Aplicación de Visión con LabVIEW para la Detección de Frascos Sin Tapa

Leandro Danilo Macías Loza[1], Freddy Israel Mata Zavala[2], Carlos Valdivieso[3]
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863 Guayaquil, Ecuador
l_macias44@hotmail.com[1], isri_22@hotmail.com[2], cvaldiv@espol.edu.ec[3]

Resumen

En la actualidad, uno de los problemas a la hora de envasar un producto en frascos en una línea de control de calidad es la presencia de algunos envases con defectos, tales como cuerpos extraños, diferencias en la presentación del producto, entre otros. Esto obliga a la incorporación de un puesto de inspección que detecte las anomalías del frasco. Con la revolución de la tecnología se pueden implementar sistemas automáticos, los cuales han evolucionado las áreas de control de las industrias de tal forma que el reconocimiento de imágenes se ha vuelto clave en los procesos de control de calidad y constituyen una parte trascendental del proceso de industrialización de cualquier producto. Esto implica la búsqueda de nuevas alternativas de control de calidad en las industrias, para usarse en diferentes aplicaciones. El trabajo presentado en esta tesis forma parte del tópico de graduación "Plataforma para el desarrollo de proyectos con DSPICs y visión robótica con LabView" y consiste en la "Aplicación de visión con LabView para la detección de frascos sin tapa". El objetivo principal es desarrollar un sistema de inspección automática utilizando técnicas de Visión Robótica que ofrece el paquete de visión NI IMAQ de LabView versión 8.5 compatible con Cámaras USB y el módulo Vision Development de National Instruments. Este programa brindará una aplicación práctica de la adquisición de datos mediante una cámara analizando imágenes y evaluando las características físicas del objetivo, para este propósito es necesario disponer de imágenes o plantillas capturadas de un frasco modelo con y sin tapa, las cuales van a servir como base en imágenes de mayor tamaño captadas de los frascos a evaluar. Al final se muestran los resultados indicando el puntaje de coincidencia que recibió cada uno y la cantidad de frascos evaluados a través de contadores e indicadores. Un total de 50 frascos fueron utilizados para obtener el análisis de resultados y realizar las conclusiones.

Palabras Claves: *LabVIEW versión 8.5, Paquete de Visión (NI IMAQ) de LabVIEW, Modulo de Visión de Desarrollo de NI, Detección de Frascos Sin Tapa.*

Abstract

Actually, one of the problems for packing a product in bottles in a quality control line is the presence of some bottles with failures such as: strange items, differences in product's presentations, etc. These problems obligate to add a check point for detecting these failures. Technological developments permit us to implement automatic systems that have evolved the control areas of the industries in such a way that images recognition are a very important key in the quality control and the industrialization processes. This implies the search of new quality control automotives for industries. The research presented in this thesis is part of the topic of graduation "Platform for projects development with DSPICs and robotic vision with LabView" and it is about the implementation of vision control with LabView to detect bottles without cover. The principal objective is the develop an automatic inspection system using robotic vision techniques with LabView version 8.5 compatible with USB camera packages and the Vision Development module that National Instruments offer. This program will give a practical application of data recompilation using a camera for images analysis, evaluating physical characteristics of the objective. For this purpose it is necessary to have images or templates from a bottle model with and without cover. Which will serve as a base for bigger images that have been caught from the bottles under test. Finally the results are displayed indicating the number of successes or failures for the evaluated bottles through counters and indicators. A total of fifty bottles were used to obtain the results and the conclusions.

Key words: *LabVIEW version 8. 5, Vision Package (NI MAQ) of Lab VIEW, Vision Development of NI Module, Bottle detection without cover*

1. Introducción

Con el desarrollo de esta plataforma se busca automatizar un proceso de inspección visual, y a su vez generar posibles soluciones para los sectores en los cuales puede ser aplicada. Es necesario diseñar un sistema con un buen nivel competitivo dentro del mercado industrial, considerando aspectos como el incremento de la eficiencia del proceso en el cual será empleado, además de la reducción de costos que implicaría el uso del mismo.

Como trabajo grupal se propuso diseñar una plataforma de inspección automática para el control de calidad y detección de defectos ó cuerpos extraños en frascos, desarrollada con DSPICS y Visión robótica con LabVIEW.

1.1 Antecedentes

Los procesos basados en el trabajo manual, están siendo paulatinamente remplazados por la manufactura de maquinaria. La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación. En la actualidad, los requerimientos que el mercado solicita, debido a la alta competencia global, tal como menor costo y una calidad excelente, exigen a las industrias a reemplazar los procesos manuales por automatizados.

El alcance de la Automatización Industrial va más allá que la simple mecanización de procesos, ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, y reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

Los procesos automatizados que involucran procesamiento de imágenes han ido evolucionando con el tiempo. Actualmente, existen determinados sistemas dedicados a la inspección visual automática. Lo cual incluye la adquisición de imágenes mediante cámaras de vídeo y sus respectivas ópticas asociadas, y la transferencia de la información a sistemas de procesamiento, para que posteriormente se efectúen una serie de operaciones de acuerdo al proceso que se esté realizando. Con la expresión ópticas asociadas nos referimos al sistema de lentes que posee cada cámara que permite encuadrar y enfocar la imagen.

2. Requerimientos para la aplicación del proyecto

Se describen las herramientas usadas para implementar el sistema de vision por computadora, refiriéndose al software utilizado para la adquisición de imágenes, el hardware que integra los componentes físicos de la plataforma, el sistema electrónico y finalmente la estructura general aplicada para detectar frascos sin tapa

2.1 Requerimientos de hardware

- Un ordenador: Componente principal que se encarga de ejecutar el programa que controla todo el proceso del sistema.
- Tarjetas controladoras de servomotores y sistema de transportación: La banda transportadora, el brazo robótico y el brazo empuja frascos están controlados por éstas tarjetas que permitirán su interconexión y el control desde LabVIEW.
- Cámara EYE 110 (cámara USB): Se considera un componente clave en el desarrollo de la plataforma, porque es la encargada de capturar las imágenes que contienen la información necesaria para que pueda ser procesada y analizada por el ordenador para llevar a cabo la ejecución del proceso.

2.2 Requerimientos de software

El software denominado LabVIEW de NI, en conjunto con un Software de Visión, el cual incluye el Modulo de Desarrollo de Visión y el paquete IMAQ, constituyen los elementos necesarios para el desarrollo y diseño del proyecto.

2.2.1 Generalidades del software NI LabVIEW. LabView de NI es una herramienta de software que permite al usuario crear aplicaciones flexibles y escalables de diseños, control y pruebas utilizando un lenguaje de programación gráfica G.

El ambiente de desarrollo gráfico LabVIEW brinda funcionalidad y rendimiento avanzados que los usuarios pueden usar para desarrollar aplicaciones sofisticadas. La principal característica de este software es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación [1].

Existen muchas ventajas en comparación con los demás lenguajes de programación de las cuales los programadores principiantes pueden beneficiarse, como la facilidad de aplicación de las diferentes herramientas que reemplazan a líneas de código que muchas veces resultan difíciles de entender y tediosas de escribir. Además, de la rapidez con la que se puede crear aplicaciones relativamente complejas, debido a que se puede acceder fácilmente a las funciones y generarlas con simples movimientos del mouse, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión.

Es una herramienta muy poderosa que es compatible con tipos de hardware propios de NI, tales como Tarjetas de adquisición de datos, Dispositivos de visión, entre otros, lo cual le brinda funcionalidad y capacidad de ser utilizado en tareas especializadas [2].

2.2.2 Módulo de Desarrollo de visión. El Módulo de Desarrollo de Visión ofrece funciones de procesamiento de imágenes, tales como, correspondencia de patrón geométrico, OCR que permite el reconocimiento óptico de caracteres, es decir, extrae de una imagen los caracteres que componen un texto para almacenarlos en un formato con el cual puedan ser aceptados por programas de edición de texto, lectores de códigos de barras, clasificación de objeto, entre otras.

Con este modulo es posible utilizar el Asistente de Visión de NI. Con el uso de este asistente se pueden generar prototipos y realizar pruebas de aplicaciones de procesamiento de imágenes, además posee la característica de permitir al usuario analizar paso a paso el funcionamiento del algoritmo creado. Usando el Asistente de creación de VIs de LabView existe la opción generar VIs, los cuales realizarán las funciones del prototipo que se haya creado.

2.2.3 Asistente de visión de NI. El asistente de visión de NI es una herramienta, incluida en el módulo de desarrollo de visión, que permite a los usuarios crear prototipos y realizar pruebas de aplicaciones de procesamiento de imágenes. Con este software es relativamente fácil verificar los resultados de cada una de las funciones a utilizarse en un proyecto de procesamiento de imágenes.

Además, brinda la capacidad de depuración de errores paso a paso, es decir, los algoritmos que se apliquen son guardados en un registro en forma secuencial, lo cual permite revisar el proceso en forma detallada para corregir cualquier anomalía que nos impida obtener un resultado satisfactorio.

3. Adquisión de datos para la detección de frascos.

Se describe la aplicación desarrollada en LabView que controla la Plataforma de detección de frascos con tapa y sin tapa, considerada como la parte principal del proyecto de tesis "Aplicación de visión con LabView para la detección de frascos sin tapa".

Esta descripción incluye una explicación detallada de cada una de las herramientas empleadas en el diseño del programa, además, de las capacidades y el manejo del Sistema de Inspección.

En la plataforma de inspección de frascos sin tapa se han utilizado ciertas herramientas del software de visión para la adquisición, análisis y procesamiento de imágenes, y presentación de resultados en LabView.

- Reconocimiento de patrones a color.
- Reconocimiento de color.
- Reconocimiento de patrón.
- Región de interés.
- Funciones IMAQ de superposición en una imagen.
- Maneo de errores.

El Paquete de Adquisición de Imágenes IMAQ de NI proporciona herramientas que pueden ser aplicadas para desarrollar sistemas de visión robótica, las cuales han sido utilizadas para la implementación de la Plataforma de inspección de frascos con tapa y sin tapa [3].

3.1 Detección inicial de características físicas de la tapa.

La elección de una plantilla puede tener un gran impacto en la velocidad y la exactitud del algoritmo. Hay algunas observaciones de carácter general que podemos hacer en base a las herramientas que disponemos:

- La plantilla debe ser asimétrica de tal manera que pueda ser identificado en forma exclusiva en una determinada orientación.
- Utilizar plantillas complejas implica más tiempo de procesamiento que si se usan unas más simples. Sin embargo, si el modelo es demasiado simple, se podría obtener falsas coincidencias. El usuario debe asegurarse de que la plantilla incluye suficientes detalles para identificar de forma exclusiva y localizar con precisión el patrón dado.
- La plantilla debe contener suficiente información para fijar su posición espacial en la imagen y poder localizar la posición exacta del patrón.
- Si se trata de localizar un simple objeto, como un punto o agujero, la plantilla debe ser lo suficientemente grande como para contener información del fondo, de tal manera que se distinga alguna característica en particular que otros modelos similares en la imagen no posean.

3.2 Procesamiento de imágenes y detección de frascos sin tapas.

El programa principal ha sido ordenado en etapas que ilustran de la mejor manera posible la lógica utilizada en la programación del mismo, además, permiten establecer y presentar al lector, una relación entre las fases del programa y las interfaces de usuario.

Tabla 1. Relación entre las interfaces y etapas del programa

Interfaces de usuario	Etapas Manual de usuario	Etapas Programación
Inicio	Inicio	Inicio de sesiones
		Inicialización
Aplicación Modo Pausa	Aplicación Modo Pausa	Aplicación Modo Pausa
Inicio	Finalización	Fin de aplicación
		Fin de sesiones

3.3 Manual del usuario

El manual de usuario que se presenta permite a los usuarios conocer en forma detallada el manejo de la aplicación que controla el sistema de detección de frascos sin tapa y con tapa. En este manual se incluyen los pasos a seguir para iniciar, controlar, monitorear y finalizar la aplicación.

3.3.1 Etapa de inicio. La Etapa de Inicio corresponde a los pasos que el usuario debe seguir para poner en marcha la aplicación:

- Una vez que se abre la aplicación, se presenta un cuadro dialogo que indica al usuario que es necesario configurar los parámetros para que el sistema funcione correctamente.
- Se configuran los parámetros para establecer la comunicación serial entre el ordenador y las tarjetas controladoras, tanto de la banda transportadora como del brazo robótico y la palanca empuja frascos.
- Se presiona el botón COMENZAR APLICACIÓN.
- El siguiente paso es colocar el interruptor de “Encender” en la posición ON, para iniciar la aplicación. En caso de que se desee finalizar completamente la aplicación, el usuario debe presionar el botón “TERMINAR APLICACIÓN”.
- Se presenta un cuadro de dialogo donde el usuario podrá elegir la carpeta donde se encuentran los archivos PRIMERA, templatePH, templatePV y VISTA.
- Se procede a seleccionar las plantillas que serán utilizadas en el proceso de detección.

3.3.2 Etapa aplicación. La etapa de aplicación es donde se realiza el proceso de detección de frascos con tapa y sin tapa. El usuario puede monitorear los siguientes procesos:

- La banda transportadora se pone en movimiento.
- Se espera a que el sensor, ubicado en la entrada del armario de iluminación, envíe la señal de que un frasco está ingresando al armario y el indicador “Botella Lista” del Panel de Aplicación se encienda.
- Se detiene la banda transportadora, dejando al frasco en la posición adecuada para ser analizado.
- El Brazo cámara robótico capta imágenes desde dos ángulos (Vista superior y vista lateral del objeto).
- Las imágenes son analizadas, y se determina si el frasco tiene o no tapa. En caso de no tener tapa será retirado de la línea, mientras que si tuviere tapa, la banda se pondrá en movimiento y el frasco continuará en la línea.
- Los resultados son presentados en los indicadores: monitor aplicación, Información de coincidencias, puntaje, indicadores led y contadores.

3.3.3 Etapa de modo pausa. La etapa de modo pausa fue diseñada con el objetivo de corregir errores o verificar el funcionamiento de la banda transportadora y la palanca empuja frascos. El interruptor “PAUSA-CONTROL MANUAL” es el que acciona este modo, y puede ser utilizado en cualquier momento durante el proceso de detección de frascos con tapa y sin tapa.

Al ingresar al modo pausa se interrumpe todo proceso que se esté realizando, la banda transportadora se detiene, la palanca empuja frasco se coloca en la posición inicial (arriba), y el brazo robótico se mueve de tal forma que la cámara pueda enfocar y captar los movimientos de la banda y la palanca empuja frascos. El usuario puedo utilizar cualquiera de las opciones mostradas a continuación para manipular la palanca empuja frascos y la banda transportadora:

- Botón Mover-Parar.
- Botón Baja-Sube**.**
- Indicador Led Moviendo.
- Indicador Led Abajo.
- Monitor Pausa.

3.3.4 Etapa de finalización. La etapa de finalización corresponde a los pasos que se deben seguir para dar por terminada la aplicación. Esta fase es muy sencilla pero es considerada como tal, debido a que no tiene ninguna relación con las demás etapas.

Al deshabilitar el interruptor de encendido, se da por terminada la aplicación pero no se cierran las sesiones que permiten la comunicación entre el ordenador y las tarjetas controladoras. Por lo tanto, si se desea encender nuevamente la Plataforma, el proceso de abrir las sesiones no será necesario, y se deberá seguir las instrucciones desde el paso 3 de la etapa de inicio.

Una vez que se desea finalizar la Aplicación completamente, se debe deshabilitar el interruptor de encendido y presionar el botón "TERMINAR APLICACIÓN" para cerrar las sesiones de comunicación. Estos controles se encuentran en el panel de inicio.

3.4 SubVIs creados

Un SubVI es una aplicación desarrollada en LabVIEW equivalente a una función, subrutina, o método que se emplea para encapsular código. Los SubVIs que se presentan a continuación han sido creados con el objetivo de agrupar instrucciones, que en conjunto realizan una actividad determinada, y de esta manera, ordenar el programa principal para un mejor entendimiento de la lógica que se aplica en el mismo.

- SubVI inicio.
- SubVI posición botella.
- SubVI posición botella 2.
- SubVI crear template.
- SubVI comprobación.
- SubVI template.
- SubVI comparar sin tapa.
- SubVI cancelar.

4. Implementación

Este capítulo presenta el diseño e implementación del proyecto de tesis, su integración con las demás aplicaciones y el funcionamiento general del prototipo. Además se menciona herramientas que hacen posible el levantamiento de la estructura para un óptimo análisis, así como también las interfaces usadas para la comunicación con el procesador central.

4.1 Construcción del prototipo

La implementación del prototipo consiste en el desarrollo de una plataforma de laboratorio que permite la simulación de procesos industriales con un sistema de visión computarizada para realizar el control de calidad de un producto (frascos sin tapas). Se encuentra formado fundamentalmente de las siguientes partes:

- Bandas transportadoras
- Armario de iluminación
- Interconexión de las interfaces con LabVIEW
- Sensores

4.1.1 Bandas transportadoras. Las bandas transportadoras están constituidas por los siguientes componentes:

- La correa o banda, sus características dependen de material que se vaya a transportar, capacidad o la tensión que ejercerá el mismo.
- Los rodillos que funcionan como poleas y se ubican en el inicio y en el fin de la cinta transportadora
- Los elementos motrices que corresponde a los motores DC de 12 V, acoplados directamente al eje de los rodillos [4].
- Los elementos tensores permiten mantener la tensión en la correa o banda asegurando el buen funcionamiento del sistema [5].

4.1.2 Armario de iluminación. El objetivo del armario es tener una buena iluminación para realizar un apropiado acondicionamiento de la imagen, permitiendo que los frascos sean transportados por el interior evitando estar expuesto a las variaciones ambientales de luz que pueden ser crucial en el momento del análisis.

4.1.3 Interconexión de las interfaces con LabVIEW. El brazo robótico, el brazo empuja frascos y la banda transportadora están controlados por diversas tarjetas que permiten su interconexión y control desde LabVIEW:

- Interfaz de la banda transportadora con LabVIEW.
- Interfaz del brazo robótico y empuja frascos con LabVIEW.

4.1.4 Sensores. Los sensores son aquellos que se encargan de verificar el funcionamiento de la banda, indicando la velocidad, interrupciones no deseadas y además la detección de frascos.

Disponemos de 5 sensores de tipo QRB1133, que son de bajos costos y suministran una alta sensibilidad [6]. Cuatro de ellos controlan el funcionamiento de la banda, ubicados sobre cada segmento y el quinto se encarga de detectar el paso de los frascos, se encuentra colocado dentro del armario de iluminación.

4.2 Construcción del sistema eléctrico

El sistema eléctrico se refiere al conjunto de dispositivos cuya función es proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios electrónicos, tales como se muestran a continuación:

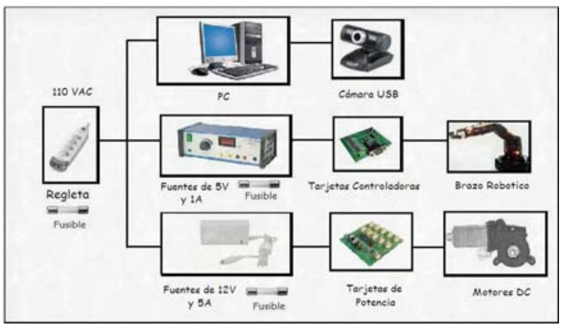

Figura 1. Sistema electrónico

4.3 Montaje de la cámara USB

El reto es establecer la imagen adecuada para la aplicación que se tiene. Normalmente en los sistemas de adquisición de imágenes la cámara se selecciona primero basándose en las necesidades de la aplicación, por tanto los parámetros a considerar son los siguientes:

- Resolución, que vendrá dada por la característica del objeto que se quiera destacar en la imagen [7].
- Campo de visión, área de inspección que la cámara pueda adquirir.
- Distancia de trabajo, es la distancia desde el lente de la cámara hasta el objeto a inspeccionar.

Al brazo robótico se lo estableció como el mecanismo de movilización que ayudará a capturar las imágenes de los frascos desde varias posiciones [8].

5. Análisis de Resultados

El valor central de los datos que se constituye el centro de gravedad de toda la distribución, representando a los valores observados para los frascos completos es de 98.64% y de 98.24% para los frascos defectuosos.

La media aritmética nos permite resumir la tendencia central, es decir una única cifra que transmita la condición de un conjunto de datos, en ambos casos no se ha visto afectada por valores extremos obteniendo un óptimo resultado en cuanto a perfección en el proceso. Sin embargo cabe resaltar que los frascos sin tapa tuvieron un mayor grado de dificultad al ser analizados como lo indican los resultados

Sin embargo, el conocimiento de la forma de la distribución y de su respectivo promedio en la colección de los datos de las pruebas, puede servir para tener una idea bastante clara de su conformación, pero no de la homogeneidad de cada uno de los valores con respecto a la medida de tendencia central utilizada (media aritmética). Es posible calcular una medida que sintetice la dispersión de los datos y permita distinguirlos y compararlos. La medida más difundida es la desviación estándar que puede utilizarse para variables expresadas en escalas de intervalo o de proporción. Su valor cuantifica cuán distantes están los datos de la media aritmética.

Para el calculo de la desviación estándar utilizamos los desvíos, es decir la diferencia entre cada dato y la media, los desvíos positivos indican que el dato es mayor que la media y los negativos que es menor. Obteniendo así un valor de 0.84 y 0.96 para frascos completos y defectuosos respectivamente.

Los valores obtenidos nos permiten apreciar que los valores extremos se encuentran cerca de la media aritmética implicando que se ha tenido éxito en cuanto al desarrollo del proyecto dando una aproximación muy cercana del objetivo que se propuso.

6. Conclusiones

El sistema de visión mediante el PC ofrece un aumento de productividad, robustez y fiabilidad, además de una alta eficiencia y la capacidad de realizar tareas de inspección más detalladas y sofisticadas.

Como conclusión general, esta tesis cubre un conjunto de objetivos de investigación relacionados con la adquisición, la medida, la representación y el procesado de la información de color contenida en la imagen digital. La caracterización de los dispositivos de adquisición (cámaras) ha facilitado la determinación de las mejores condiciones de uso en aplicaciones colorimétricas.

El desarrollado de herramientas virtuales en LabView para el análisis, han permitido obtener de forma automática o semiautomática, medidas sobre pequeñas diferencias de color, realce de contornos y segmentación, relacionándolas con la respuesta que en operaciones similares proporciona la visión humana.

La tecnología aprendida durante el tópico y la integración de conocimientos de programación, diseño de circuitos electrónicos y fundamentos de automatización han permitido el desarrollo de un sistema de visión artificial para la detección de frascos sin tapas.

Los resultados obtenidos en la investigación llevada a cabo han cumplido satisfactoriamente los objetivos planteados como parte del proyecto, permitiendo que se escalable y se puedan desarrollar algunas aplicaciones en los ámbitos como la industria textil y farmacéutica en sistemas de control de calidad.

Consideramos que los resultados obtenidos en las aplicaciones son óptimos pero todavía preliminares, nuevas vías de trabajo se abren en ellas, para realizar en un futuro próximo, implicando un mayor número de pruebas, el análisis de más imágenes y la comparación de nuestros resultados con las valoraciones de expertos y especialistas, originando de esta forma una evolución y mejora de la aplicación de visión artificial creada.

7. Recomendaciones

Se recomienda además el uso de DSPIC como un microcontrolador muy eficiente que realiza un buen desempeño como tal, así como también, el uso de LabView como una herramienta muy sencilla para el manejo del usuario aplicada para el control de sistemas de control.

No se debe mover la posición del armario que contiene la iluminación y la cámara, ya que esta posicionado y orientado de manera exacta para tener u encuadre preciso del frasco a evaluar.

No se debe tener la iluminación del armario encendida durante periodos muy elevados (2 o 3 horas en adelante), ya que la temperatura que puede llegar a adquirir el interior del armario puede ser muy elevada, pudiendo así causar algún tipo de daño a la tarjeta controladora del brazo robótico e inclusive a la cámara.

Se debe tener cuidado con la conexión de las dispositivos eléctricos que forman parte del proyecto, ya que se puede soltar algún cable de alguna regleta e impedir que el sistema funcione correctamente.

Se debe conservar los frascos en un lugar que no sufran demasiado deterioro, ya que patrones de comparaciones guardados pueden diferir de la inspección real si ha existido algún golpe o desperfecto e alguno de los componentes.

8. Agradecimientos

A Dios todo poderoso por cuidarnos y guiarnos por el camino correcto. Nuestros padres por su comprensión y aliento en el transcurso de nuestras vidas. Nuestros amigos por su ayuda desinteresada. Al Ing. Carlos Valdivieso por su apoyo incondicional en todo aspecto técnico y personal.

9. Referencias

[1] Manual de usuario de LabVIEW.
[2] Guía de Introducción de LabVIEW en 6 horas por National Instrument.
[3] http://www.ni.com/
Información general sobre Labview
[4] http:// songtian.en.alibaba.com/
Especificaciones de los motores DC usados por la banda transportadora.
[5] http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora.
Definición de la Banda transportadora
[6] http://www.fairchildsemi.com/ds/QR/QRB1134.pdf.
Datasheet del sensor QRB1134
[7] http://www.geniusnet.com/
Cámara USB Eye 110
[8] http://www.monografias.com/trabajos6/larobo/larobo.shtml
La Robótica.