CAPÍTULO II.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

2.1 Diagrama a Bloques.

La siguiente figura muestra el diagrama a bloques que representa el funcionamiento del sistema; el sistema está conformado por circuitos, canales de transmisión, piezas y otros elementos.

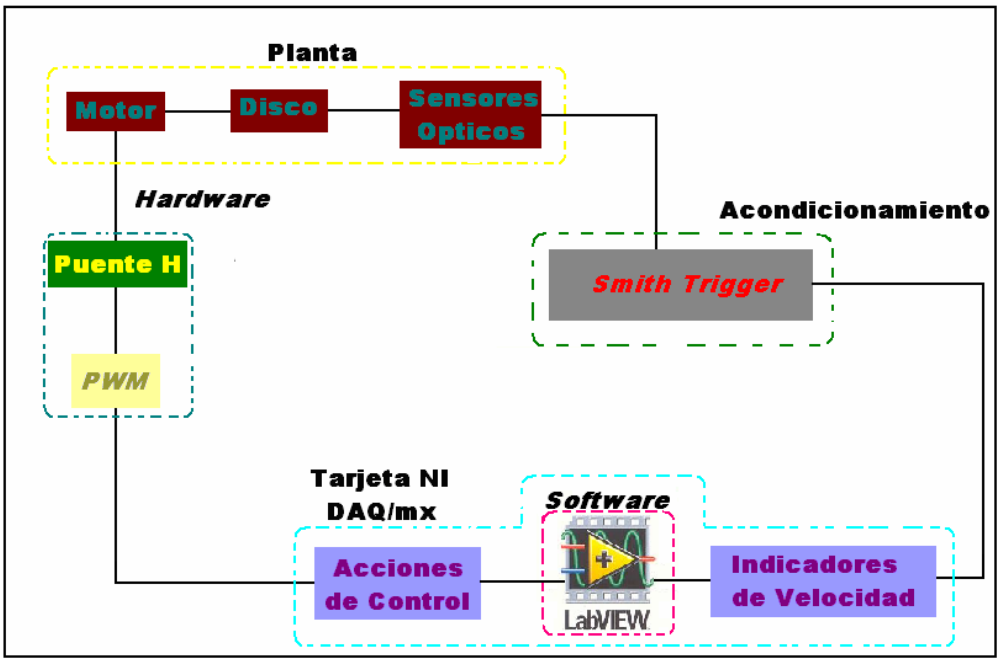


Figura 2.1 Diagrama a Bloques del Sistema.

La planta recibe una señal proveniente del puente H para alimentar el motor, que mediante una flecha gira un disco en un ángulo de 360 grados el cual se va a sensar. El disco tiene dos sensores ópticos como elemento de medición de velocidad, la señal se entrega a la tarjeta de adquisición de datos. La tarjeta DAQmx se encarga de procesar el pulso que registra el sensor. La tarjeta DAQmx se encarga de procesar las diferentes frecuencias a las que es sometido el sensor, pues al recibir la señal de medición la convierte en una palabra de control que es enviada al programa de interface con el motor para observar las mediciones.

Internamente se cuenta con DAC que sirven para la conversión de las señales digitales que salen de puerto de salida de la tarjeta en señales analógicas. Además es posible calibrar los voltajes de referencia que utiliza el convertidor digital-análogo, esto con el fin de que si es necesario un cambio en la planta pueda realizarce fácilmente.

2.2 Descripción del Diagrama a Bloques.

2.2.1 Planta.

La planta se trata del dispositivo a ser controlado, en este caso son piezas mecánicas que utilizan la fuerza de un motor (24 volts a 11 amperes) y un disco de aluminio de 13.2 cm de diametro.

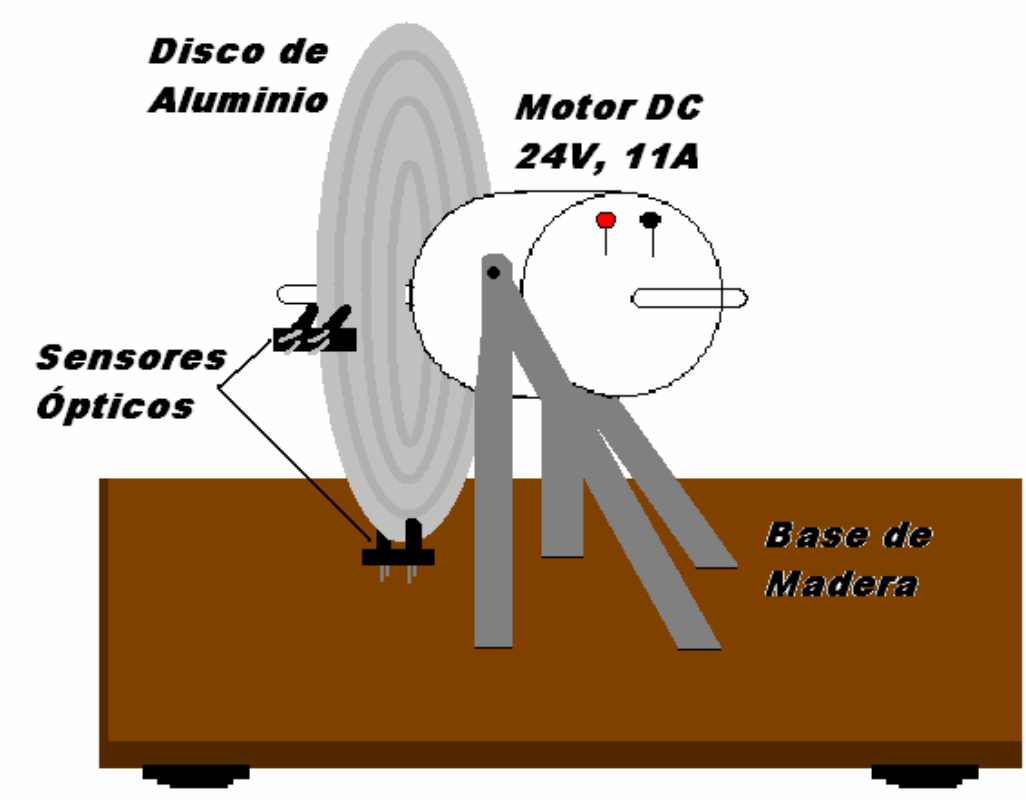


Figura 2.2 Planta.

El giro del rotor del motor es medido por dos sensores ópticos separados 90 grados uno del otro, para poder tener como resultado la velocidad del disco en el caso de que fallara uno de los sensores.

El disco está construido en aluminio para que tenga fuerza al girar, así como ligereza; el motor esta sujeto por la parte inferior a una base de madera de cierto peso, para evitar la vibración que produce el disco al girar. La figura siguiente muestra una vista lateral de la construcción de la planta.

Figura 2.3 Fotografía de la Planta.

La figura anterior muestra una foto lateral de la planta dónde se puede ver el motor de la planta. Como se puede ver en la parte de en medio el sensor tiene cuatro cables conectados por cada extremo, esto es porque el sensor tiene un lado en el que emite un haz de luz y del otro lado tiene un fotodector que recibe el pulso que emite el láser. La señal que entregan los sensores es acondicionada con un con un schmitt trigger para eliminar las señales negativas.

El sensor H21A1, los H21A2 y los H21A3 consisten en un diodo que emite infrarrojo del arseniuro de galio juntado con un fototransistor del silicio en una cubierta plástica. El sistema de empaquetado se diseña para optimizar la resolución mecánica, la eficacia que se junta, el rechazamiento ligero ambiente, el costo y la confiabilidad. El boquete en la cubierta provee de los medios de interrumpir la señal un material opaco, cambiando la salida de "on" a un estado de "off".

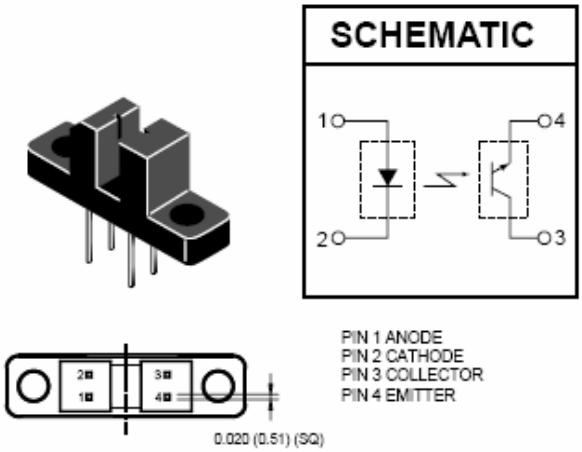


Figura 2.4 Fotodetector H21A3.

2.2.2 Schmitt Trigger.

Un Schmitt trigger cambia su estado de salida cuando la tensión en su entrada sobrepasa un determinado nivel; la salida no vuelve a cambiar cuando la entrada baja de ese voltaje, sino que el nivel de tensión para el cambio es otro distinto, más bajo que el primero. A este efecto se conoce como ciclo de histéresis. Ésta es la principal diferencia con un comparador normal, que es un simple amplificador operacional sin realimentación, y que su salida depende únicamente de la entrada mayor.

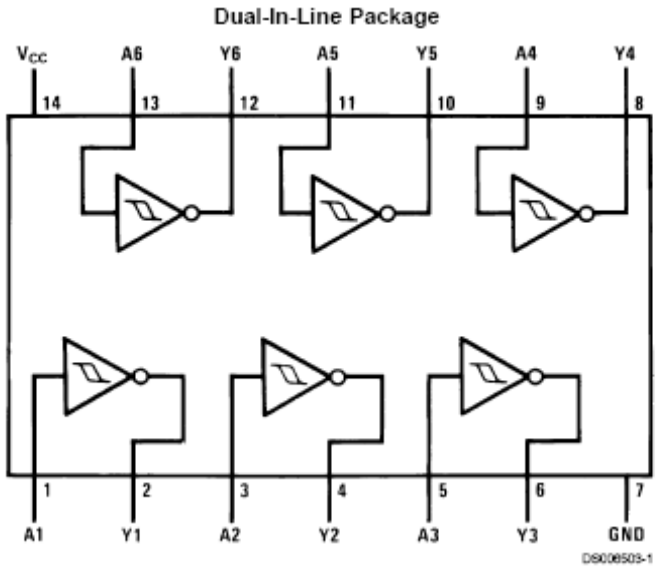


Figura 2.5 Diagrama del encapsulado Schmitt Trigger DM7414.

El trigger Schmitt usa la histéresis para prevenir el ruido que podría solaparse a la señal original y que causaría falsos cambios de estado si los niveles de referencia y entrada son parecidos.

Para su implementación se suele utilizar un amplificador operacional realimentado positivamente. Los niveles de referencia pueden ser controlados ajustando las resistencias R_1 y R_2:

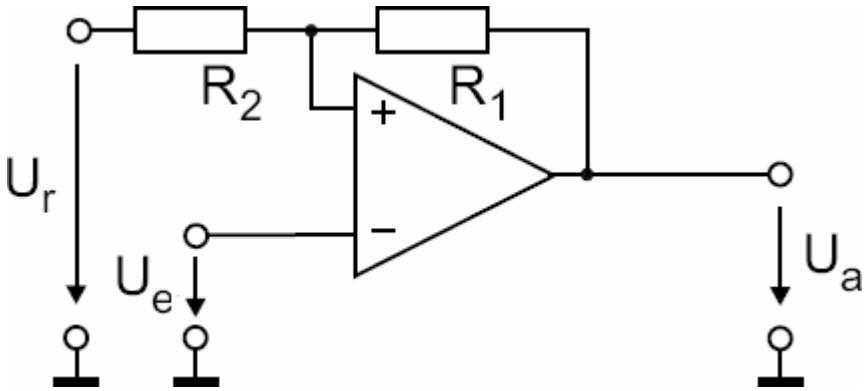


Figura 2.6 Diagrama del Schmitt Trigger.

Por ejemplo, si el trigger inicialmente está activado, la salida estará en estado alto a una tensión Vout = +Vs, y las dos resistencias formarán un divisor de tensión entre la salida y la entrada. La tensión entre las dos resistencias (entrada +) será V+, que es comparada con la tensión en la (entrada −), que supondremos 0V (en este caso, al no haber realimentación negativa en el operacional, la tensión entre las dos entradas no tiene porque ser igual). Para producir una transición a la salida, V+ debe descender y llegar, al menos, a 0V. En este caso la tensión de entrada es $Uin = -Us\frac{R1}{R2}$. Llegado este punto la tensión a la salida cambia a Vout=−Vs. Por un razonamiento equivalente podemos llegar a la condición para pasar de −Vs a +Vs: $Uin = +Us\frac{R1}{R2}$

Con esto se hace que el circuito cree una banda centrada en cero, con niveles de disparo $\pm(R_1/R_2)V_S$. La señal de entrada debe salir de esa banda para conseguir cambiar la tensión de salida.

Si R_1 es cero o R_2 es infinito (un circuito abierto), la banda tendrá una anchura de cero y el circuito funcionará como un comparador normal.

El símbolo para un Schmitt Trigger es un triángulo que tiene en su interior el símbolo de la histéresis:

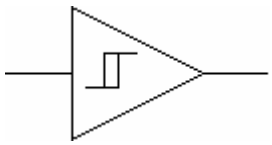


Figura 2.7 Símbolo de Schmitt Trigger.

2.2.3 Puente H.

El puente H tiene la función de enviar la señal necesaria para hacer girar a la derecha o a la izquierda el rotor del motor. El puente H que se utilizó fue el LMD18200, que es un integrado de potencia, el cual soportar un voltaje de máximo de 55 volts, a un amperaje de 3 amperes; por lo cual es perfecto para el motor del disco, si necesidad de sobrecalentamiento o tenerle que demandar más corriente al motor. El motor es manipulado por medio de una señal de *PWM*; si el ciclo de trabajo de la señal es pequeño la velocidad final del rotor va a ser lenta, en cambio si el ciclo de trabajo de la señal es grande la velocidad del rotor va a ser rápida.

La señal de *PWM* es enviada por un circuito analógico controlado por un voltaje, sin embargo su ciclo de trabajo es determinado por el programa implementado en LabVIEW.

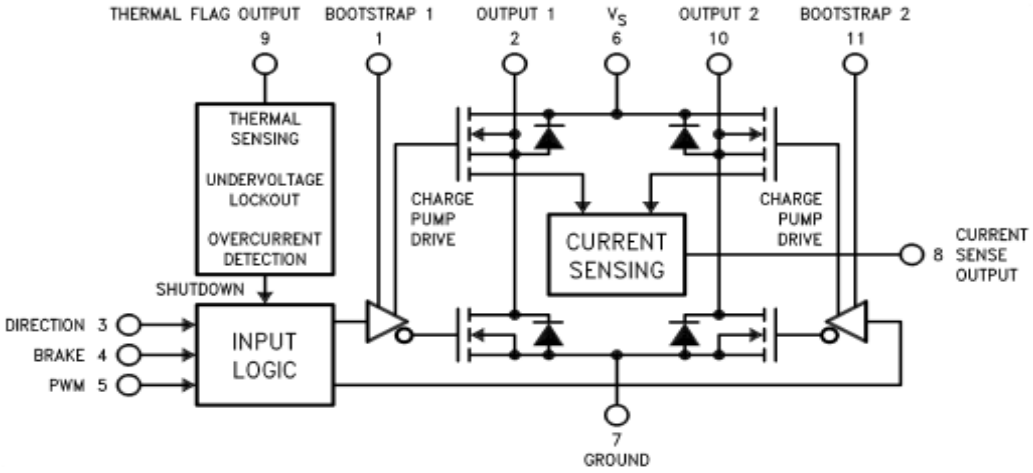


Figura 2.8 Diagrama Funcional a Blques del LMD18200.

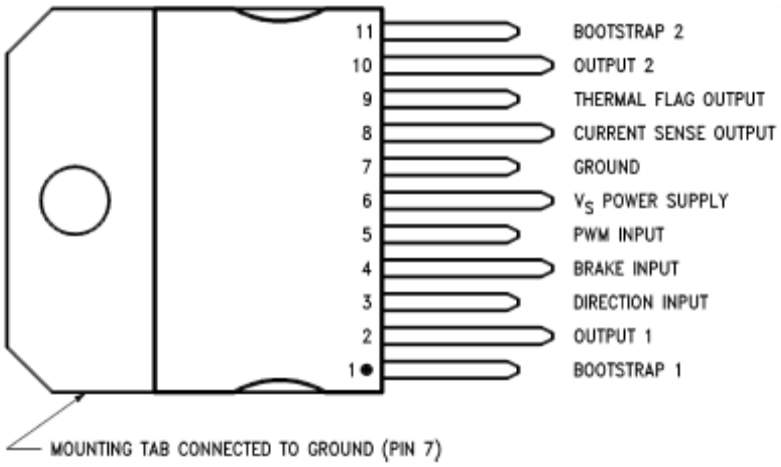


Figura 2.9 Diagrama del Encapsulado del LMD18200.

2.2.4 Control Digital con LabVIEW.

El objetivo de realizar un control de movimiento empleando LabVIEW, es obtener beneficios extras para los estudiantes de la carrera de Electrónica, acoplar esta nueva aplicación para los cursos de instrumentación o automatización que impartirán los catedráticos. Para lograr este proyecto de tesis, se utilizara un motor de corriente directa (DC), una tarjeta de adquisición de datos (DAQ) que actúa como interfase entre el motor y la computadora para la recibir y mandar datos para el control del motor, un sencillo circuito electrónico de acoplamiento entre el motor y el DAQ, y una computadora para la aplicación del programa de LabVIEW como herramienta para controlar dicho motor.

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, permitiendo 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.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el *lenguaje C* o *BASIC*. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o *lenguaje G* para crear programas basados en diagramas de bloques.

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.

LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

El sistema se basa en la utilización de LabVIEW por medio de una computadora que nos ayudara en el control del motor de DC, esto lo podremos lograr mediante la técnica de una señal de PWM (modulación por ancho de pulso), para controlar la velocidad del motor. El PWM será generado por un instrumento virtual que lo crea el LabVIEW seguida por la tarjeta de adquisición de datos (DAQ), que esta conectado directamente a un circuito de salida que esta conectado directamente con el motor de DC. Esta herramienta nos puede llevar a muchas ventajas, por que el VI (instrumento virtual) puede ser manejado desde cualquier punto del mundo por medio del Internet, solo que necesitamos es una computadora que tenga acceso a la red de Internet. Una de nuestras limitaciones es la de que podemos controlar el motor vía remota pero, si llegara a ocurrir un imprevisto, no se puede arreglar de forma directa por lo mismo de la distancia. Este sistema tiene dos variaciones para el control del motor, que puede ser de lazo cerrado y de lazo abierto y se harán las dos diferente formas de control, por esto se debe realizar los cálculos necesarios para sacar los modelos de los sistemas para las diferentes controles del sistema ya sea proporcional (P), proporcional integral (PI), proporcional derivativo (PD), y proporcional integral derivativo (PID), esto para que los alumnos vean en tiempo real las formas de

comportamiento del motor para las diferente modelaciones del sistema que se explicaran en cada uno de los capítulos que se desarrollaran en el proyecto de tesis.

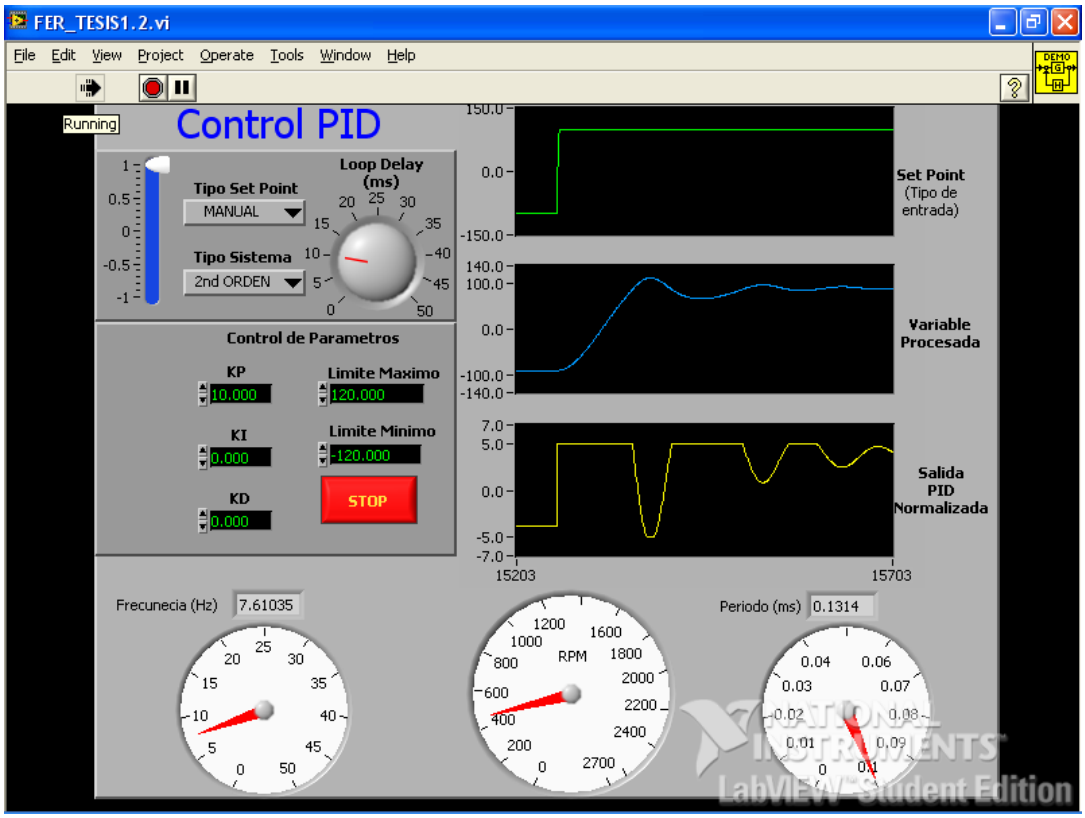


Figura 2.10 Panel de control de LabVIEW.

2.2.5 Tarjeta de Adquisición de Datos PCI 6024E de National Instruments.

Para esta tesis se utilizo la tarjeta PCI 6024E de National Instruments la cual es compatible con la programación de LabVIEW, así como también por el envió y recepción de datos para el control del disco. Anteriormente se quería utilizar otra tarjeta de adquisición de datos, pero no fue posible utilizar, por la velocidad de procesamiento a la

toma de datos; la tarjeta era la USB 6008 de National Instruments. La tarjeta carecía de mejor velocidad de muestreo para los sensores colocados en el disco, por lo que se opto por usar la PCI 6024E que su procesamiento de captura de datos, que va directo a memoria; por que esta conectada directamente a la memoria RAM, y necesitábamos una toma de muestras de forma inmediata para poder en tiempo real la velocidad, así como también el control del disco. A continuación se muestra una fotografía de la tarjeta que esta insertada en un puerto de expansión de una PC de escritorio; esta a su vez tiene un cable paralelo que va a un conector block para conectar los dispositivos a medir.

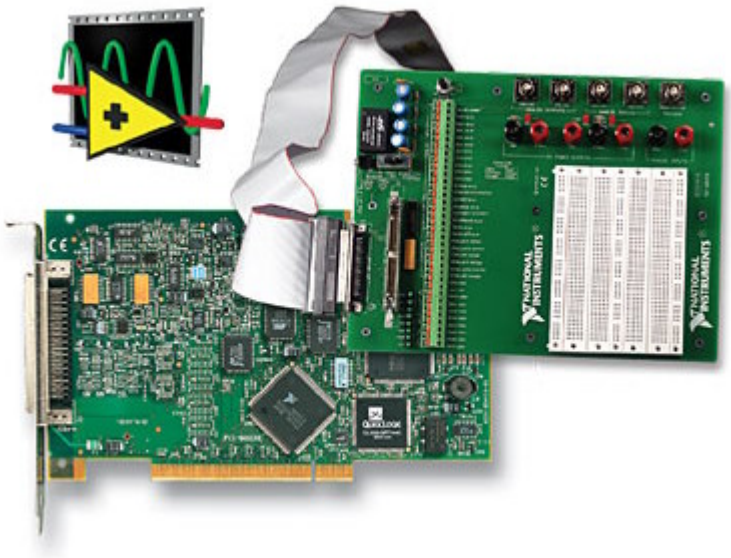


Figura 2.11 Tarjeta de Adquisición de Datos PCI 6024E.

A continuación se muestra el diagrama a Bloques de la tarjeta de adquisición de datos para el control de disco, como tiene que estar conectado todo el dispositivo de adquisición y envío de datos.

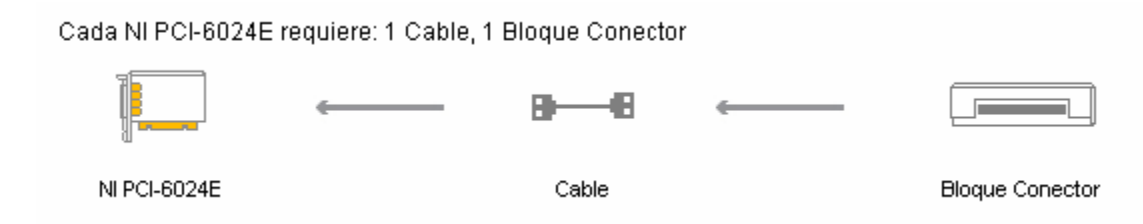


Figura 2.12 Diagrama a bloques de la Tarjeta de Adquisición de Datos PCI 6024E.

La tarjeta PCI 6024E añade habilidad de medida de sensores y alto voltaje a dispositivo de la Serie E con acondicionamiento de señales SCC o SCXI de National Instruments. La PCI-6024E de National Instruments es una tarjeta de adquisición de datos de bajo costo que utiliza tecnología de la Serie E para brindar habilidades de adquisición de datos de alto rendimiento y confiables a una amplia gama de aplicaciones. Usted obtiene muestreo de hasta 200 kS/s y resolución de 12 bits en 16 entradas analógicas de una sola terminal. Dependiendo del tipo de su disco duro, la NI PCI-6024E puede escribir a disco en rangos de hasta 200 kS/s.

Resumen de Especificaciones

General	
Tipo de Bus	PCI
Soporte para SO	Windows, Linux, Real-Time, Mac OS
Familia de Productos	Serie E
Compatible con Tiempo Real	Control determinístico de un solo punto, Prueba robusta y crítica
Disparo	Digital
Entrada Analógica	
Número de Canales	16 SE/8 DI
Velocidad de Muestreo	200 kS/s
Resolución	12 bits
Muestreo Simultáneo	No

Rango de Voltaje Máximo	-10..10 V
Precisión del Rango	16.504 mV
Rango de Voltaje Mínimo	-50..50 mV
Precisión del Rango	0.106 mV
Número de Rangos	4
Memoria Interna	512 muestras
Salida Analógica	
Número de Canales	2
Razón de Actualización	10 kS/s
Resolución	12 bits
Rango de Voltaje Máximo	-10..10 V
Precisión del Rango	8.127 mV
Rango de Voltaje Mínimo	-10..10 V
Precisión del Rango	8.127 mV
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	5 mA
E/S Digital	
Número de Canales	8 DIO
Temporización	Estático
Niveles Lógicos	TTL
Máximo Rango de Entrada	0..5 V
Máximo Rango de Salida	0..5 V
Entrada de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Filtros de Entrada Programables	No
Salida de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	24 mA/192 mA
Temporizador Watchdog	No
Estados de Encendido Programables.	No
Protocolo de Sincronización de E/S	No
Patrón de E/S	No
Contadores/Temporizadores	
Número de Contadores/Temporizadores	2

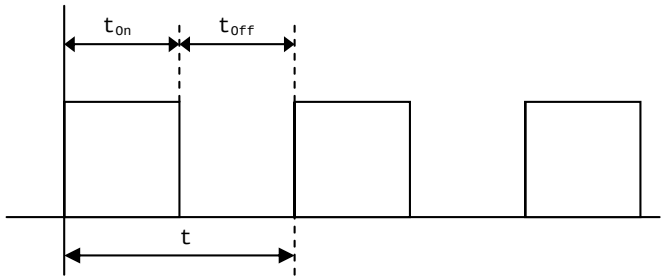
Resolución	24 bits
Frecuencia Máxima de la Fuente	20 MHz
Entrada Mínima de Ancho de Pulso	10 ns
Niveles Lógicos	TTL
Rango Máximo	0..5 V
Estabilidad de Tiempo	100 ppm
Sincronización GPS	No
Generación de Pulso	Sí
Operaciones a Búfer	Sí
Eliminación de Rebotes	No
Número de Canales DMA	1
Especificaciones Físicas	
Longitud	17.5 cm
Ancho	10.7 cm
Conector de E/S	SCSI macho de 68 pines tipo II

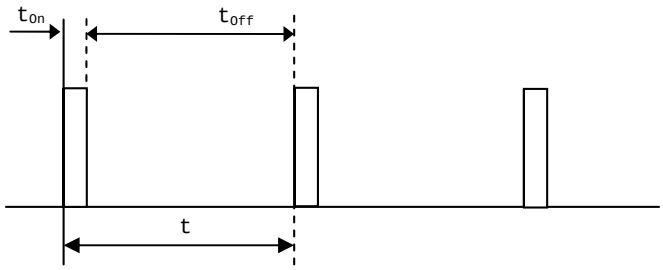
2.2.6 Circuito PWM (Modulación por Ancho de Pulso).

La modulación de ancho de pulso es una técnica utilizada para controlar dispositivos, o para proveer un voltaje variable de corriente continua. Algunas aplicaciones en las que se utiliza MAP son controles de motores de corriente directa.

La señal generada tendrá frecuencia fija y tiempos de encendido y apagado variables. En otras palabras, el período de la señal se mantendrá constante, pero la cantidad de tiempo que se mantiene en alto y bajo dentro de un período puede variar.

El ciclo de trabajo del total del período ($t = t_{On} + t_{Off}$) es t_{On}, es decir el tiempo que se mantiene en alto.





La primera figura muestra una onda cuadrada. Que cuando es vista como una señal de MAP, su ciclo de trabajo es del 50%. En otras palabras, está en On la mitad del tiempo.

La segunda figura muestra otra señal MAP, con un ciclo de trabajo del 10%. Variando el ciclo de trabajo el voltaje promedio de la salida puede ser controlado. Por ejemplo, una señal MAP que tiene 10V de amplitud y un 50% de ciclo de trabajo, provee 5V de salida promedio. Cuando se incrementa o decrementa el ciclo de trabajo de una señal MAP, la salida promedio se incrementa o decrementa respectivamente.

Definiciones

Período: $t = 1/f = t_{On} + t_{Off}$

Ciclo de trabajo: $CT = t_{On} /(t_{On} + t_{Off}) = t_{On} / t$

Frecuencia del Oscilador externo: f_{osc}

Frecuencia de trabajo: $f_{osc} / 2$

Material

U1:	LM324N quad op-amp
U2:	78L12 12 volt regulador
Q1:	IRF521 N canal MosFet
C1:	0.01uF ceramic capacitor, 25V
C2-C5:	0.1uF ceramic capacitor, 50V
R1-R4:	100K 1/4W resistor
R5:	47K 1/4W resistor
R6-R7:	3.3K 1/4W resistor
R8:	2.7K 1/4W resistor
R9:	1K 1/4W resistor
VR1:	10K lineal potentiometro

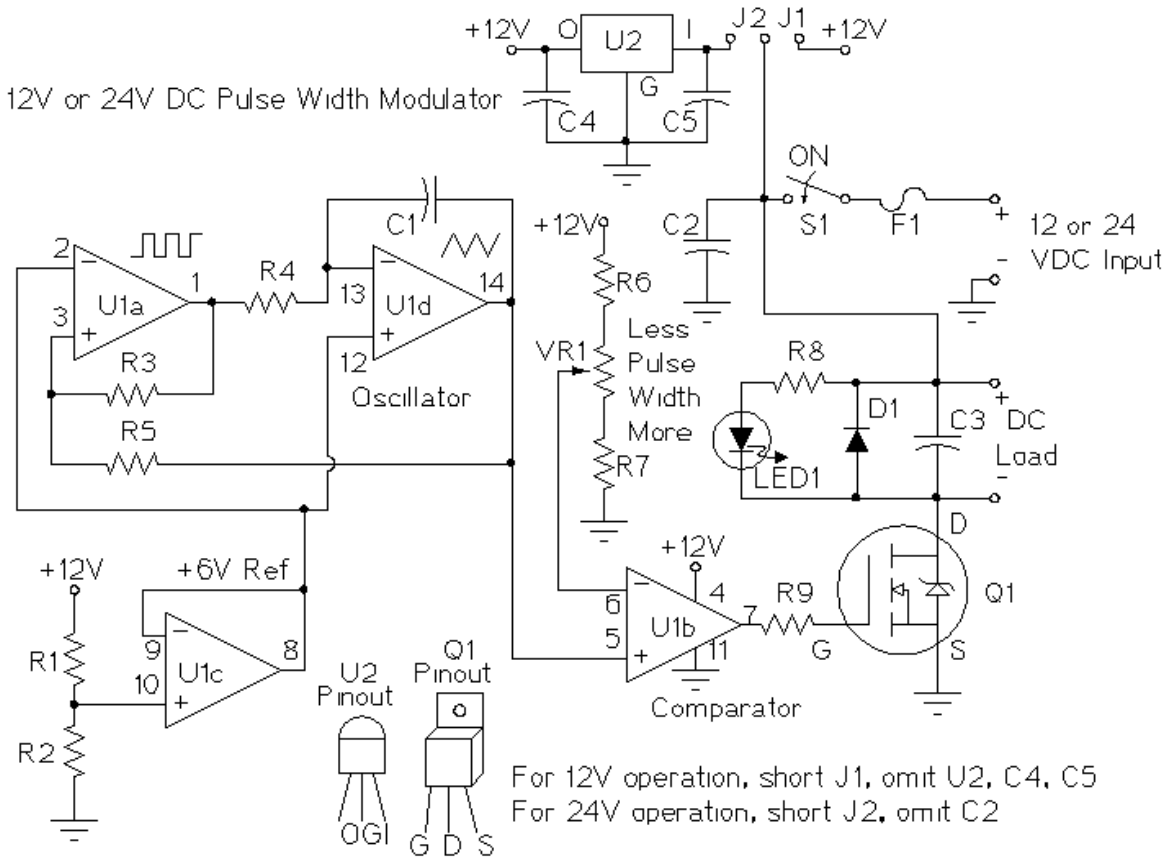


Figura 2.13 Circuito PWM (Pulse Width Modulator).

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.