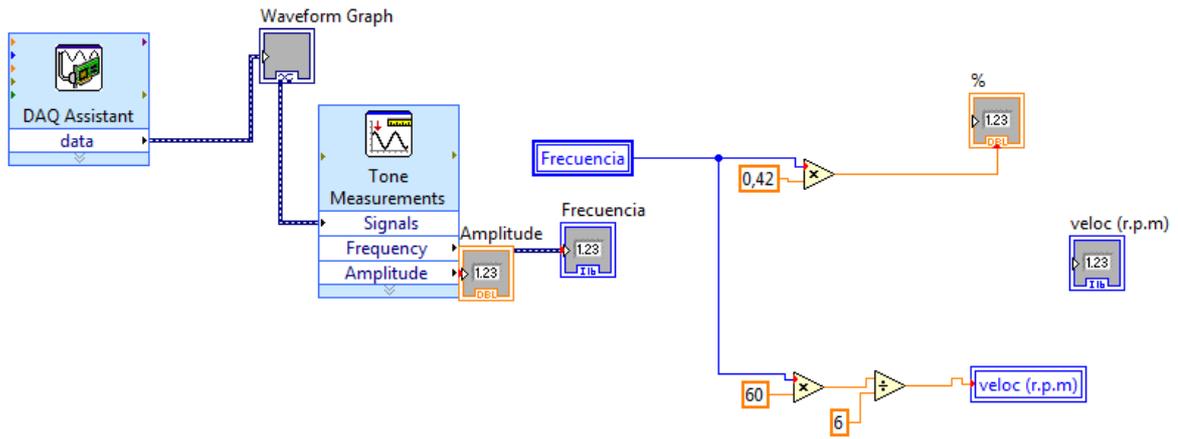


Figura 3.18. Encontrar la frecuencia y la velocidad
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Para la parte del control PID se utilizó la estructura Case que tiene uno o más subdiagramas, o casos. El valor de selección determina el caso a ejecutar y pueden ser booleanos, cadena, o entero. Para desplazarse por los subdiagramas disponibles, haga clic en las flechas de decremento y el incremento en la etiqueta del selector.

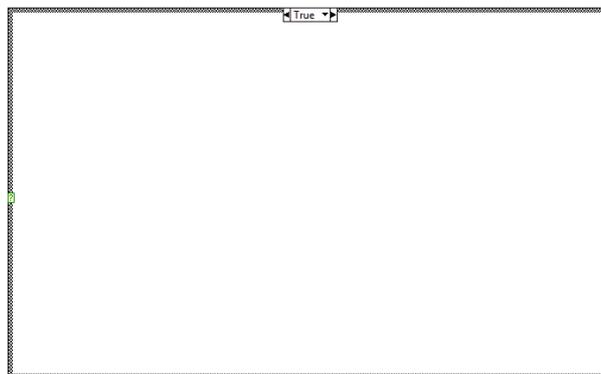


Figura 3.19. Estructura Case
Elaborado Por: Jhoana Paredes

Dentro de la estructura Case se implementa un controlador PID, para aplicaciones de control de velocidad se requiere un algoritmo eficiente.

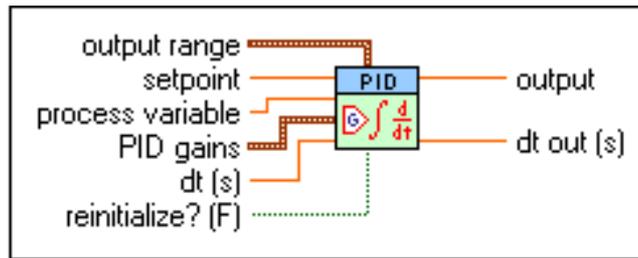


Figura 3.20. Estructura del PID VI
Elaborado Por: Jhoana Paredes

En el rango de salida u output range se crea una constante que irá de 0 a 100. En el terminal setpoint se creó un indicador numérico para visualizar en el panel frontal. En la variable de proceso o process variable se coloca el porcentaje de velocidad que se calculó anteriormente.

En la ganancia PID o PID gains se creó un control para visualizar en el panel frontal y variar los parámetros que constan en la misma. La salida del PID.vi va conectada a un Sub Vi que genera una señal PWM que servirá para controlar la velocidad del motor DC. Por último se une el valor del setpoint y de la variable de proceso a un waveform chart para observar la gráfica de respuesta del controlador. Para la condición falsa del Case lo único que se le agregó fue la variable local de la frecuencia y de la velocidad con una constante de 0 para que tanto la frecuencia y la velocidad del motor queden en 0 cuando éste se haya detenido completamente.

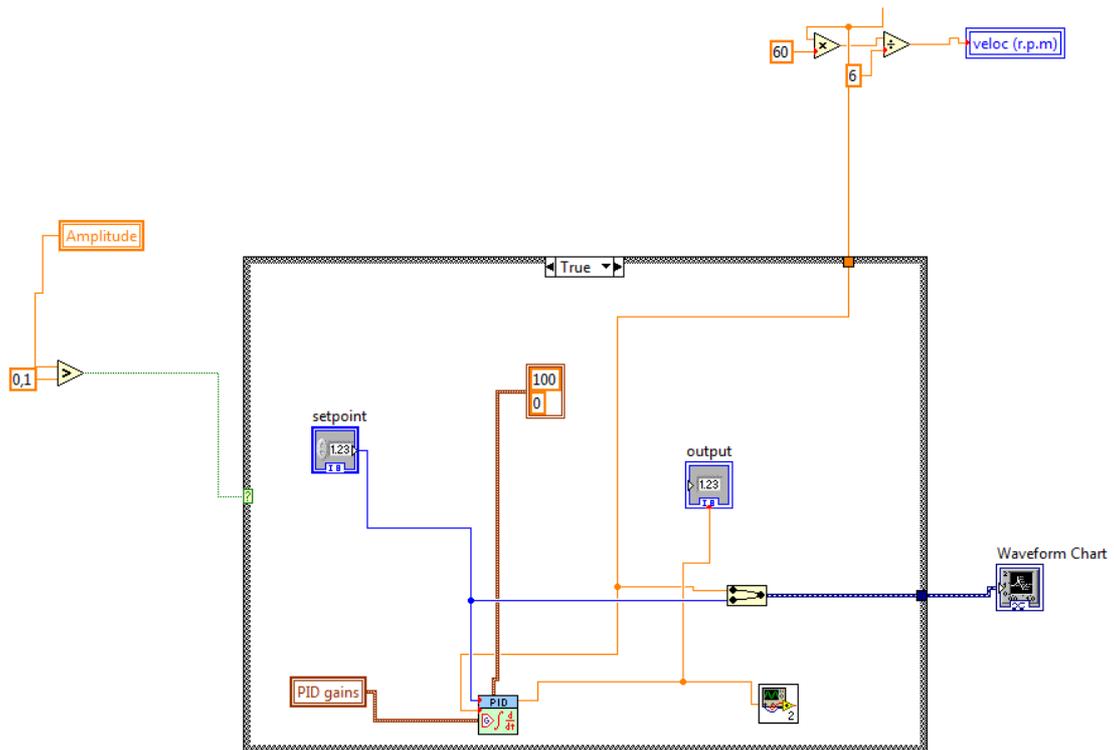


Figura 3.21. Estructura Case y uso del PID VI
 Elaborado Por: Jhoana Paredes

3.5. Diseño y realización de las placas de los circuitos

Primero se realiza el circuito en el programa ISIS como se muestra en la Figura 3.22.

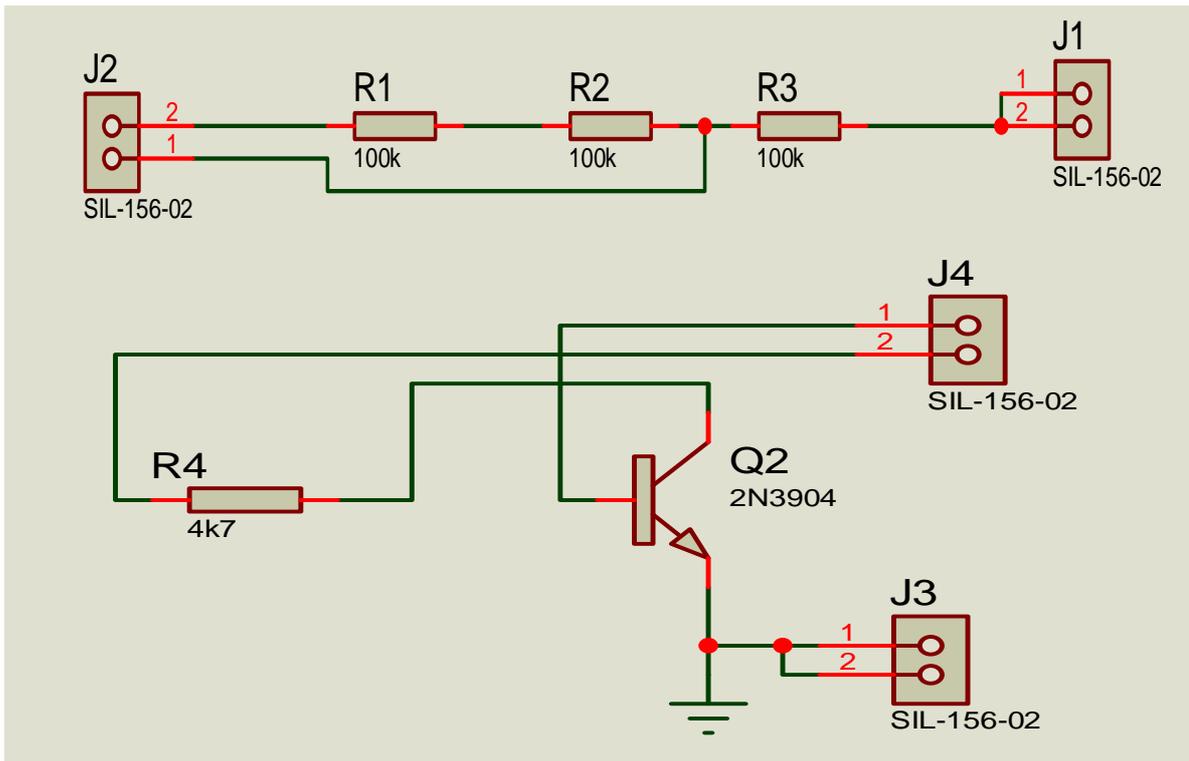


Figura 3.22 Simulación de los circuitos en ISIS

Fuente: Jhoana Paredes

Para el diseño de las placas se utilizó el programa ARES, que es una herramienta para la elaboración del circuito impreso.

En la ventana de ISIS se encuentra el ícono  al hacer click aparece una nueva pantalla con la lista de todos los dispositivos que fueron simulados en ISIS.

A continuación se ubican los dispositivos en la hoja de trabajo de manera conveniente y en el menor espacio posible. En la Figura 3.23 se muestra la forma como aparecen los dispositivos en la hoja de trabajo en ARES antes de enviar a rutear.

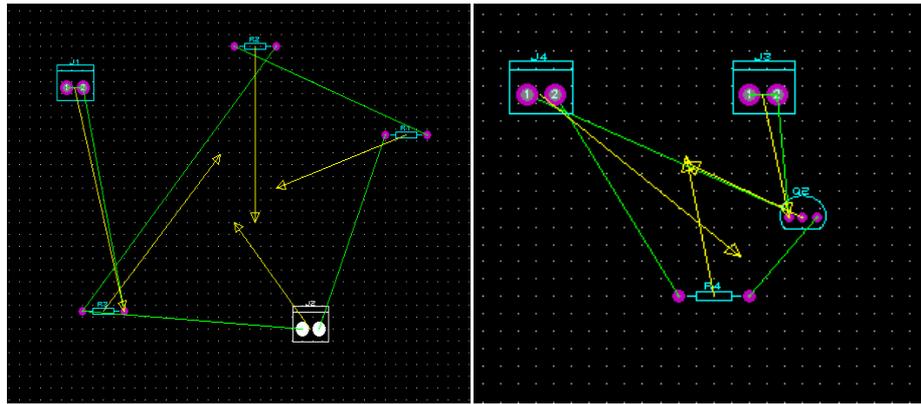


Figura 3.23 Conexión de los dispositivos antes de rutear

Fuente: Jhoana Paredes

Luego de tener el gráfico de la Figura anterior se presiona en el ícono  “Desing Ruler Manager” en la parte superior derecha de la barra de herramientas. En ese momento se abre una ventana mostrada en la siguiente Figura 3.24:



Figura 3.24 Conexión de los dispositivos antes de rutear

Fuente: Jhoana Paredes

En la misma ventana en el ícono **Net Classes** al hacer click se abre otra ventana como en la Figura 3.25 en la que se elige si la pista va en la parte de arriba o en la parte de abajo como se puede observar en la Figura 3.26. Una vez elegido los valores hacer click en el ícono  :

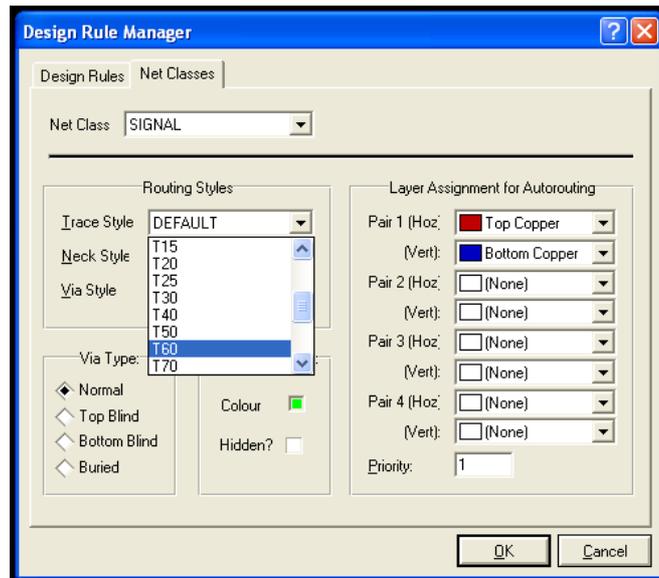


Figura 3.25 Ventana para configuración de pistas

Fuente: Jhoana Paredes

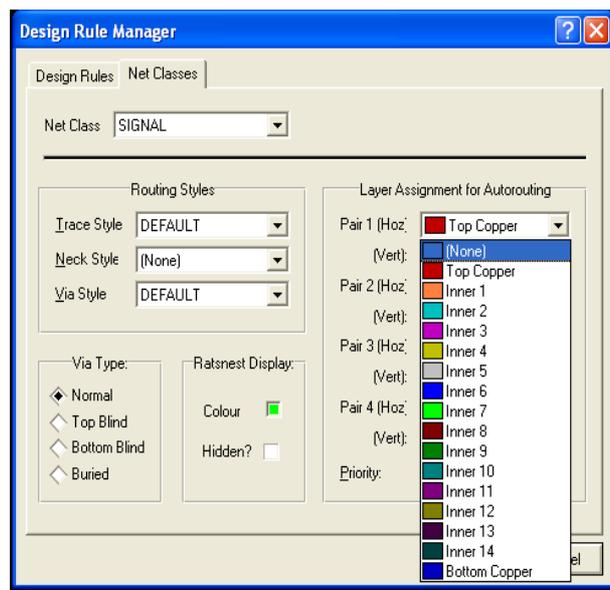


Figura 3.26 Elección del grosor de pistas

Fuente: Jhoana Paredes

Junto al ícono Desing Ruler Manager” esta el ícono  “Auto-router” hacer click, en ese momento aparece otra ventana mostrada en la Figura 3.27. Se da click en  y el programa empezará a buscar automáticamente rutas para establecer las pistas:

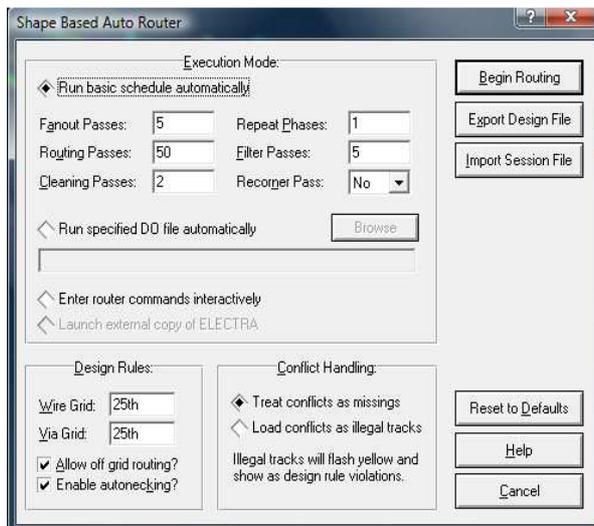


Figura 3.27 Ventana para enviar a rutear

Fuente: Jhoana Paredes

El resultado es el siguiente que se muestra en la Figura 3.28:

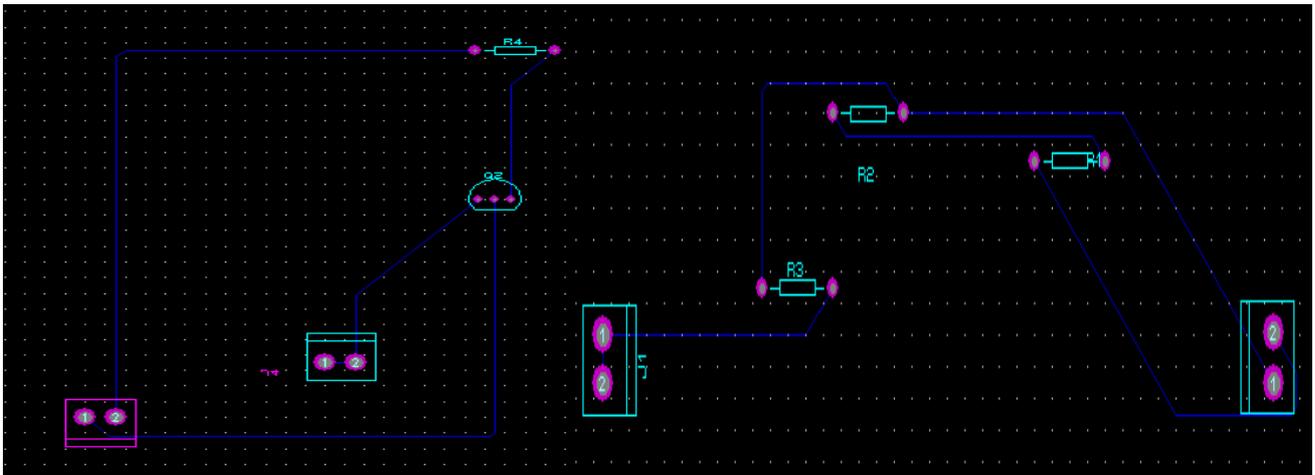


Figura 3.28 Circuitos ruteados

Fuente: Jhoana Paredes

El diseño final se muestra en la Foto 7, en él se encuentran la construcción de los circuitos en la baquelita. Una vez lista la placa, se debe realizar las perforaciones correspondientes y soldar los elementos.



Foto 7. Elaboración de las placas.

Fuente: Jhoana Paredes

3.6. Pruebas y análisis de resultados

Una vez realizado el control PID de velocidad del motor de corriente continua se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento desde la computadora donde se controla el sistema.

Los resultados que se obtuvieron fueron significativos pues al variar los parámetros K_c , T_i , T_d la respuesta fue diferente como se muestra en la Figura 3.29.

Se observa que en la gráfica de respuesta de entrada, la señal no es exactamente cuadrada es tipo triangular.

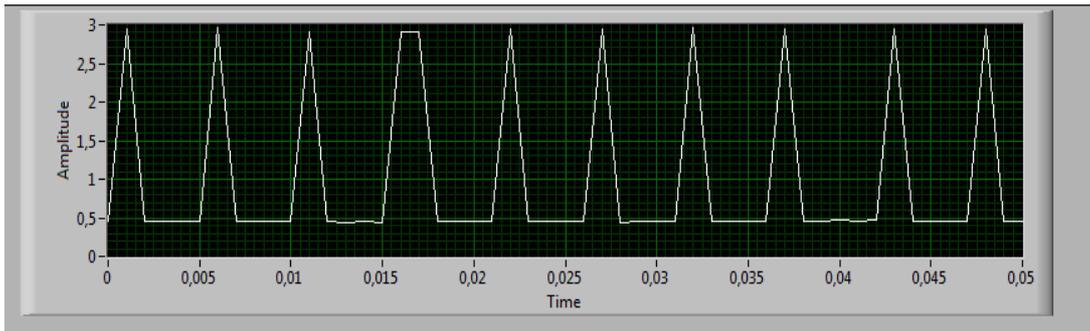


Figura 3.29. Pruebas del control de velocidad PID

Elaborado Por: Jhoana Paredes

Para mejorar la señal lo que se debe realizar es cambiar en las configuraciones del DAQ assistant las opciones samples to read y rate. Que son las muestras de lectura y la velocidad de la misma.

En la Figura 3.30 se observa que la gráfica de respuesta de entrada ya es cuadrada, es decir es una señal bastante aceptable para los diferentes valores de Set point.

Set point 20

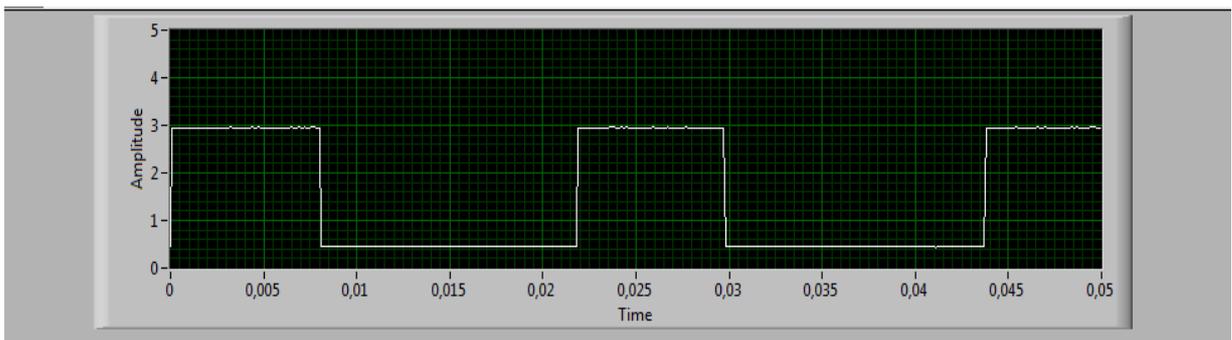


Figura 3.30. Pruebas del control de velocidad PID

Elaborado Por: Jhoana Paredes

Cabe resaltar que a pesar de mejorar la señal de entrada el control del motor no era bueno pues los valores de K_c , T_i , T_d no eran los correctos en la Figura 3.31. Se observa la inestabilidad del control para los valores de:

$K_c=0,02000$

$T_i= 0,00006$

$T_d=0,00000$

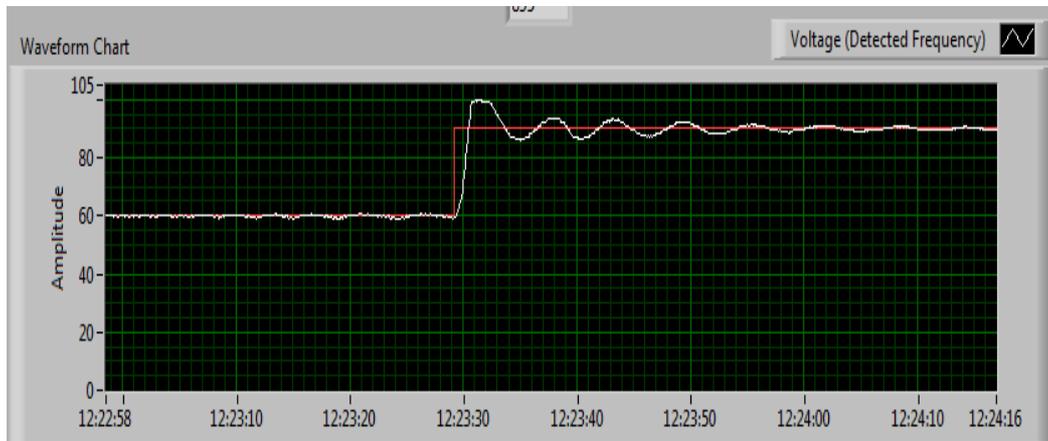


Figura 3.31. Pruebas del control de velocidad PID

Elaborado Por: Jhoana Paredes

El set point está en 50% y el motor está teniendo un control bastante inestable como se observa en la Figura 3.32.

$K_c=100000000,0$

$T_i= 0,00800$

$T_d=0,00090$

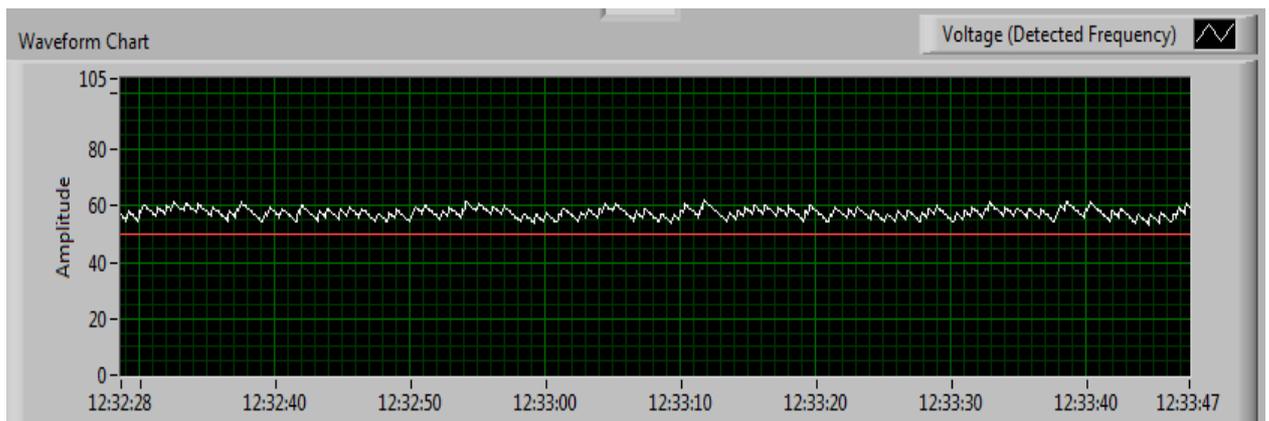


Foto.3.32. Pruebas del control de velocidad PID

Elaborado Por: Jhoana Paredes

Para determinar los valores de K_c , T_i , T_d se utilizó el método de Ziegler Nichols para lo cual se procedió primero a obtener la frecuencia de la señal de salida cuando esté oscilatoria como se muestra en la Figura 3.33.

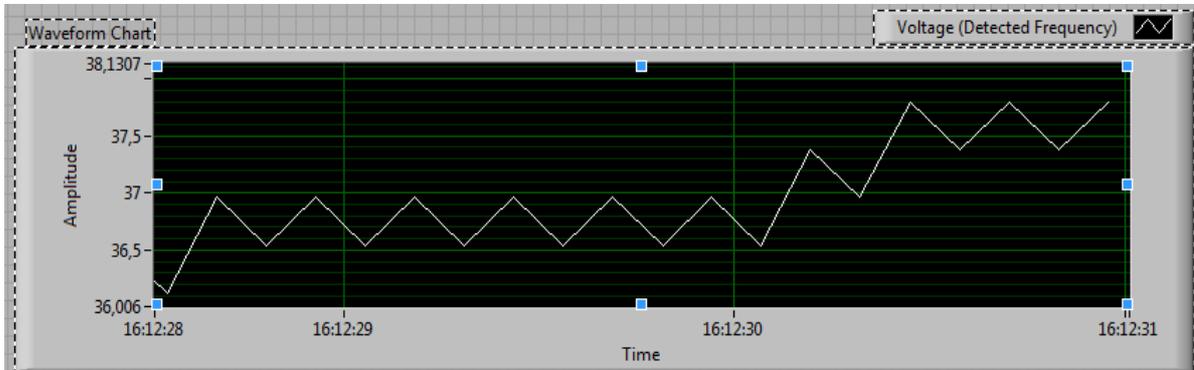


Figura 3.33. Señal de salida oscilatoria

Elaborado Por: Jhoana Paredes

$$F = 3.8 \text{ S}$$

$$T = 1/F$$

$$T = 1/3.8 \text{ s}$$

$$T = 0,263 \text{ s}$$

Los valores críticos en los cuales el sistema se volvió oscilatorio en los cuales se pudo determinar la frecuencia fueron: $K_c = 100$ $T_i = 999999,00$ $T_d = 0$. Luego se aplicó las fórmulas recomendadas por el método de sintonía de Ziegler-Nichols:

$$K_C = 0,6K_{cr} \quad T_i = 0,5P_{cr} \quad T_d = 0,125P_{cr}$$

Finalmente se encontró los valores adecuados para los cuales el control del motor se volvió estable para los distintos valores de setpoint como se observa en la Figura 3.34.

$$K_c = 60$$

$$T_i = 0,00219$$

$$T_d = 0,00005$$

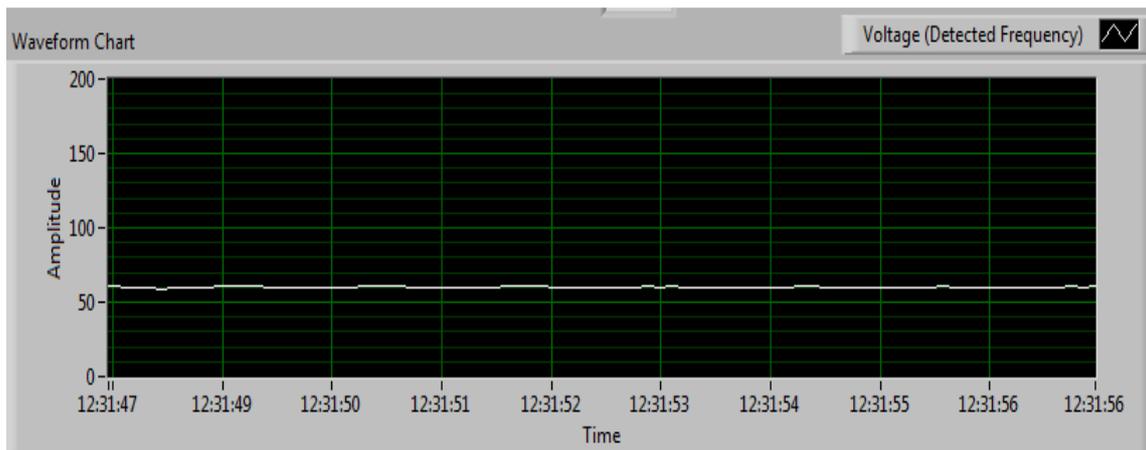


Figura.3.34. Pruebas del control de velocidad PID

Elaborado Por: Jhoana Paredes

3.7. Gastos Realizados

Para la implementación de este proyecto se determinaron los siguientes rubros:

3.7.1 Costos Primarios

A continuación se detallan todos los dispositivos electrónicos y materiales usados para la realización del proyecto, y se los sintetiza en la Tabla 3.1.

Tabla.3.1 Costos Primarios

ELEMENTOS	CANTIDAD	C.UNIDAD	C.TOTAL
Tarjeta USB6009	1	410	410
Resistencias	4	0.05	0.20
Transistor de potencia	1	0.80	0.80
Baquelita	1	1.00	1.00
Ácido	1	0.50	0.50
Broca	1	0.80	0.80
		TOTAL	413.30

Elaborado Por: Jhoana Paredes

3.7.2 Costos Secundarios

En la Tabla 3.2 se encuentran los gastos secundarios que están relacionados indirectamente con la realización del proyecto.

Tabla.3.2 Costos Secundarios:

DESCRIPCION	C. UNIDAD	C.TOTAL
Derechos de asesor	120	120
Internet	0.80	40
Tinta para impresora	10	20
Materiales de papelería	Varios	25
	Total \$	205

Elaborado Por: Jhoana Paredes

3.7.3 Costo Total

El costo total se representa en la Tabla 3.3 que es la unión de los costos primario y secundario como se muestra a continuación.

Tabla.3.3 Costo Total

Costo Primario	413.30
Costo Secundario	205
TOTAL	618.30

Elaborado Por: Jhoana Paredes

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El presente trabajo de grado permitirá contribuir al desarrollo académico práctico de los alumnos de la Carrera de Electrónica del I.T.S.A., mediante el control PID de velocidad para un motor de corriente continua utilizando la tarjeta USB6009.
- Se identificó las especificaciones y características de la tarjeta USB6009 mediante las configuraciones realizadas en el MAX, una de ellas es que posee 8 entradas analógicas desde la a0 a la a7, de las cuales los 8 canales son referenciales y 4 canales diferenciales, además tiene 12 salidas digitales bidireccionales.
- Se analizó que existen muchas ventajas de realizar un control PID como por ejemplo: mejora la rapidez de respuesta, disminuye el error residual, y disminuye el máximo sobre impulso.
- El segundo método de Ziegler-Nichols llamado de oscilación es uno de los procedimientos que resultó más favorable, pues los resultados fueron más consistentes ya que el sistema es a lazo cerrado.
- Se determinó dos maneras de controlar la velocidad de un motor de corriente continua, una de ellas es variando el voltaje y otra variando el ancho de pulso o PWM, se eliminó el método del voltaje pues este reduce el torque, mientras que si se varia el ancho de pulso

manteniendo la frecuencia y el periodo fijo se puede tener un control más efectivo en la velocidad y no se disminuye el torque.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda polarizar correctamente el circuito acondicionar de señal para que se pueda adquirir la señal en el computador.
- Utilizar un transistor de potencia para la práctica pues no es recomendable utilizar el transistor común 2N3904 ya que no suministra la suficiente corriente para girar al motor.
- Se recomienda instalar todos los drivers de labview incluido el real time para realizar el control PID de velocidad con el motor de dc.
- Realizar el divisor de voltaje como protección de la tarjeta pues ésta únicamente soporta un voltaje de entrada de 5 voltios.
- Antes de realizar la práctica calibrar el módulo DTS3B pues usualmente este suele descalibrarse. La perrilla offset ADJUST para el funcionamiento del sensor y calibración del mismo se debe girar hasta que la luz piloto se encienda y se apague al mover el disco de muestras de motor es decir que detecte la presencia de la muesca del disco.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CKP: Sensores de posición cigüeñal

DAQ: Tarjeta de Adquisición de datos.

EMULAR: Imitar las acciones de otro procurando igualarlo o superarlo.

GPIO: Bus de interfaz de propósito general.

INTERFACES: Conexión entre ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles.

LABVIEW: (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) laboratorio de trabajo de ingeniería de instrumentos virtuales.

LENGUAJE G: Lenguaje Gráfico.

MAX: (Measurement & Automation Explorer) Exploración Automática y Medición.

PID: Proporcional, integral, derivativo

PLUG & PLAY: Es una forma de expresión, con sólo conectar el dispositivo y "en caliente" (con el ordenador ya encendido), el dispositivo es reconocido, e instalado, de manera inmediata.

PWM: Modulación por ancho de pulso

REALIMENTACIÓN: significa 'ida y vuelta' la salida vuelve al principio

TRACCIÓN: Esfuerzo que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

VERSÁTILES: Se adapta a situaciones diversas con facilidad.

VI: Instrumento Virtual

BIBLIOGRAFÍA

http://www.unicrom.com/Tut_MotorCC.asp

http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_ControlAncho.htm

http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

<http://uajfk2002.tripod.com/gm2/adquisicion-datos.pdf>

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control

http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/instindustrial/teorico/080306-Instrumentos_caracteristicas_y_diagramas.pdf

http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo

<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Proporcional.PNG>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Integral.PNG>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Derivativo.PNG>

<http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>

ANEXOS

ANEXO A

GUÍA DE LABORATORIO DE CONTROL DE PROCESOS

TRABAJO PREPARATORIO

1. Consultar los métodos de sintonización de controladores
2. En qué consiste el método de sintonización de lazo abierto y el método de sintonización de lazo cerrado.
3. Investigar sobre el método de sintonización de Ziegler y Nichols.

TEMA: Control PID de velocidad para un motor de corriente continua utilizando la tarjeta USB6009.

OBJETIVOS:

- Realizar el control PID de un motor de corriente continua utilizando el módulo DTS3B existente en el laboratorio de Instrumentación Virtual.
- Determinar los parámetros K_c , T_i , T_d utilizando el método de sintonización de Ziegler y Nichols, para obtener un control estable.
- Comprobar el funcionamiento de la tarjeta de adquisición de datos USB6009.

MATERIALES:

- Tarjeta de adquisición de datos USB6009
- Módulo DTS3B
- PC con labview
- 3 Resistencias de 100 k Ω , 4.7 k Ω
- Transistor de potencia TIP 41
- Cables para la conexión.

PROCEDIMIENTO:

1. Realizar en el módulo DTS3B las conexiones que se observa en la Foto A.

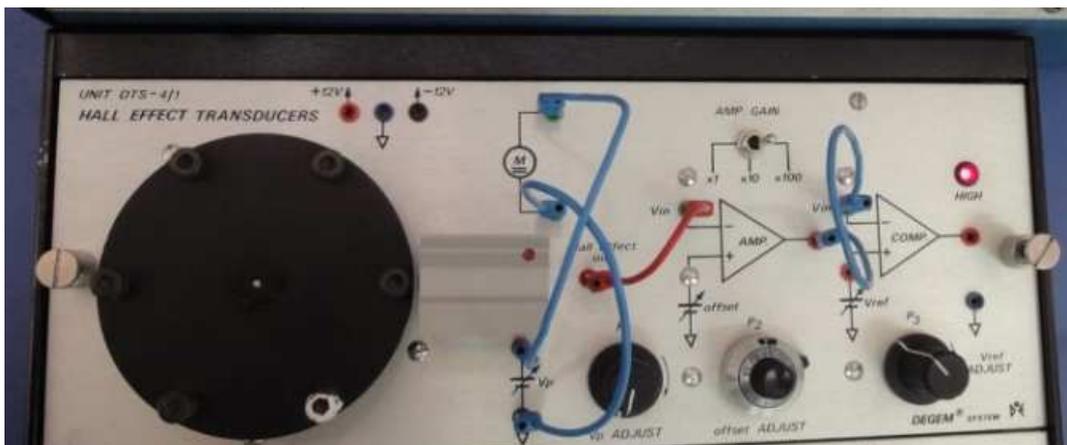


Foto.A. Módulo DTS3B

Elaborado Por: Jhoana Paredes

Para comprobar que esté el motor en marcha al igual que el sensor, se debe girar la perrilla de V_p ADJUST para el control de la velocidad del motor, luego la perrilla offset ADJUST para el funcionamiento del sensor y para la calibración del mismo se debe girar hasta que la luz piloto se encienda y se apague al mover el disco de muestras de motor es decir que detecte la

presencia de la muesca del disco. La perrilla Vref ADJUST sirve para que el tiempo en alto sea igual al tiempo en bajo para esto se utiliza un osciloscopio.

2.- Realizar las siguientes conexiones en el protoboard como se observa en la Foto B.

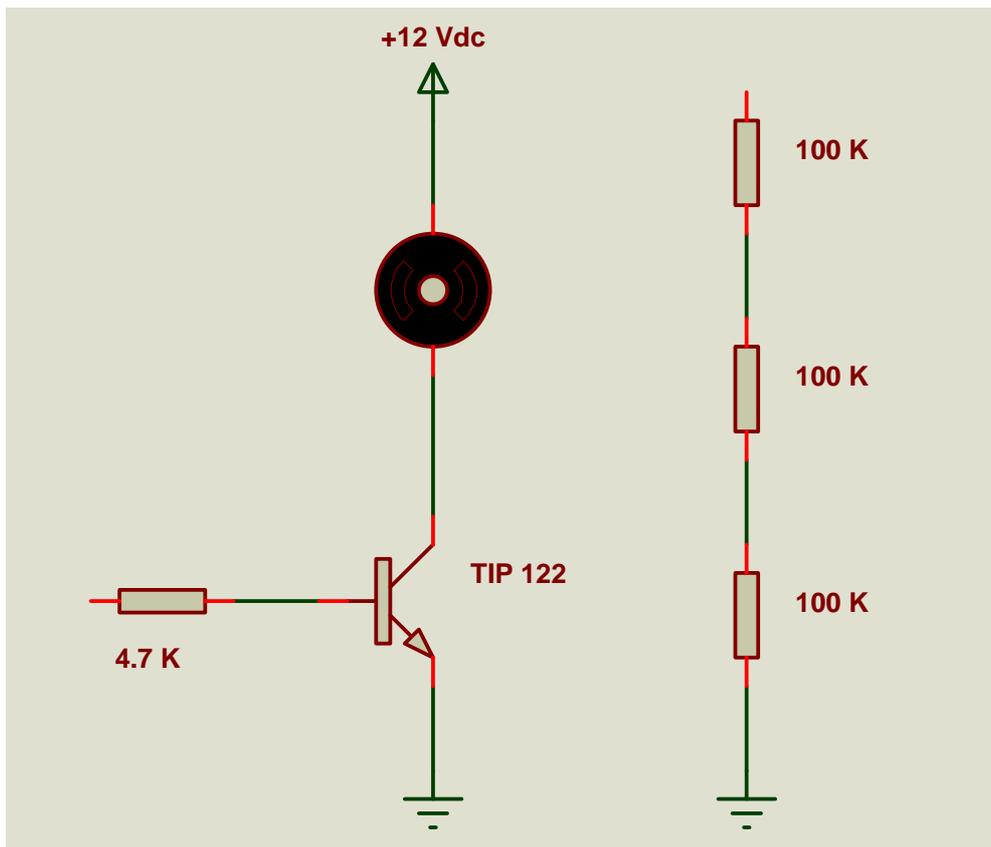


Foto B. Circuitos
Elaborado Por: Jhoana Paredes

3.- Conectar la tarjeta USB6009 el pin 17(PO.0) y el pin 32 (GND) que corresponden a las salidas digitales como se observa en la foto C.

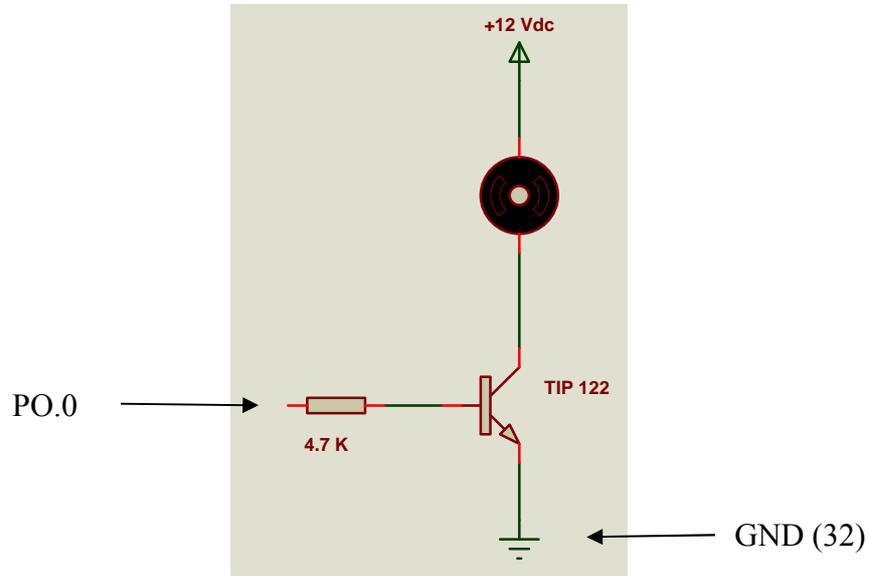


Foto C. Conexión de la Tarjeta USB 6009
Elaborado Por: Jhoana Paredes

4.- Conectar la salida del comparador del módulo DTS3B Y la tarjeta USB6009 el pin 1(GND) y el pin 2 (AI.0) que corresponden a las entradas analógicas como se observa en la foto D.

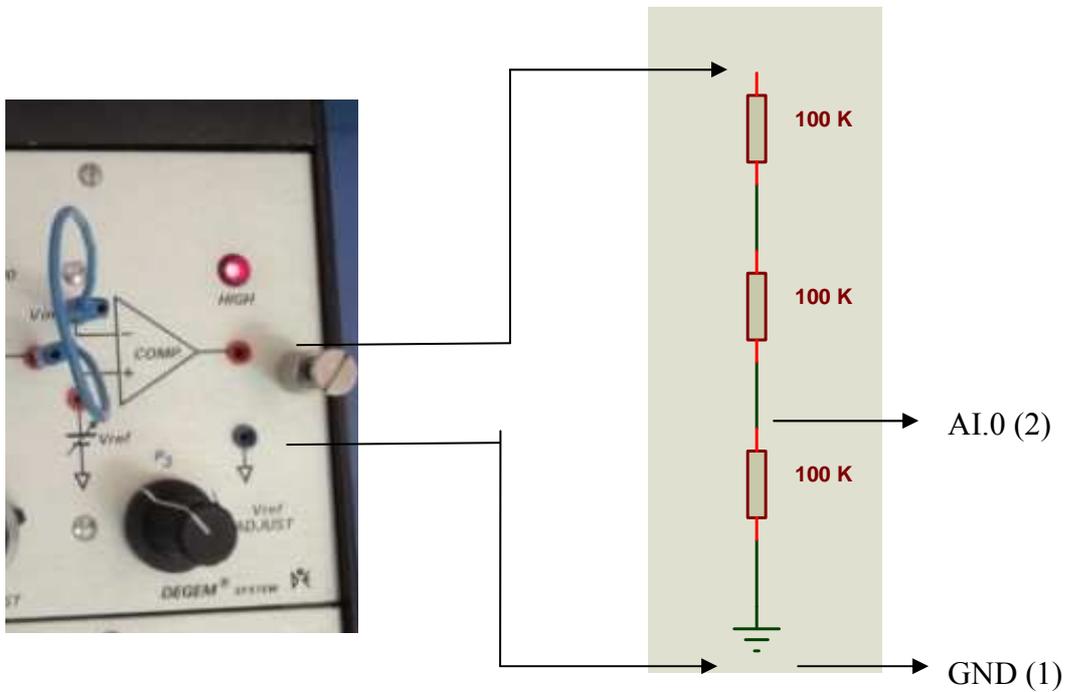


Foto D. Conexión de la Tarjeta USB 6009
Elaborado Por: Jhoana Paredes

5.- Abrir el Vi de labview con el nombre de USB6009 para realizar la práctica correspondiente.

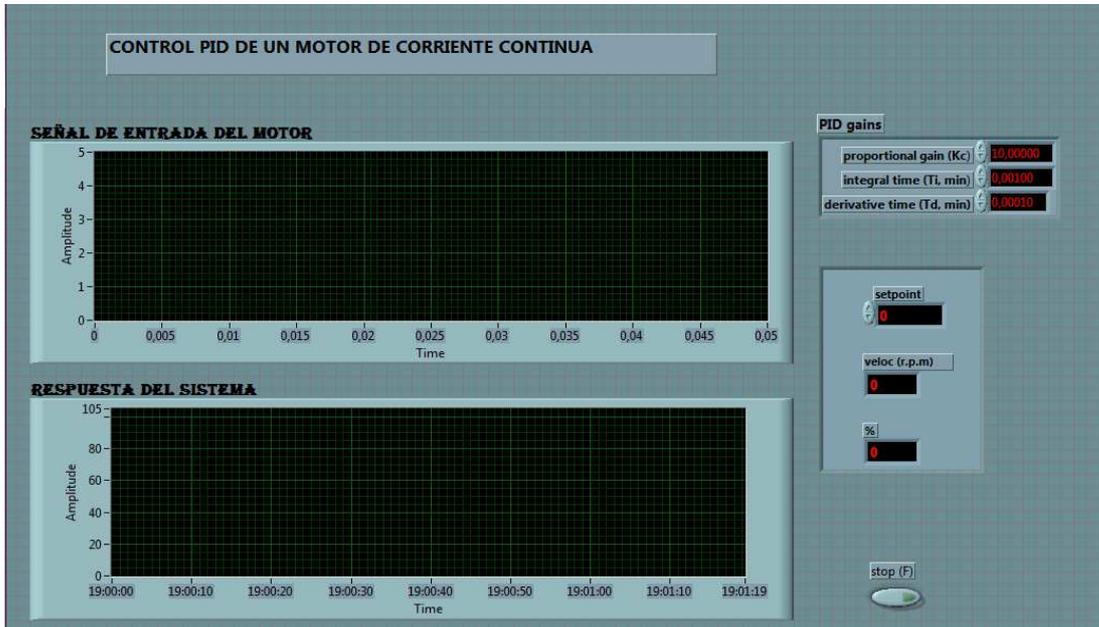


Figura A. Panel Frontal
Elaborado Por: Jhoana Paredes

6.- Realizar las siguientes pruebas:

- Colocar el valor de $T_i = 99999,99$ $T_d = 0$
- Incrementar el valor de K_c hasta que el sistema se vuelva oscilatorio
- Determinar la frecuencia de la señal resultante.
- Calcular el periodo.
- Finalmente determinar los valores de K_c , T_i y T_d utilizando el método de sintonización de Ziegler y Nichols.

7.- Cambiar paulatinamente los parámetros de K_c , T_i , T_d y dar conclusiones de cada parámetro.

TABLA A. PARÁMETROS DEL PID

K_c	0	0,1	0,5	2	8
T_i	0	0,00005	0,00025	0,00007	0,001
T_d	0	0,0002	0,0003	0,0005	0,0001

Elaborado Por: Jhoana Paredes

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

.....
.....
.....
.....
.....

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

RECOMENDACIONES:

.....
.....
.....
.....
.....

ANEXO B

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA TARJETA USB6009

Con las mejoras de ancho de banda recientes y las nuevas innovaciones de National Instruments, el USB se ha convertido en un bus central de elección para aplicaciones de medición. La NI USB-6008 y USB-6009 dispone de adquisición de datos (DAQ) de bajo costo, con tornillo de conectividad fácil y un factor de forma pequeño. Con plug-and-play USB, estos dispositivos son lo suficientemente simple para mediciones rápidas, pero lo suficientemente versátil para aplicaciones de medición más compleja.

USB-6009 es ideal para aplicaciones de bajo costo, factor de forma pequeño.



Figura A. USB 6009

Fuente: <http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-218/land/en>

Elaborado por: Jhoana Paredes

Características:

Tabla B. Características USB 6009

Entradas analógicas	Resolución de Entrada	Velocidad máxima de muestreo (kS / s)	Salidas analógicas	Resolución de salida	Tasa de salida (Hz)	E / S digital Líneas	Contador de 32 bits
8 de una sola terminal / 4 diferencial	14	48	2	12	150	12	1

Elaborado por: Jhoana Paredes

ANEXO C

Posibles fallas durante el control de velocidad PID del motor dc.

- No adquiere la señal y en la computadora se presenta únicamente ruido.

Solución:

- Revisar que las conexiones estén correctamente o a su vez observar que el módulo DTS3B no esté descalibrado y si lo está calibrar moviendo la perilla de offset ADJUST, se debe girar hasta que la luz piloto se encienda y se apague al mover el disco de muestras de motor es decir que detecte la presencia de la muesca del disco.

Posible falla

- No funciona el motor y no se puede realizar el control.

Solución:

- Observar que las conexiones de los bornes que van conectados al circuito estén haciendo contacto y correctamente conectados.

Posible falla

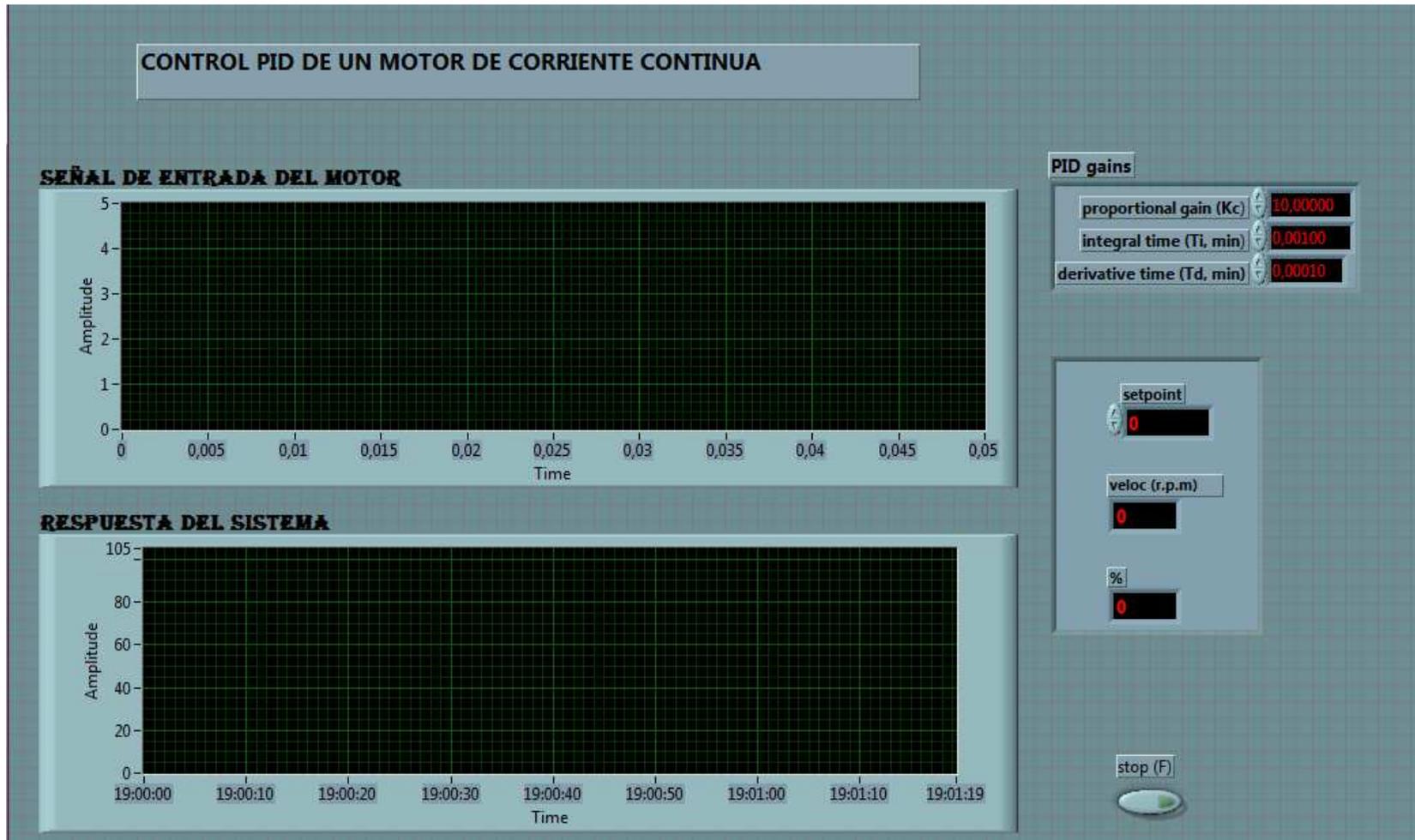
- La señal de entrada no es cuadrada.

Solución:

- Para mejorar la señal lo que se debe realizar es cambiar en las configuraciones del DAQ assistant las opciones samples to read y rate. Que son las muestras de lectura y la velocidad de la misma.

ANEXO D

Presentación del panel frontal



ANEXO E

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

¿Qué efecto provoca la falta de módulos de adquisición de datos en el interaprendizaje de los alumnos de la carrera de Electrónica?

POSTULANTE:

A/C. PAREDES MONTESDEOCA LUCY JHOANA

02 DE AGOSTO DEL 2010

DATOS REFERENCIALES:

INSTITUCIÓN:

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ÁREA DE INFLUENCIA A LA QUE PERTENECE EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL
CORRESPONDIENTE AL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR AERONÁUTICO

Fecha de presentación:

Latacunga, 02 de Agosto del 2010

Responsable del trabajo de graduación:

A/C. Paredes Montesdeoca Lucy Jhoana

Director de trabajo de graduación:

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico desde su creación en noviembre del 1999 ha tratado de dar lo mejor en calidad de educación superior y como su carta de presentación han sido los laboratorios de las distintas especialidades equipadas con los equipos necesarios para el desarrollo enseñanza aprendizaje de quienes se educan en sus aulas. Esto a medida que pasan los años no se ha podido cumplir en su totalidad con las expectativas planteadas en sus inicios ni mucho menos satisfacer las necesidades y requerimientos de los estudiantes de este Instituto.

Los laboratorios de la carrera de Electrónica tanto sus equipos como sus instalaciones han sido cada vez mejoradas para que el desarrollo de las actividades diarias se den sin dificultad y cumplir con todas las expectativas pero el avance de la tecnología van a la par y a paso agigantados haciendo que cada vez los laboratorios requieran ser actualizados de mas equipos, instrumentos, herramientas, material didáctico para las prácticas, generando malestar y conflictos entre los estudiantes y educadores.

Los alumnos de la carrera de Electrónica reciben como materia obligatoria de la malla curricular automatización y control de procesos en la cual se topa temas de estudio como adquisición de señales analógicas o digitales, control de procesos como el de temperatura, de la estación de nivel existente en el laboratorio etc. Pero esto no ha sido posible en un 100% pues la falta de material, herramientas, y equipos en el laboratorio de instrumentación virtual es una necesidad que requiere ser atendida con la mayor prontitud posible.

Es notorio que la falta de módulos de adquisición de datos para las prácticas de los estudiantes conlleva a que las interrogantes sean cada vez mayores sin tener respuesta alguna, por la necesidad y la carencia del mismo.

Esta investigación se hará en el Laboratorio de Instrumentación virtual de la carrera de Electrónica y se va analizar el aspecto de que efectos provoca la falta de módulos de adquisición de datos en el interaprendizaje de los alumnos de la carrera de Electrónica.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efecto provoca la falta de módulos de adquisición de datos en el interaprendizaje de los alumnos de la carrera de Electrónica?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

Hoy en día la necesidad de adquirir módulos de adquisición de datos es de vital importancia pues la demanda de alumnos en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es cada vez mayor y con los que existen actualmente no son suficientes para que el desarrollo de las prácticas sean eficientes y se obtenga resultados positivos en lo posterior.

La presente investigación a la cual nos referimos a continuación que es el efecto que provoca la falta de módulos de adquisición de datos es demasiado útil y de mucha importancia para el beneficio de los estudiantes de la carrera de Electrónica, lo que se pretende dar a conocer con este trabajo es exponer una de tantas maneras de ayudar al estudiante a mejorar el interaprendizaje con la adquisición de nuevos equipos o módulos de adquisición de datos y así que todos puedan aprender de mejor manera ya que ese también es un

impedimento, el de no contar con equipo suficiente en el laboratorio de Instrumentación virtual.

De esta manera beneficiando directamente al alumno y ayudando al instituto tecnológico superior aeronáutico. Además poner mucho empeño en el desarrollo de la tecnología, dando a conocer las nuevas tendencias en el ámbito de la automatización y control de procesos; y hablando directamente en sí de módulos de adquisición de datos modernos que con los que hasta el día de hoy no posee dicho laboratorio. Y así de esta manera también incentivar a los estudiantes a la investigación de nuevos equipos y dispositivos que salen al mercado en el campo de la electrónica.

1.4 OBJETIVOS

GENERAL:

- Contribuir al desarrollo de la tecnología mediante una investigación sobre nuevos dispositivos electrónicos para adquisición de datos y de esta manera mejorar el interaprendizaje de los estudiantes de la carrera de Electrónica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

ESPECÍFICOS:

- Analizar las principales causas y efectos que produce la falta de dispositivos electrónicos.
- Investigar dispositivos que se emplean para la adquisición de señales.

- Establecer comparaciones entre los dispositivos encontrados para reconocer el más eficiente.
- Identificar las ventajas para la implementación de los dispositivos de adquisición de señales que ayude al estudio de los alumnos de Electrónica.

1.5 ALCANCE

El proyecto tratará en primera instancia de una investigación de las causas y efectos de la falta de equipo necesario en el laboratorio de Instrumentación virtual, estrategias que ayuden a mejorar el interaprendizaje de los alumnos, a través de la utilización de productos de mejor tecnología lo que resultaría un equilibrio entre la demanda de alumnos y un consecuente mejoramiento en el aprendizaje.

CAPÍTULO II

PLAN METODOLÓGICO

2.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

Para la eficacia de los resultados en el proyecto de investigación se utilizará una modalidad de campo (participante) pues esta nos relaciona con el estudio que se ajusta a los hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos. Pues se toma contacto, se palpa con la realidad para obtener la información mediante entrevistas que se relacione con los objetivos planteados al inicio de la investigación.

Se añade además una modalidad documental bibliográfica con el propósito de ampliar, profundizar, diferentes enfoques, criterios, conceptualizaciones basándose en documentos, libros, revistas, periódicos, publicaciones etc.

2.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

NO EXPERIMENTAL

La investigación se la realizará enfocada a muchas variables del contexto, puesto que todo fenómeno está influido directa o indirectamente a un marco social determinado por una red de relaciones. Se analizó por medio de criterios la necesidad de módulos de adquisición de datos y tener conocimiento del funcionamiento de este sistema para proceder a la ejecución del mismo.

2.3 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

DESCRIPTIVO

Se utilizará este tipo de investigación debido a que se visitará el laboratorio de Instrumentación Virtual y detalladamente ver la falta de módulos de adquisición de datos así como los resultados finales que se obtengan al finalizar la investigación.

2.4 UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación se realizará en la provincia de Cotopaxi, en el cantón Latacunga, ciudad de Latacunga en este caso la población no existirá pues solo se realizara una entrevista con el docente que imparte la materia de Automatización y Control de procesos es decir la muestra (no probabilística) mediante la cual se hará la investigación, se realizará en base al objetivo del trabajo investigativo.

2.5 RECOLECCIÓN DE DATOS

La recopilación de datos se lo obtendrá de las fuentes que proveerán información, para ello se recurrirá al empleo de técnicas bibliográficas y de campo, que luego de ser analizadas contribuirán con soluciones para el problema planteado.

2.5.1 TÉCNICAS

Bibliográfica Documental: Constituye una manera primordial de obtener información, se recurrirá a libros, visitas técnicas, tesis e internet para extractar búsqueda acerca de módulos de adquisición de datos.

Técnicas de campo.- Permite recolectar información primaria. Entre otras se citan:

- **La observación.-** En este tipo de investigación se realizará la observación del laboratorio de Instrumentación Virtual y además la realización de una entrevista al docente implicado en la materia ya que brindará una mayor aportación a nuestro estudio.

- **Entrevista personal.-** Permitirá adquirir datos respaldados por el docente que imparte conocimientos sobre la utilización y funcionamiento de estos módulos de prueba para así poder recolectar de esta forma información que sustente a esta observación.

2.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de la información se obtendrá tomando en cuenta el resultado obtenidos al aplicar las técnicas de campo y bibliográficas, para poder analizarlos en base a su grado de importancia, realizando un análisis crítico de la información y eliminando de los datos defectuosos, contradictorios, incompletos o no pertinentes.

2.7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El análisis y la interpretación de los resultados se lo hará en base a la entrevista personal al docente. De esta forma se conocerá si existe una relación entre el marco teórico, los resultados que se obtiene y los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones serán elaboradas una vez obtenidos y analizados los resultados.

CAPÍTULO III

EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes que se han tomado como referencia para la realización de este trabajo de investigación, son de los Proyectos de Grado realizados en el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, los cuales han sido aplicados en el Laboratorio de Instrumentación Virtual.

- Proyecto de Grado presentado por el Sr. Inga Toapanta Marco Vinicio cuyo trabajo es: “IMPLEMENTACION DE UN HMI/SCADA UTILIZANDO LA ESTACION DE NIVEL EXISTENTE EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EN EL ITSA” ⁶ , el autor propuso el siguiente objetivo general: “Implementar un HMI/SCADA utilizando la estación de nivel existente en el laboratorio de Instrumentación Virtual” y determino las conclusiones que se detallan:
 - Se realizó un estudio completo de los sistemas de automatización y de los sistemas HMI/SCADA lo cual contribuyo a la implementación del mismo.
 - Los sensores ultrasónicos permiten realizar la medición del líquido de forma rápida y continua para así poder diagnosticar la mejor forma de operar el proceso y disponer de medios de modificar el proceso en el grado deseado.

⁶Sr. Inga (2006), “Implementación de un HMI/SCADA utilizando la estación de nivel existente en el laboratorio de instrumentación virtual en el ITSA”

- Los sistemas HMI/SCADA como se la ha podido apreciar son aplicaciones muy potentes específicamente diseñados para permitir al usuario crear una potente herramienta de dialogo con el sistema automatizado.
- Proyecto de Grado realizado por el Sr. Yuccha Cachaguay Andrés Rodolfo, su tema es “ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA LA AMPLIACIÓN DE ENTRADAS ANALÓGICAS EN EL PLC S7-200 EXISTENTE EN EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAÚTICO”⁷, como resultado del trabajo, el autor planteó el siguiente objetivo general: “Estudiar e implementar un módulo para la ampliación de entradas analógicas en el PLC S7-200 existente en el laboratorio de Instrumentación Virtual” y obtuvo las conclusiones que se numeran a continuación:
- Se recopiló toda la información necesaria del modulo de ampliación y sus entradas analógicas.
 - Se adquirió mucho conocimiento acerca de las funciones utilizadas para la adquisición de entradas analógicas con el módulo de ampliación.
 - El PLC es muy utilizado en sistemas SCADA porque su monitoreo es en tiempo real.

⁷ Sr. Yuccha (2005) Estudio e implementación de un módulo para la ampliación de entradas analógicas en el PLC s7-200 existente en el laboratorio de instrumentación virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

3.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1.2.1 EL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.⁸

Según PALLÁS Areny, Ramón "Un sistema de adquisición de datos es un equipo que nos permite tomar señales físicas del entorno y convertirlas en datos que posteriormente podremos procesar y presentar. A veces el sistema de adquisición es parte de un sistema de control, y por tanto la información recibida se procesa para obtener una serie de señales de control".

El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

DAQ hardware son por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB, etc...)

Los puertos es una forma genérica de denominar a una interfaz a través de la cual los diferentes tipos de datos se pueden enviar y recibir. Dicha interfaz puede ser de tipo físico, o puede ser a nivel de software (por ejemplo, los puertos que permiten la transmisión de datos entre diferentes ordenadores).

3.1.2.1.1. Un puerto serie

Es una interfaz de comunicaciones entre ordenadores y periféricos en donde la información es transmitida bit a bit de manera secuencial, es decir, enviando un solo bit a la vez. Uno de los defectos de los puertos serie iniciales era su lentitud en comparación con los puertos paralelos.

3.1.2.1.2. Un puerto paralelo

Es una interfaz entre una computadora y un periférico, cuya principal característica es que los bits de datos viajan juntos, enviando un paquete de byte a la vez. Es decir, se implementa un cable o una vía física para cada bit de datos formando un bus. Mediante el puerto paralelo podemos controlar también periféricos como focos, motores entre otros dispositivos, adecuados para

⁸ Pallás Areny, Ramón: "Adquisición y Distribución de Señales". Editorial Marcombo.

automatización. El cable paralelo es el conector físico entre el puerto paralelo y el dispositivo periférico. En un puerto paralelo habrá una serie de bits de control en vías aparte que irá en ambos sentidos por caminos distintos.

3.1.2.1.3. Un puerto USB

Permite conectar hasta 127 dispositivos y ya es un estándar en los ordenadores de última generación. Pero ¿qué otras ventajas ofrece este puerto? Es totalmente Plug & Play, es decir, con sólo conectar el dispositivo y "en caliente" (con el ordenador ya encendido), el dispositivo es reconocido, e instalado, de manera inmediata. Sólo es necesario que el Sistema Operativo lleve incluido el correspondiente controlador o driver. Presenta una alta velocidad de transferencia en comparación con otro tipo de puertos. A través del cable USB no sólo se transfieren datos; además es posible alimentar dispositivos externos a través de él.

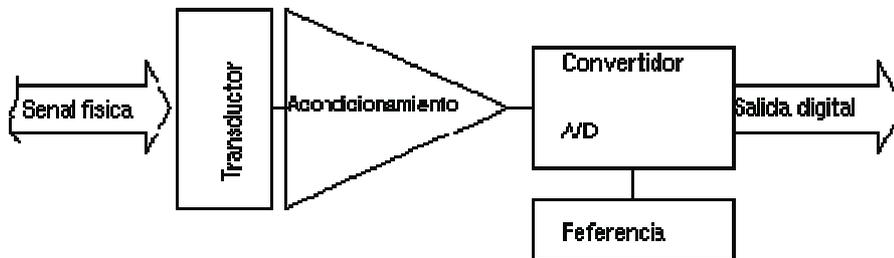
Las tarjetas DAQ a menudo contienen múltiples componentes (multiplexores, ADC, DAC, TTL-IO, temporizadores de alta velocidad, memoria RAM). Estos son accesibles a través de un bus por un micro controlador, que puede ejecutar pequeños programas. El controlador es más flexible que una unidad lógica dura cableada, pero más barato que una CPU de modo que es correcto para bloquear con simples bucles de preguntas.

3.1.2.1.4. Ventajas de las Tarjetas de Adquisición de Datos (DAQ)

Flexibilidad de procesamiento, posibilidad de realizar las tareas en tiempo real o en análisis posteriores (a fin de analizar los posibles errores), gran capacidad de almacenamiento, rápido acceso a la información y toma de decisión, se adquieren gran cantidad de datos para poder analizar, posibilidad de emular una gran cantidad de dispositivos de medición y activar varios instrumentos al mismo tiempo, facilidad de automatización, etc. Se utiliza en la industria, la investigación científica, el control de máquinas y de producción, la detección de fallas y el control de calidad entre otras aplicaciones.

3.1.2.2. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS⁹

En este diagrama podemos ver los bloques que componen nuestro sistema de adquisición de datos:



Esquema de bloques de un S.A.D.

FIG. 3.1

FUENTE: Texas Instruments: "Understanding Data Converters Application Report", 1997, ref nº SLA013

Los bloques principales son:

- El transductor
- El acondicionamiento de señal
- El convertidor analógico-digital
- La etapa de salida (interfaz con la lógica)

3.1.2.2.1 El transductor.

Es un elemento que convierte la magnitud física que vamos a medir en una señal de salida (normalmente tensión o corriente) que puede ser procesada por nuestro sistema. Salvo que la señal de entrada sea eléctrica, podemos decir que el transductor es un elemento que convierte energía de un tipo en otro. Por

⁹ Texas Instruments: "Understanding Data Converters Application Report", 1997, ref nº SLA013

tanto, el transductor debe tomar poca energía del sistema bajo observación, para no alterar la medida.

3.1.2.2.2. El acondicionamiento de señal.

Es la etapa encargada de filtrar y adaptar la señal proveniente del transductor a la entrada del convertidor analógico / digital. Esta adaptación suele ser doble y se encarga de:

- Adaptar el rango de salida del transductor al rango de entrada del convertidor. (Normalmente en tensión).
- Acoplar la impedancia de salida de uno con la impedancia de entrada del otro.

La adaptación entre los rangos de salida del convertidor y el de entrada del convertidor tiene como objetivo el aprovechar el margen dinámico del convertidor, de modo que la máxima señal de entrada debe coincidir con la máxima que el convertidor (pero no con la máxima tensión admisible, ya que para ésta entran en funcionamiento las redes de protección que el convertidor lleva integrada).

Por otro lado, la adaptación de impedancias es imprescindible ya que los transductores presentan una salida de alta impedancia, que normalmente no puede excitar la entrada de un convertidor, cuya impedancia típica suele estar entre 1 y 10 k Ω .

Con más detalle, en una etapa de acondicionamiento podemos encontrar estas etapas, aunque no todas están siempre presentes:

- Amplificación
- Excitación
- Filtrado
- Multiplexado
- Aislamiento
- Linealización

3.1.2.2.3. Amplificación.

Es el tipo más común de acondicionamiento. Para conseguir la mayor precisión posible la señal de entrada deber ser amplificada de modo que su máximo nivel coincida con la máxima tensión que el convertidor pueda leer.

3.1.2.2.4. Aislamiento.

Otra aplicación habitual en el acondicionamiento de la señal es el aislamiento eléctrico entre el transductor y el ordenador, para proteger al mismo de transitorios de alta tensión que puedan dañarlo. Un motivo adicional para usar aislamiento es el garantizar que las lecturas del convertidor no son afectadas por diferencias en el potencial de masa o por tensiones en modo común.

Cuando el sistema de adquisición y la señal a medir están ambas referidas a masa pueden aparecer problemas si hay una diferencia de potencial entre ambas masas, apareciendo un "bucle de masa", que puede devolver resultados erróneos.

3.1.2.2.5 Multiplexado.

El multiplexado es la conmutación de las entradas del convertidor, de modo que con un sólo convertidor podemos medir los datos de diferentes canales de entrada. Puesto que el mismo convertidor está midiendo diferentes canales, su frecuencia máxima de conversión será la original dividida por el número de canales muestreados.

3.1.2.2.6 Filtrado.

El fin del filtro es eliminar las señales no deseadas de la señal que estamos observando. Por ejemplo, en las señales cuasi-continuas, (como la temperatura) se usa un filtro de ruido de unos 4 Hz, que eliminará interferencias, incluidos los 50/60 Hz de la red eléctrica.

Las señales alternas, tales como la vibración, necesitan un tipo distinto de filtro, conocido como filtro antialiasing, que es un filtro pasabajo pero con un corte muy brusco, que elimina totalmente las señales de mayor frecuencia que la

máxima a medir, ya que se si no se eliminasen aparecerían superpuestas a la señal medida, con el consiguiente error.

3.1.2.2.7. Excitación.

La etapa de acondicionamiento de señal a veces genera excitación para algunos transductores, como por ejemplos las galgas extesométricas, termistores o RTD, que necesitan de la misma, bien por su constitución interna, (como el termistor, que es una resistencia variable con la temperatura) o bien por la configuración en que se conectan (como el caso de las galgas, que se suelen montar en un puente de Wheatstone).

3.1.2.2.8. Linealización.

Muchos transductores, como los termopares, presentan una respuesta no lineal ante cambios lineales en los parámetros que están siendo medidos. Aunque la Linealización puede realizarse mediante métodos numéricos en el sistema de adquisición de datos, suele ser una buena idea el hacer esta corrección mediante circuitería externa.

3.1.2.2.9. El convertidor Analógico / Digital.

Es un sistema que presenta en su salida una señal digital a partir de una señal analógica de entrada, (normalmente de tensión) realizando las funciones de cuantificación y codificación.

La cuantificación implica la división del rango continuo de entrada en una serie de pasos, de modo que para infinitos valores de la entrada la salida sólo puede presentar una serie determinada de valores. Por tanto la cuantificación implica una pérdida de información que no podemos olvidar.

La codificación es el paso por el cual la señal digital se ofrece según un determinado código binario, de modo que las etapas posteriores al convertidor puedan leer estos datos adecuadamente. Este paso hay que tenerlo siempre en cuenta, ya que puede hacer que obtengamos datos erróneos, sobre todo cuando el sistema admite señales positivas y negativas con respecto a masa, momento en el cual la salida binaria del convertidor nos da tanto la magnitud como el signo de la tensión que ha sido medida.

La etapa de salida es el conjunto de elementos que permiten conectar el s.a.d con el resto del equipo, y puede ser desde una serie de buffers digitales incluidos en el circuito convertidor, hasta un interfaz RS 232, RS 485 o Ethernet para conectar a un ordenador o estación de trabajo, en el caso de sistemas de adquisición de datos comerciales.

3.1.2.3. EL MUESTREO DE LA SEÑAL¹⁰

El muestreo de la señal implica pérdida de información respecto a la señal de entrada, ya que de un número infinito de valores posibles para la entrada sólo tenemos un valor finito de valores posibles para la salida. Por tanto es fundamental saber cuántas muestras hemos de tomar.

La respuesta a esta pregunta depende del error medio admisible, el método de reconstrucción de la señal (si es que se usa) y el uso final de los datos de la conversión.

Independientemente del uso final, el error total de las muestras será igual al error total del sistema de adquisición y conversión más los errores añadidos por el ordenador o cualquier sistema digital.

Para dispositivos incrementales, tales como motores paso a paso y conmutadores, el error medio de los datos muestreados no es tan importante como para los dispositivos que requieren señales de control continuas.

Para ver el error medio de muestreo en los datos, consideremos el caso en el que se toman dos muestras por ciclo de señal sinusoidal, y la señal se reconstruye directamente desde un convertidor D/A sin filtrar (reconstrucción de orden cero). El error medio entre la señal reconstruida y la original es la mitad de la diferencia de áreas para medio ciclo, que es un 32% para una reconstrucción de orden cero, o del 14 % para una reconstrucción de orden uno.

¹⁰ Loveday, G.C.: "Diseño de Hardware Electrónico". Editorial Paraninfo.

De cualquier modo, la precisión instantánea en cada muestra es igual a la precisión del sistema de adquisición y conversión, y en muchas aplicaciones esto puede ser más que suficiente.

La precisión media de los datos muestreados puede mejorarse con estos métodos:

- Aumentar el número de muestras por ciclo
- Filtrado previo al multiplexado
- Filtrar la salida del convertidor digital / analógico

La mejora en la precisión media es espectacular con un pequeño aumento en el número de muestras por ciclo, como podemos ver en esta figura:

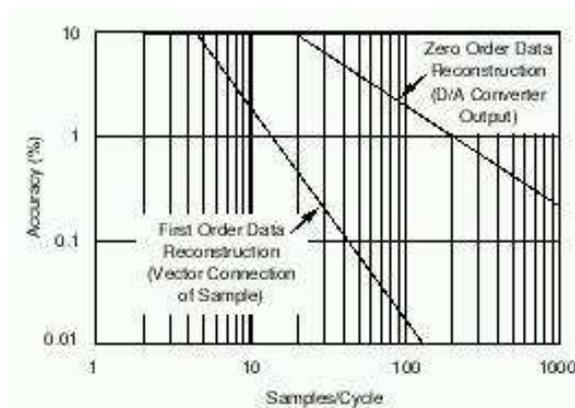


FIG. 3.2

FUENTE: Marcombo. Loveday, G.C.: "Diseño de Hardware Electrónico". Editorial Paraninfo.

Para una reconstrucción de orden cero, podemos ver que con más de 10 muestras por ciclo de señal, podemos conseguir precisiones del 90 % o mejor. Normalmente se usan entre 7 y 10 muestras por ciclo.

3.1.2.4. OTROS CONCEPTOS NECESARIOS PARA LA ADQUISICIÓN DE SEÑALES¹¹

3.1.2.4.1. Estabilidad de la tensión de referencia.

Los convertidores usan varios métodos para digitalizar la señal, pero siempre respecto a una tensión de referencia. En los casos en los que la señal de referencia sea externa deberemos tener en cuenta estas ideas:

- Usar un elemento que de una tensión con poca deriva térmica.
- Adecuar la impedancia de salida de la referencia a la impedancia de entrada del convertidor.
- Filtrar adecuadamente la salida de la referencia, así como la tensión de alimentación que se le aplica.

3.1.2.4.2. Filtrado de las líneas de alimentación.

Es imprescindible que las líneas de alimentación estén debidamente desacopladas con el uso de condensadores. Además del típico condensador electrolítico, que es adecuado para atenuar las fluctuaciones de la alimentación debidas al rizado de red, es imprescindible añadir condensadores cerámicos de unos 100 nF próximos al convertidor, para evitar los transitorios de alta frecuencia.

3.1.2.4.3. Trazado adecuado y separado de la alimentación analógica y digital.

Este aspecto, que muchas veces no se tiene en cuenta, es fundamental y puede llegar a darnos muchos problemas, sobre todo cuando medimos tensiones del orden de uno o dos mV.

El problema se debe a que los conductores de alimentación tienen una resistencia no nula, y si tenemos un microcontrolador, por ejemplo, trabajando a 4 MHz, aparecerán en la alimentación picos de intensidad de la misma frecuencia. Estos picos generarán caídas de tensión al circular por las pistas de la placa, y estas tensiones harán que el nivel de masa fluctúe, con el

¹¹ <http://www.monografias.com/trabajos17/sistemas-adquisicion-dato/sistemas-adquisicion-dato.shtml>

consiguiente efecto en la circuitería analógica. En resumen, podemos recomendar la observación de estos puntos:

- Las pistas de masa han de ser anchas y ocupar la mayor extensión posible (planos de masa).
- Debe haber dos planos de masa separados, uno para los circuitos digitales y otro para los analógicos.
- Los planos de masa deben conectarse en un sólo punto, que habitualmente es la masa del conector de alimentación.
- Si es posible, usar dos reguladores separados para cada uno de los bloques (analógico y digital).
- Tanto si se usa un regulador, como si se usan dos es necesario dividir las líneas de alimentación del mismo modo que las de masa, esto es, con una conexión en estrella.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO PARTICIPANTE

Se aplica la investigación de campo participante, puesto que el desarrollo del proyecto se lo realiza en el laboratorio Instrumentación Virtual del ITSA.

Se ha sido participe y se ha palpado la realidad que a diario se repite pues la falta de módulos de adquisición de datos impide que se lleve a cabo con normalidad las actividades programadas por el docente y la vez el malestar causado por los alumnos pues el tiempo apremia y el aprendizaje es mínimo pues es de mucha importancia, que el conocimiento de los estudiantes sea más óptimo y práctico.

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA DOCUMENTAL.

Se utiliza esta modalidad que sirve para obtener información de los módulos de adquisición de datos que se han adquirido en años anteriores, los mismos que tenían relación con la falta de material didáctico, inexistente en el laboratorio de Instrumentación Virtual, y que fue de mucha ayuda para poder realizar nuestra investigación.

Para la elaboración se recopiló información del internet y de libros existentes en la biblioteca.

3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL.

Dada la verificación pertinente, la situación que existe en el laboratorio de Instrumentación Virtual de los hechos que ya se han presentado y que se han manifestado en una serie de ocasiones y se encuentran activas todos los días, durante la labor académica, conlleva a que la falta de módulos de adquisición de datos, sea una necesidad que requiere ser atendida con la mayor brevedad posible.

3.4 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

DESCRIPTIVO

La visita que se ha llevado a cabo y la observación minuciosa del Laboratorio de Instrumentación Virtual se manifiesta en una sola realidad la cual es la falta de módulos de adquisición de datos pues en la actualidad este laboratorio solo cuenta con dos módulos de adquisición de datos de las cuales uno de ellos tiene una falla la que impide que esté operativo y se lo pueda utilizar con normalidad es decir que son insuficientes para realizar las tareas planificadas por el docente pues es una herramienta muy indispensable para las prácticas que se realizan con los alumnos de la carrera de Electrónica.

3.5. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA.

La única muestra que se obtiene es la entrevista por parte del docente que dicta clases en el laboratorio de Instrumentación Virtual, debido a que es la persona que utiliza el laboratorio para impartir clases tanto teórico como práctico.

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se la realizó primero en base a la observación directa que permitió el análisis que se requería, cabe mencionar que la recolección de datos también fue realizada por medio de la opinión del docente que sabe las necesidades latentes actualmente en el laboratorio, también de páginas de internet.

3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En este punto mediante la información necesaria que fue recolectada para nuestro proceso de investigación por medio de la observación, y la entrevista realizada al docente implicado que conoce las carencias y que coincide con la falta de módulos de adquisición de datos.

La entrevista fue exitosamente confiable ya que fue representativa y por ofrecer la ventaja de ser más práctica, económica, y la más eficiente en la investigación. Por lo que al término de la entrevista se procedió analizar los resultados de las preguntas previamente formuladas (ver anexo A formato de la entrevista).

3.8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Entrevista realizada al Sr. Ing. Marco Pilatasig docente de la carrera de Electrónica que imparte la materia de Automatización y Control de Procesos en el laboratorio de Instrumentación Virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

ENTREVISTA

- 1. ¿Qué prácticas realiza utilizando los módulos de adquisición de datos existentes actualmente en el laboratorio de instrumentación virtual para la materia de automatización y control de procesos?**

Adquisición de señales analógicas de temperatura y nivel de líquido, también la manipulación de entradas y salidas digitales.

- 2. Debido a la demanda de alumnos que existe cada semestre ¿Cuántos alumnos cree conveniente que deben estar en cada modulo de adquisición de datos para que el aprendizaje sea más optimo?**

Lo recomendable seria tres alumnos por módulo, para que cada uno entienda y comprenda el funcionamiento de los módulos de adquisición de datos.

- 3. ¿Cuál piensa usted que es la principal desventaja que presentan las tarjetas actualmente utilizadas en el laboratorio?**

Las tarjetas están conectadas en el bus de la tarjeta madre de la PC y esto impide que la tarjeta DAQ pueda ser utilizada en cualquiera de las PC del laboratorio de instrumentación virtual.

- 4. ¿Sabe usted que tipos de módulos de adquisición de datos existen actualmente?**

Existen tarjetas de adquisición de datos con bus USB.

- 5. Con referencia a la pregunta anterior ¿Cuál cree usted que es la más apropiada para realizar prácticas con los alumnos? ¿por qué?**

Las tarjetas con bus USB serian las más apropiadas debido a la velocidad de transmisión de información y a la frecuencia de muestreo que presentan.

6. ¿Cree usted necesario la adquisición de nuevos módulos de adquisición de datos para mejorar el inter-aprendizaje de los alumnos? ¿Por qué?

Es necesario, porque los alumnos deben conocer las innovaciones que aparecen dentro del control de procesos y estar acorde a los avances tecnológicos.

7. ¿Qué beneficios traería consigo adquirir más módulos de adquisición de datos?

Realizar más prácticas de laboratorio ya que los alumnos no perderían tiempo hasta que los otros grupos finalicen las respectivas prácticas.

3.8.1 RESULTADO GENERAL DE LA ENTREVISTA

Una vez realizada la entrevista al docente, se recolecto toda la información y enseguida se revisó las interrogantes formuladas ordenadamente, y se procedió a la interpretación por pregunta.

En la primera pregunta de la entrevista: ¿Qué prácticas realiza utilizando los módulos de adquisición de datos existentes actualmente en el laboratorio de instrumentación virtual para la materia de automatización y control de procesos?, el entrevistado coincide con los objetivos planteados en la investigación pues la misma hace referencia a la falta de módulos de adquisición de datos pues las practicas que realiza con los módulos existentes no son suficientes para el interaprendizaje de los alumnos. Esta

respuesta fundamenta un alto porcentaje de la propuesta de investigación por lo que se debe tener en cuenta esta opinión para futuras decisiones.

En la segunda pregunta de la entrevista: Debido a la demanda de alumnos que existe cada semestre ¿Cuántos alumnos cree conveniente que deben estar en cada modulo de adquisición de datos para que el aprendizaje sea más optimo?, tiene como resultado un mínimo de tres alumnos para cada módulo de adquisición de datos para que de esta manera haya un aprendizaje más óptimo, pues actualmente solo existen dos módulos.

En la tercera pregunta de la entrevista: ¿Cuál piensa usted que es la principal desventaja que presentan las tarjetas actualmente utilizadas en el laboratorio?, el entrevistado enmarca el problema que existe con las tarjetas actualmente pues no existe el número suficiente para que las prácticas puedan ser realizadas de una manera eficiente dejando falencias en el aprendizaje de los alumnos.

En la cuarta pregunta de la entrevista: ¿Sabe usted que tipos de módulos de adquisición de datos existen actualmente?, el resultado de la entrevista menciona que las tarjetas de adquisición de datos actualmente utilizadas son las USB, lo que recalca la falta de módulos de adquisición de datos de tipo USB, pues es una necesidad que requiere ser atendida con la debida importancia.

En la quinta pregunta de la entrevista: Con referencia a la pregunta anterior ¿Cuál cree usted que es la más apropiada para realizar prácticas con los alumnos? ¿Por qué?, se menciona nuevamente que las tarjetas más apropiadas para realizar las diferentes practicas con los alumnos son las tarjetas USB; pues su velocidad de transmisión y la frecuencia de muestreo es más rápida en comparación a las que se está utilizando actualmente en el laboratorio, lo que implica una necesidad de adquirir estas tarjetas.

En la sexta pregunta de la entrevista: ¿Cree usted necesario la adquisición de nuevos módulos de adquisición de datos para mejorar el inter-aprendizaje de los alumnos? ¿Por qué?, el entrevistado afirma la falta de módulos de adquisición de datos para mejorar el aprendizaje de los alumnos pues deben estar a la par con los avances tecnológicos sobre todo al campo de control y automatización de procesos.

Finalmente en la séptima pregunta de la entrevista: ¿Qué beneficios traería consigo adquirir más módulos de adquisición de datos?, el docente llega a una sola conclusión pues la falta de módulos de adquisición de datos de una u otra manera impide realizar más prácticas de laboratorio puesto que solo se cuenta con dos módulos para la gran demanda de alumnos existentes en la carrera.

3.9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.9.1 CONCLUSIONES

- Se necesita obtener módulos de adquisición de datos que aporten con material didáctico suficiente para las prácticas de los alumnos.
- En vista que no se posee con los módulos necesarios de adquisición de datos el aprendizaje de los estudiantes en la materia de Automatización y Control de procesos no es suficientemente efectiva.
- Se puede indicar que en el laboratorio de Instrumentación Virtual se necesita ser equipado acorde al avance de la tecnología actual, lo cual permitirá la actualización de conocimientos de los estudiantes y docentes del ITSA.

3.9.2 RECOMENDACIONES

- Como una recomendación principal es la adquisición de módulos de adquisición de datos para el Laboratorio de Instrumentación Virtual.

CAPÍTULO IV

FACTIBILIDAD

INTRODUCCIÓN.

La intención es proceder al estudio y análisis con el cual permitirá establecer los parámetros de la investigación y obtener una solución al problema planteado.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A través de la entrevista realizada al docente se determina la situación actual, Existe un promedio de 25 alumnos en cada nivel, que utilizan este laboratorio Instrumentación Virtual en el cual reciben la materia de Automatización y Control de Procesos.

En este laboratorio únicamente existen dos módulos de adquisición de datos es decir para las prácticas a realizarse se dividen en cuatro grupos de seis personas aproximadamente por lo que es notorio que se necesita mucho tiempo por grupo para realizar las prácticas pertinentes, una situación incómoda para el docente pues supo mencionar en la entrevista que se pierde tiempo ya que mientras unos grupos realizan las prácticas los demás tienen que esperar sin hacer ninguna actividad hasta que finalicen las prácticas los primeros grupos.

Es ardua la labor y a la vez perjudicial ya que es imposible avanzar con la materia según el cronograma de actividades establecido por el docente debido a la falta de módulos de adquisición de datos pues la demanda existente de alumnos es cada vez mayor.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD.

Para la implementación de módulos de adquisición de datos es necesario tomar en cuenta las factibilidades necesarias tales como:

- Factibilidad Técnica.
- Factibilidad Operacional.
- Factibilidad Económica.

4.1- FACTIBILIDAD TÉCNICA.

A continuación se presentará los materiales necesarios para la ejecución del proyecto de investigación cabe resaltar que estos parámetros son de gran importancia pues determinan la viabilidad del proyecto.

MATERIALES	OBTENCIÓN
2 Módulos de Adquisición de Datos USB 6008	Compra
2 Motores de corriente continua	Existentes en el Laboratorio de Instrumentación Virtual
Dispositivos electrónicos (Im741, resistencias, capacitores, relays etc.)	Compra
Computador que incluye el programa LABVIEW	Existentes en el Laboratorio de Instrumentación Virtual
Fuente de alimentación	Existentes en el Laboratorio de Instrumentación Virtual

Los módulos de adquisición de datos USB 6008 contienen como características principales:

- 8 entradas analógicas (12 bits, 10 kS/s)

- 2 salidas analógicas (12 bits a 150 S/s), 12 E/S digitales; contador de 32 bits
- Energizado por bus para una mayor movilidad, conectividad de señal integrada
- Compatible con LabVIEW.

Los dos motores de corriente continua existentes en el laboratorio de Instrumentación Virtual son de los módulos DTS3B en la cual tiene como característica básica que son regulables de 0 a 8 voltios.

Los dispositivos electrónicos como LM741 que son integrados operacionales, así como resistencias, capacitores, relays se utilizarán para circuitos de acoplamiento entre el módulo y el motor de corriente continua.

El computador que incluye el programa labview se utilizará para control y monitoreo.

4.2- FACTIBILIDAD OPERATIVA.

El laboratorio de Instrumentación Virtual contará con dos nuevos módulos de adquisición de datos USB 6008 en la cual realizaremos una aplicación que será de mucha utilidad para el aprendizaje de los alumnos.

Dada las características anteriormente mencionadas de los módulos de adquisición de datos se realizará un control PID (proporcional integral derivativo) de un motor de corriente continua es decir un mecanismo de control por realimentación la cual corregirá el error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener calculándolo y luego sacando una acción correctora que puede ajustar al proceso acorde. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. Y se

realizará el monitoreo por medio del programa Labview que se encuentra instalada en la computadora existente en el Laboratorio de Instrumentación Virtual.

Con los dispositivos electrónicos realizaremos un circuito de acoplamiento entre el módulo de adquisición de datos y el motor de corriente continua pues la salida debe ser de 5 voltios y el motor varía de 0 a 8 voltios.

Se determina que la tarea a ejecutar en el tiempo establecido, cuentan con capacidad operativa respectiva y existe la necesidad de módulos de adquisición de datos en el laboratorio de Instrumentación Virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, además por ningún motivo la ejecución de la investigación producirá alteración o daño en el laboratorio.

4.3- FACTIBILIDAD ECONÓMICA

El recurso económico que se necesita debe ser factible para ejecutar el proyecto en los pasos requeridos, razón por la cual se determinó que el proyecto de investigación es factible después de las averiguaciones pertinentes de los materiales y herramientas que se utilizarán en la misma. Los costos que lleva adquirir módulos de adquisición de datos son los siguientes:

COMPRA DE MÓDULOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS (USB6008)

GASTOS PRINCIPALES

Cant.	Descripción	Costo estimado C/U	TOTAL
2	USB 6008	\$248,64 v/u	\$497.28
	Dispositivos electrónicos	\$40	\$40
1	Encoder	\$100	\$100
	TOTAL		\$637.28

GASTOS PRIMARIOS

Descripción	Valor
Útiles de oficina	\$10
Internet	\$15
Impresiones	\$30
Anillado	\$10
Copias	\$10
TOTAL	\$75

GASTOS SECUNDARIOS

Descripción	Valor
Alimentación	\$ 25
Movilización provincial	\$ 25
TOTAL	\$50

TOTAL DE GASTOS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO DE GRADO

Descripción	Valor
Gastos principales	\$637.28
Gastos primarios	\$75
Gastos secundarios	\$50
TOTAL	\$762.28

CAPÍTULO V

DENUNCIA DEL TEMA

“Implementación de un lazo de control PID utilizando la tarjeta de adquisición de datos USB6008”

GLOSARIO

BIT: Es el acrónimo de Binary digit. (Dígito binario). Un bit es un dígito del sistema de numeración binario. Un bit o dígito binario puede representar uno de esos dos valores, 0 ó 1.

BUFFERS: Buffer es un espacio de memoria, en el que se almacenan datos para evitar que el programa o recurso que los requiere, ya sea hardware o software, se quede en algún momento sin datos.

BYTE: Un byte debe ser considerado como una secuencia de bits contiguos, cuyo tamaño depende del código de información o código de caracteres en que sea definido.

DAQ: Tarjeta de Adquisición de datos.

DERIVA TÉRMICA: Debido a que una unión semiconductor varía su comportamiento con la temperatura, los A.O. también cambian sus características, en este caso hay que diferenciar el tipo de transistor en el que está basado, así las corrientes anteriores variarán de forma diferente con la temperatura si son bipolares o JFET.

EMULAR: Imitar las acciones de otro procurando igualarlo o superarlo

ETHERNET: Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CDs ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones.

FILTRO ANTIALIASING: es un filtro pasabajo pero con un corte muy brusco, que elimina totalmente las señales de mayor frecuencia que la máxima a medir,

ya que si no se eliminasen aparecerían superpuestas a la señal medida, con el consiguiente error.

INTERFAZ: Es la conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre ambas.

MEMORIA RAM: Es la memoria desde donde el procesador recibe las instrucciones y guarda los resultados. Es el área de trabajo para la mayor parte del software de un computador.

MULTIPLEXORES: Los multiplexores son circuitos combinatoriales con varias entradas y una salida de datos, y están dotados de entradas de control capaces de seleccionar una, y sólo una, de las entradas de datos para permitir su transmisión desde la entrada seleccionada a la salida que es única.

PERIFÉRICO: Se denominan periféricos a los aparatos o dispositivos auxiliares e independientes conectados a la unidad central de procesamiento de una computadora.

PLUG & PLAY: Es una forma de expresión, con sólo conectar el dispositivo y "en caliente" (con el ordenador ya encendido), el dispositivo es reconocido, e instalado, de manera inmediata.

PUENTE DE WHEATSTONE: Un puente de Wheatstone es un instrumento eléctrico de medida, utilizado para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de los brazos del puente. Estos están constituidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado, siendo una de ellas la resistencia bajo medida.

RTD: Los detectores de temperatura resistivos (RTD – Resistance Temperature Detector) son sensores de temperatura basados en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura. Su símbolo es el siguiente, en el que se indica una variación lineal con coeficiente de temperatura positivo.

RS 232: Es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras en las que también se utiliza la interfaz RS-232.

RS 485: Es una especificación eléctrica (de la capa física en el modelo OSI) de las conexiones half-duplex, two-wire y multipoint serial.

TTL-IO: Entrada-salida Digital que es caracterizada por los voltajes predefinidos para apagar y encender. Por lo tanto pueden ser utilizados solamente para controlar un circuito electrónico.

TERMISTORES: Un termistor es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.

TERMOPARES: Un termopar es un dispositivo formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje, que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado "punto caliente" o unión caliente o de medida y el otro denominado "punto frío" o unión fría o de referencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Texas Instruments: "Understanding Data Converters Application Report", 1997, ref nº SLA013
- Pallás Areny, Ramón: "Adquisición y Distribución de Señales". Editorial Marcombo.
- Loveday, G.C.: "Diseño de Hardware Electrónico". Editorial Paraninfo.

- Sr. Inga (2006), "Implementación de un HMI/SCADA utilizando la estación de nivel existente en el laboratorio de instrumentación virtual en el ITSA"

- Sr. Yuccha (2005) Estudio e implementación de un módulo para la ampliación de entradas analógicas en el PLC s7-200 existente en el laboratorio de instrumentación virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

ANEXOS

ANEXO A

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA CON MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

ENTREVISTA

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar: Latacunga, Av. Javier Espinoza y Amazonas
Fecha: 27-07-2010
Entrevistador: Jhoana Paredes
Entrevistado: Ing. Marco Pilatasig

OBJETIVOS:

- Investigar el criterio de un especialista sobre la importancia adquirir nuevos dispositivos netamente tarjetas de adquisición de datos.

PREGUNTAS:

1. ¿Qué prácticas realiza utilizando los módulos de adquisición de datos existentes actualmente en el laboratorio de instrumentación virtual para la materia de automatización y control de procesos?
2. Debido a la demanda de alumnos que existe cada semestre ¿Cuántos alumnos cree conveniente que deben estar en cada modulo de adquisición de datos para que el aprendizaje sea más optimo?
3. ¿Cuál piensa usted que es la principal desventaja que presentan las tarjetas actualmente utilizadas en el laboratorio?
4. ¿Sabe usted que tipos de módulos de adquisición de datos existen actualmente?
5. Con referencia a la pregunta anterior ¿Cuál cree usted que es la más apropiada para realizar prácticas con los alumnos? ¿por qué?
6. ¿Cree usted necesario la adquisición de nuevos módulos de adquisición de datos para mejorar el inter-aprendizaje de los alumnos? ¿por qué?

7. ¿Qué beneficios traería consigo adquirir más módulos de adquisición de datos?

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

Apellidos: PAREDES MONTESDEOCA
Nombres: LUCY JHOANA
Cedula de ciudadanía: 160053709-4
Estado Civil: SOLTERA
Ciudad: PUYO
Dirección Domiciliaria: CALLE CESLAO MARIN Y PACAYACU
Teléfono: (03) 2883205



ESTUDIOS REALIZADOS:

Primaria:

- ❖ ESCUELA FISCAL DE NIÑAS ANDOAS PUYO-PASTAZA

Secundaria:

- ❖ UNIDAD EDUCATIVATIVA SAN VICENTE FERRER PUYO

Superior:

- ❖ INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO

TÍTULOS OBTENIDOS:

- ❖ BACHILLER FÍSICO-MATEMÁTICO
- ❖ TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA
- ❖ SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS

CURSOS REALIZADOS:

- ❖ SUFICIENCIA EN EL IDIOMA INGLÉS

EXPERIENCIAS LABORALES:

- ❖ CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO “CEMA”
ESPECIALIDAD AVIÓNICA
- ❖ FUNDACIÓN AMAZÓNICA ALAS DE ESPERANZA.
- ❖ GRUPO MINGA STP

ACEPTACIÓN DEL USUARIO

Latacunga, 28 de Febrero del 2011

Yo, ING PABLO PILATASIG en calidad de encargado del Laboratorio de Instrumentación Virtual del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, me permito informar lo siguiente:

El proyecto de graduación elaborado por la Srta. **PAREDES MONTESDEOCA LUCY JHOANA**, con el tema: “**IMPLEMENTACIÓN DE UN LAZO DE CONTROL PID UTILIZANDO LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS USB6009**”, ha sido efectuado de forma satisfactoria en las dependencias de mi cargo y que la misma cuenta con todas las garantías de funcionamiento, por lo cual extiendo este aval que respalda el trabajo realizado por el mencionado estudiante.

Por tanto me hago cargo de todas las instalaciones realizadas por la Señorita estudiante.

Atentamente

ING. PABLO PILATASIG
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

Paredes Montesdeoca Lucy Jhoana

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**Ing. Pablo Pilatasig Director Carrera de Electrónica Mención
Instrumentación & Aviónica**

Latacunga, 28 de Febrero del 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **Paredes Montesdeoca Lucy Jhoana**, Egresada de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica, en el año 2010 con Cédula de Ciudadanía N° **160053709-4**, autor del Trabajo de Graduación **Implementación de un lazo de control PID utilizando la tarjeta de adquisición de datos USB6009**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Paredes Montesdeoca Lucy Jhoana
CI. 160053709-4

Latacunga, 28 de Febrero del 2011