



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TEMA:

**SISTEMA DE VERIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE BOTELLAS CON SÓLIDOS NO
DISUELTOS EN LÍQUIDOS INCOLOROS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL EN LA EMPRESA
LICORES DE AMÉRICA "LICORAM S.A"**

AUTOR: GANDHI FERNANDO VILLALBA MENESES

**IBARRA – ECUADOR
2015**

SISTEMA DE VERIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE BOTELLAS CON SÓLIDOS NO DISUELTOS EN LÍQUIDOS INCOLOROS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL EN LA EMPRESA LICORES DE AMÉRICA “LICORAM S.A”

Gandhi Fernando Villalba Meneses¹

Resumen— Este proyecto surge a raíz de la necesidad de cubrir el ineficiente sistema de verificación y clasificación de botellas con sólidos no disueltos en la empresa LICORAM S.A ya que el mismo era realizado por un operador que se encontraba sentado al frente del paso de botellas analizando las mismas durante dos horas hasta cambiar al siguiente operador a razón de 96 botellas por minuto, lo cual era causa de poder adquirir una enfermedad visual denominada astenopia y un cansancio físico lo que producía errores que determinaban un costo muy alto a la empresa, por lo cual se implantó un nuevo sistema automático el mismo que funciona mediante una smart camera la que se encarga de verificar si las botellas están o no con sólidos no disueltos y mandar una señal al plc al momento en el cual detecte una, además se acoplo un sistema de clasificación el cual actúa cuando recibe un pulso desde el plc, este clasifica a las botellas detectadas.

La visión artificial es una nueva tecnología que permite desarrollar métodos actuales de control, como es el caso del presente proyecto, por lo que esta sirve como base para realizar y mejorar este sistema ya sea para el aula como para la industria de cualquier tipo.

Palabras claves: Visión artificial, NI Smart camera, Verificación de sólidos no disueltos, Sistema de control.

Abstract: This project comes from the need to cover the inefficient system of verification and

classification of bottles with undissolved solids in the LICORAM SA company since it was made by an operator who was sitting in front of the passage of bottles, analyzing them for two hours to change to the next operator at the rate of 96 bottles per minute, which caused a disease called visual astenopia and physical tiredness that produces errors, which determines a high cost for the company, so a new automated system was implemented, it works through a smart camera which is responsible to verify if the bottles have or not undissolved solids and send a signal to the plc, when it detects one, a further classification system was coupled, which acts when it receives a pulse from the plc, this classifies the detected bottles.

Machine vision is a new technology that enables to current control methods, as this project, so this serves as the basis for making and improving this system either for classroom and any kind Industry.

Keywords— Machine Vision, NI Smart camera, undissolved solids verification, system control.

1. Introducción

Actualmente en la empresa LICORAM S.A. se realiza este proceso con un operador que se encuentra sentado al frente del paso de botellas, el mismo que determina si tienen o no solidos no disueltos y les aparta, lo cual debe de realizar durante 4 operadores durante 2 horas cada uno diariamente, lo que puede producir astenopia que según ([1], [2], [3]) es la fatiga de la visión y también puede producir cansancio físico, lo que conlleva a errores y a que este proceso no sea eficiente.

¹ Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Nacional Teodoro Gómez de la Torre, culminó sus estudios superiores en la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica en el 2014, área de interés: Automatización y Control de Procesos Industriales, Robótica, Microelectrónica, Energías Renovables, ferman17ga@yahoo.es

En el Ecuador no existen procesos iguales a este, por lo que este proyecto resulta innovador y también realiza a la ingeniería en sí. A su vez con la implementación de este proyecto se disminuye en su totalidad la cantidad de empleados en esta área, por lo que existe un excedente de ganancia de alrededor de \$600.00 mensuales, además de que este sistema ahorra más dinero a la empresa, ya que si en el mercado se logra encontrar una botella con sólidos no disueltos, esto sería sujeto de demandas, es por ellos que es muy importante la implementación del sistema.

En la universidad existe una tesis de visión artificial, [4] la que sirvió de base para emprender este proyecto.

Debido a la problemática en la empresa LICORAM S.A se determinó realizar esta tesis, con la finalidad de resolverla, analizando las fortalezas y debilidades del proceso en la empresa, con lo cual se decidió aplicar la visión artificial como ente primordial para llevarle a cabo. Tomando en cuenta la problemática se determinó el **objetivo general**, Implementar un sistema de verificación y clasificación de botellas detectadas con sólidos no disueltos en líquidos incoloros mediante visión artificial en la empresa Licores de América “LICORAM S.A”. Y los **objetivos específicos** son:

- ◆ Desarrollar un programa que permita realizar el proceso de verificación de sólidos no disueltos en líquidos incoloros para implementarlo en el sistema de visión artificial.
- ◆ Construir un sistema de clasificación de botellas con sólidos no disueltos en la línea de producción.
- ◆ Elaborar un manual del usuario y mantenimiento para el sistema implementado.

Como **posibles resultados** se determinó que este sistema funcionara para detectar las botellas con sólidos no disueltos para luego separarlas del proceso de producción, de tal manera se lograra disminuir costos, mejor la producción, entre otros.

2. Materiales y Métodos

El sistema detecta botellas con sólidos no disueltos a razón de 96 botellas por minuto, al momento en el cual pasa una botella de estas la smart camera mediante un programa diseñado en

Vision Builder realiza una comparación de pixeles dentro de un rango establecido, si la botella supera el número de pixeles que están como parámetros esta será detectada como una botella con sólidos no disueltos. (Ver Figura 2.1)

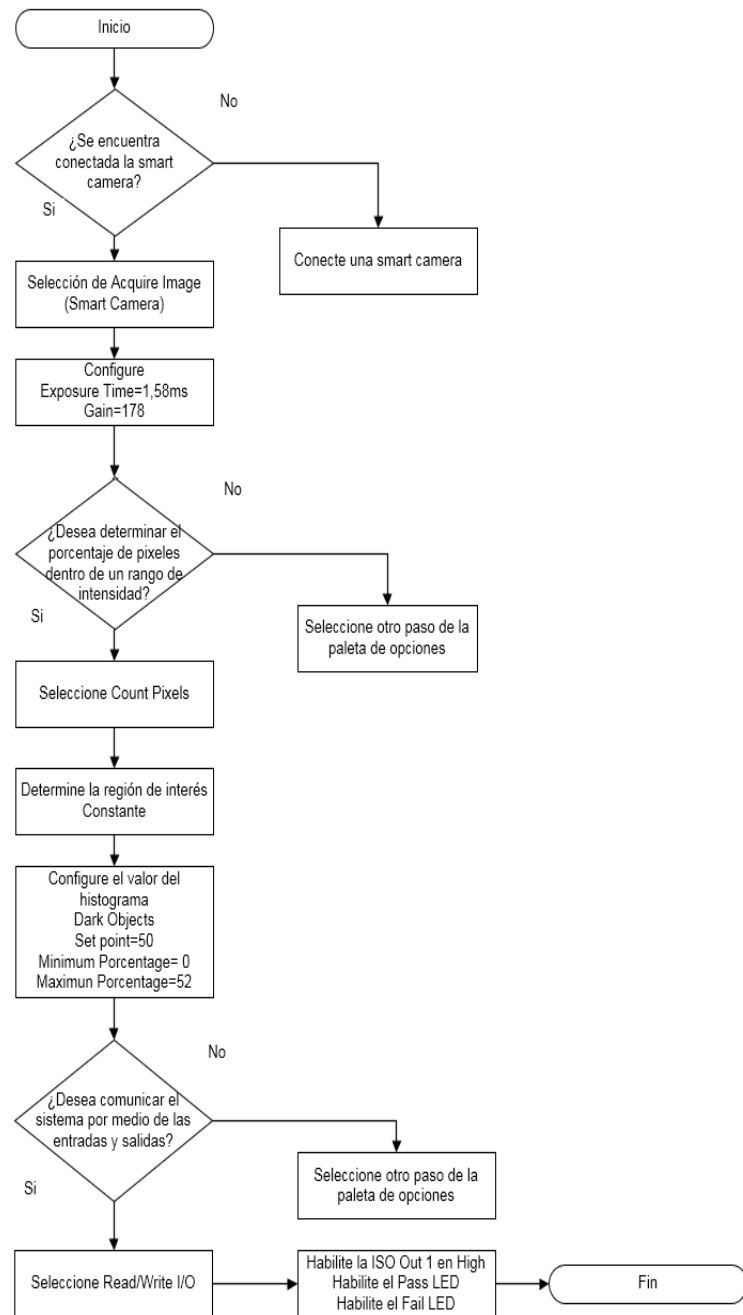


Figura 2.1 Flujograma del programa de detección de sólidos no disueltos

A continuación que el sistema ha detectado una botella con sólido no disuelto, la smart camera manda una señal al plc logo 230RC, en el que se diseñó un programa en el software LOGOComfort en lenguaje FUP con el que

activan 3 botones, el botón verde con la entrada I1, el rojo con la I2, el paro de emergencia con la I4 y la I3 es la señal de la cámara, en cuanto a las salidas la Q1 energiza la cámara, la Q2 el servomotor, la Q3 el botón verde y la Q4 el botón rojo. Al momento en el que se recibe una señal proveniente de la smart camera el plc cierra la Q2 activando el servomotor y accionando la palanca lateral para que clasifique a las botellas detectadas, y a su vez con la Q3 activa un motor de marca pololu para que accione una cinta transportadora y puede mover con facilidad a las botellas al almacenador de botellas. Como elementos principales en el proyecto se utilizó:

- ♦ La NI Smart Camera 1754.(Ver Figura 2.2)



Figura 2.2 NI Smart Camera 1754

Fuente: [5]

- ♦ Módulo de entradas y salidas NI.(Ver Figura 2.3)

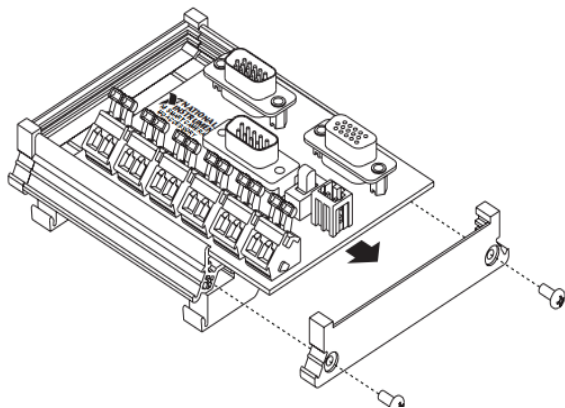


Figura 2.3 Módulo I/O NI

Fuente: [6]

- ♦ Lente computar 16mm.(Ver Figura 2.4)



Figura 2.4 Lente para smart camera

Fuente: [7]

- ♦ El plc logo 230RC. (Ver Figura 2.5)



Figura 2.5 PLC 230 RC

Fuente: [8]

- ♦ El servomotor VIGOR. (Ver Figura 2.6)



Figura 2.6 Servomotor Vigor

Fuente: [9]

- ♦ Motor pololu. (Ver Figura 2.7)



Figura 2.6 Motor pololu

Fuente: [10]

El plc se lo programó de la siguiente manera: (Ver Figura 2.7)

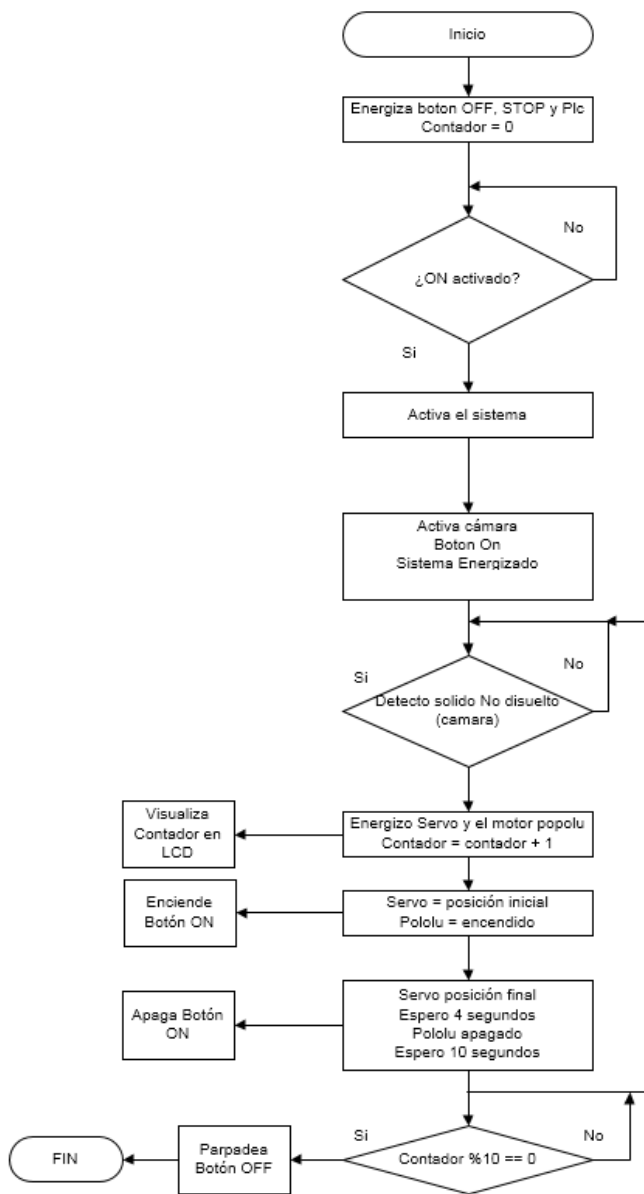


Figura 2.7 Flujograma de la programación del plc logo Además se utilizó un microcontrolador que era el elemento indicado para realizar el control del servomotor vigor debido a que este tiene mayor precisión para poder ubicarle al servo. (Ver Figura 2.8)

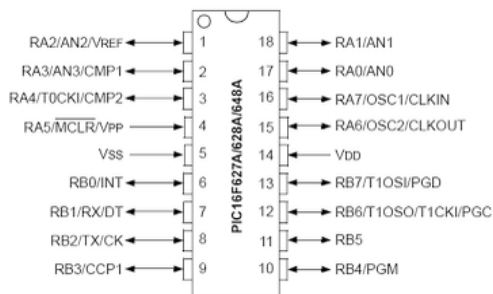


Figura 2.8 Microcontrolador PIC16F628A

Fuente: [11]

Por RA0 llega la señal eléctrica del PLC, para que a continuación por RB6 controlar el servomotor al momento de la detección. (Ver Figura 2.9)

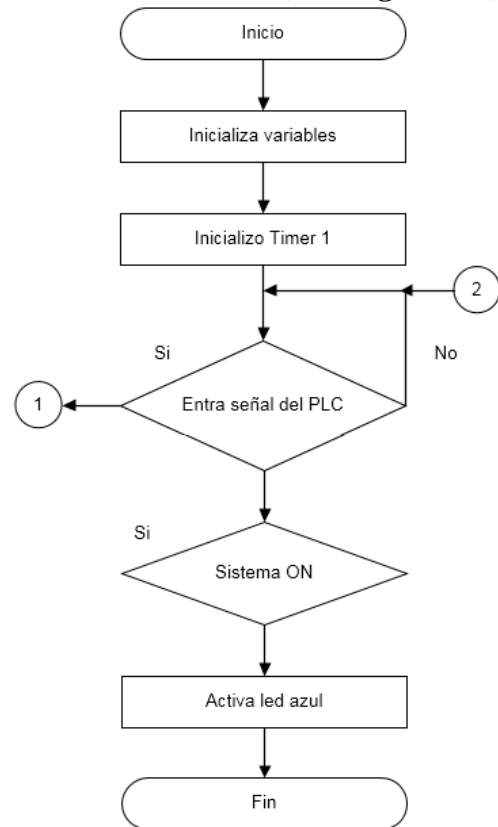


Figura 2.9 Flujograma del programa principal para el control del servomotor con el microcontrolador.

3. Resultados.

El sistema funciono correctamente deacuerdo a lo establecido con ciertas modificaciones que tuvieron que hacerse para que su buen accionar, de los cuales se destaca lo siguiente:

- ♦ La iluminación se tuvo que cambiar en varias ocasiones ya que no eran lo suficientemente homogéneas o también la luz se tornaba parpadeante lo que ocasionaba errores en el momento de la captura. Por lo cual se determinó trabajar con luces fluorescentes y se les acoplo un puente de diodos y dos condensadores para evitar el titileo y para rectificar su onda y linealizar la misma.
- ♦ El pedestal de la smart camera se lo diseño con la finalidad de moverle en el caso de que fuera necesario para otro tipo de inspecciones.
- ♦ El almacenador de las botellas se lo tuvo q cambiar debido a su mal funcionamiento.

- ♦ Al almacenador de botellas se acoplo un motor para una cinta la cual permita el transporte más ágil de las botellas.
- ♦ Se acoplo todos los instrumentos a la banda de la empresa.
- ♦ Al finalizar los ajustes se procedió a las pruebas de funcionamiento:
- ♦ Energización de los elementos y calibración de la smart camera previo a su accionar.
- ♦ Se procedió a mandar botellas con y sin solidos no disueltos.
- ♦ Cuando la botella esta con solido el tablero de control encendía el botón verde que avisaba al pololu que se accione, el plc iniciaba su conteo y el servomotor se accionaba dentro de los rangos establecidos para que pueda clasificar las botellas.
- ♦ Al momento en el que el almacenador se encontraba lleno el botón rojo se accionaba de manera palpitante que indicaba que el almacenador está lleno.
- ♦ Durante las pruebas al inicio algunas botellas no se detectaron, eso ocurrió debido a la falta de calibración al ambiente de luz existente.
- ♦ Corregido este problema todo funcionó de la mejor manera dentro de lo que se tenía establecido.

4. Conclusiones

1. Se logró automatizar el sistema de detección de sólidos no disueltos consiguiendo disminuir el riesgo de que los trabajadores involucrados desarrollen la astenopia como enfermedad profesional debida factor de riesgo ergonómico.
2. La implementación del sistema permite un excedente de ganancia de alrededor de \$651,27 mensualmente y adicional a este se estima un tiempo de recuperación del costo de la implementación del sistema en alrededor de 13 meses.
3. El sistema de verificación y clasificación de botellas se probó y verificó su correcto funcionamiento en la empresa LICORAM como un sistema profesional que mejora la producción del proceso, cumpliendo con las expectativas de la empresa patrocinadora.

5. Referencia

- [1] Demedicina, «ASTENOPIA O FATIGA VISUAL,» 2010. [En línea]. Available: <http://demedicina.com/astenopia-o-fatiga-visual/>. [Último acceso: 9 Enero 2015].
- [2] EcuRed, «Astenopía,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.ecured.cu/index.php/Astenop%C3%ADa>. [Último acceso: 2011 Marzo 2015].
- [3] pendiente demigracion, «LA OPTOMETRÍA,» 2013. [En línea]. Available: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/clinopto/Astenopia.htm>. [Último acceso: 7 Febrero 2015].
- [4] J. Cruz, «CLASIFICADOR AUTOMÁTICO DE TAPAS ROSCA DE PLÁSTICO PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN CONTINUA, BASADO EN LA INSPECCIÓN DE DEFECTOS SUPERFICIALES,» 2010. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/750/1/04%20MEC%20001%20TESIS.pdf>. [Último acceso: 3 Enero 2015].
- [5] [6] NATIONAL INSTRUMENTS, «NATIONAL INSTRUMENTS,» NATIONAL INSTRUMENTS, 2014. [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/211077>. [Último acceso: 2014 Diciembre 23].
- [7] COMPUTAR, «M1614-MP2,» 2015. [En línea]. Available: <http://computar.com/product/554/M1614-MP2>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [8] MANUAL DE PLC LOGO SIEMENS, 2003. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf. [Último acceso: 17 Febrero 2015].
- [9] ANALOG SERVO (VS) SERIES, 2014. [En línea]. Available: <http://www.vigorprecision.com.hk/ProductList.Asp?SortID=4>. [Último acceso: 4 Enero 2015].
- [10] POLOLU, «POLOLU ROBOTICS AND ELECTRONICS,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.pololu.com/product/1102>. [Último acceso: 14 Enero 2015].
- [11] Computo Integrado, 2012. [En línea]. Available: <http://cintegrado.blogspot.com/2012/04/microcontrolador-pic16f628a.html>. [Último acceso: 12 Febrero 2015].



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

MECHATRONICS ENGINEERING

SCIENTIFIC ARTICLE

TOPIC:

VERIFICATION SYSTEM AND CLASSIFICATION OF BOTTLES WITH UNDISSOLVED SOLIDS
COLORLESS LIQUIDS VISION BY SPIRITS IN THE COMPANY OF AMERICA "LICORAM SA"

AUTOR: GANDHI FERNANDO VILLALBA MENESES

**IBARRA – ECUADOR
2015**

VERIFICATION SYSTEM AND CLASSIFICATION OF BOTTLES WITH UNDISSOLVED SOLIDS COLORLESS LIQUIDS VISION BY SPIRITS

Gandhi Fernando Villalba Meneses²

Abstract: This project comes from the need to cover the inefficient system of verification and classification of bottles with undissolved solids in the LICORAM SA company since it was made by an operator who was sitting in front of the passage of bottles, analyzing them for two hours to change to the next operator at the rate of 96 bottles per minute, which caused a disease called visual asthenopia and physical tiredness that produces errors, which determines a high cost for the company, so a new automated system was implemented, it works through a smart camera which is responsible to verify if the bottles have or not undissolved solids and send a signal to the plc, when it detects one, a further classification system was coupled, which acts when it receives a pulse from the plc, this classifies the detected bottles.

Machine vision is a new technology that enables to current control methods, as this project, so this serves as the basis for making and improving this system either for classroom and any kind Industry.

Keywords— Machine Vision, NI Smart camera, undissolved solids verification, system control.

1. Introduction

Currently in the company LICORAM S.A. this is done with an operator who is sitting in front of the passage of bottles, it determines whether or not undissolved solids and separates them, which should be performed for 4 operators for 2 hours each day, which asthenopia which may occur as

([1], [2], [3]) is the vision fatigue and may also cause physical fatigue, which leads to errors because this process is not efficient.

In Ecuador there are no equal to this process, so this project is innovative and also enhances engineering itself. A turn to the implementation of this project the number of employees in this area is reduced as a whole, so there is a surplus profit of about \$ 600.00 per month, plus this system saves more money to the company because if the market is unable to find a bottle with undissolved solids, this would be the subject of lawsuits, it is for them that is very important to implement the system.

In the university there is a thesis of artificial vision, [4] which provided the basis for undertaking this project.

Because of the problems in the company LICORAM SA was determined to do this thesis, in order to resolve it, analyzing the strengths and weaknesses of the process in the company, which it was decided to apply machine vision as a primary entity to take place. Taking into account the problems the **overall objective** was determined, Implement a system of verification and classification of bottles undissolved solids detected with colorless liquids by artificial vision in the company Liquors of America "LICORAM SA". And the **specific objectives** are:

- ♦ Develop a program to perform the verification process of undissolved solids in clear liquids to implement it in the machine vision system.
- ♦ Build a classification system bottles undissolved solids in the production line.
- ♦ Develop a user's manual and maintenance for the deployed system.

Possible results it was determined that this system function to detect bottles with undissolved solids and then separating the production process,

² He completed his secondary education at the Teodoro Gomez Colegio Nacional de la Torre, he finished his studies at the Technical University of the North in the Engineering Mechatronics in 2014, area of interest: Automation and Process Control, Robotics, Microelectronics, Renewable Energy, fernan17ga@yahoo.es

so lower costs are achieved, better production, among others.

2. Materials and Methods

The system detects bottles undissolved solids at the rate of 96 bottles per minute, the time which passes a bottle of these the smart camera with a program designed in Vision Builder makes a comparison of pixels within a set range, if the bottle exceeds the number of pixels that are as parameters this will be detected as a bottle containing undissolved solids. (See Figure 2.1)

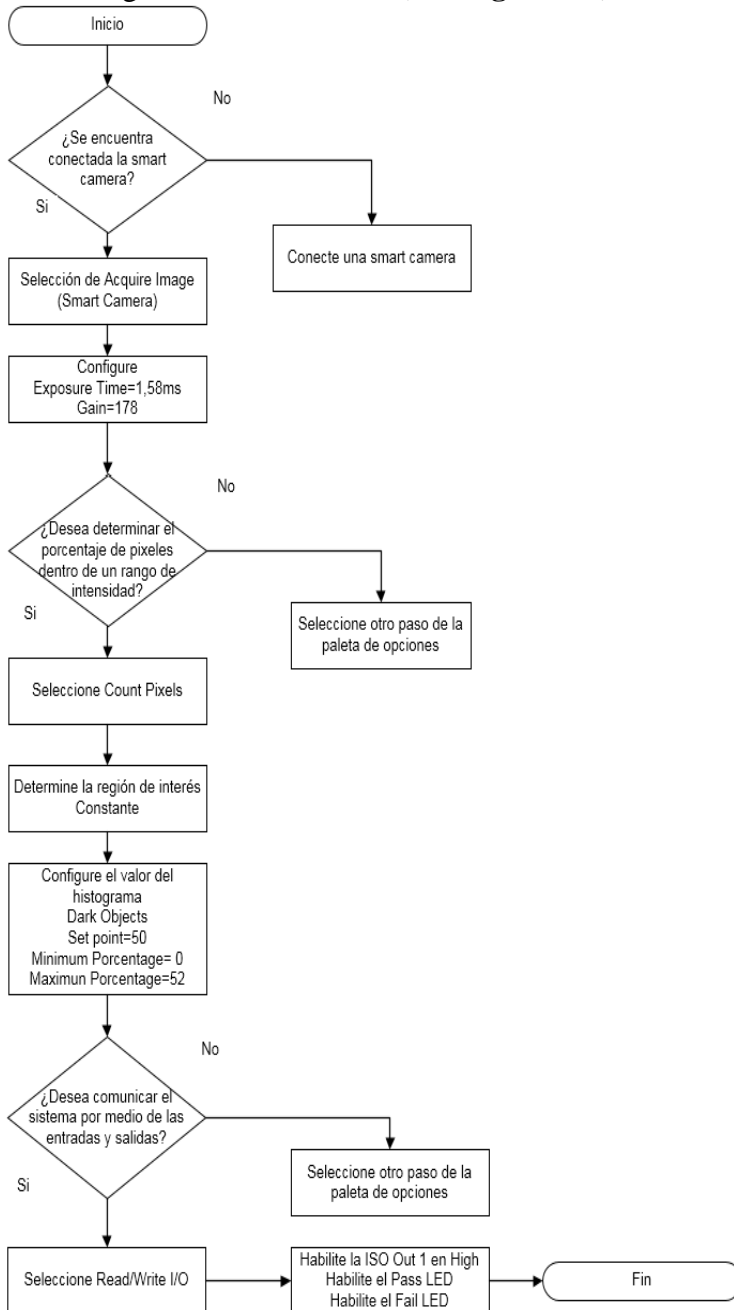


Figure 2.1 Flowchart of detection program undissolved solids

Then the system has detected a bottle with undissolved solid, the smart camera sends a signal to the plc logo 230RC, in which a program is designed in LOGOComfort software in FBD language that activate 3 buttons, green button input I1, I2 red with the emergency stop with the I4 and I3 is the signal from the camera, regarding Q1 output powers the camera, the servomotor Q2, Q3 and green button Q4 red button. At the time when a signal from the smart camera plc closes Q2 activating the servomotor and operating the side lever to classify the detected bottles, and also with the active Q3 engine pololu mark it is received to actuate a conveyor belt and can be easily moved to the storage bottle to bottle. As key elements in the project will be used:

- ◆ The NI Smart Camera 1754.(See Figure 2.2)



Figure 2.2 NI Smart Camera 1754

Source: [5]

- ◆ Module inputs and outputs NI.(See Figure 2.3)

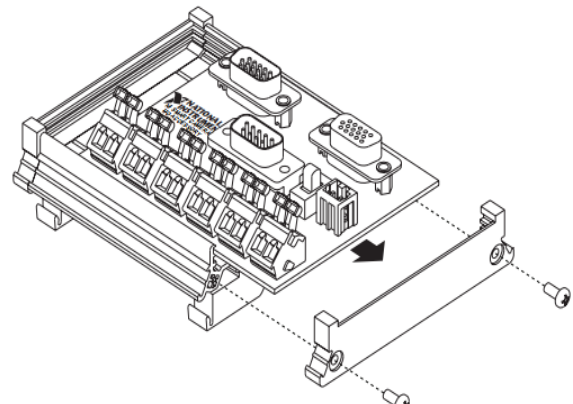


Figure 2.3 Module I/O NI

Source: [6]

- ◆ Lens computer 16mm.(See Figure 2.4)



Figura 2.4 Lens to smart camera

Source: [7]

◆ Plc logo 230RC. (See Figure 2.5)



Figure 2.5 PLC 230 RC

Source: [8]

◆ The servomotor VIGOR. (See Figure 2.6)



Figure 2.6 Servomotor Vigor

Source: [9]

◆ Motor pololu. (See Figure 2.7)



Figure 2.6 Motor pololu

Source: [10]

The plc is programmed it follows:
(See Figure 2.7)

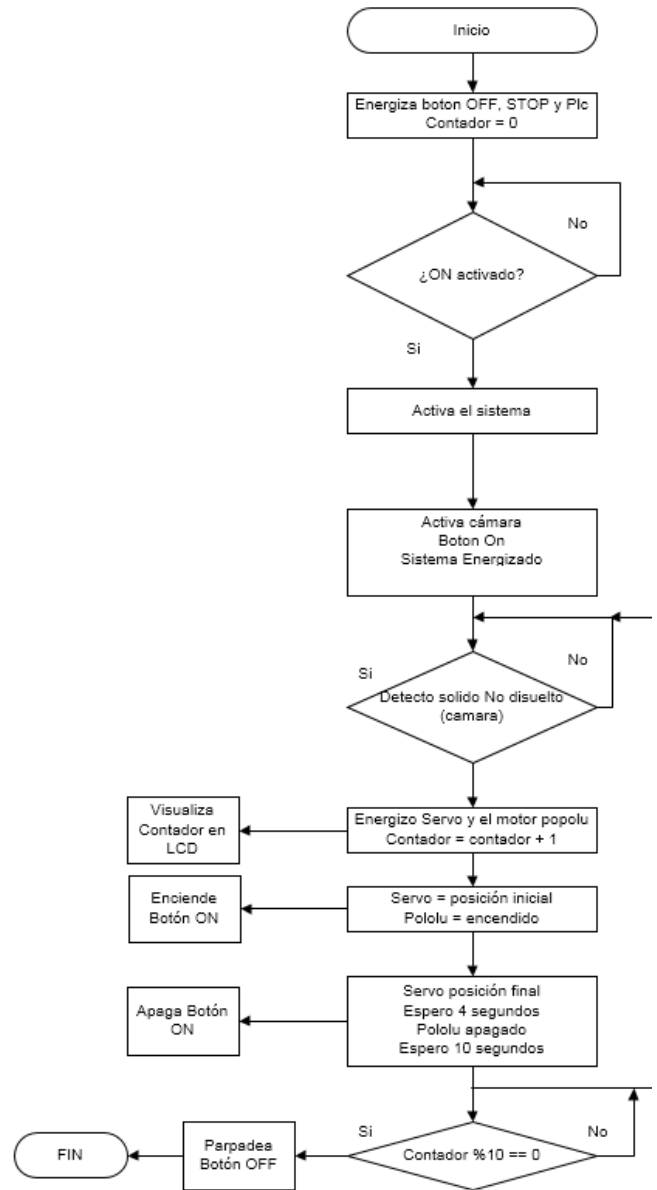


Figure 2.7 Programming flowchart plc logo

Furthermore a microcontroller element was indicated for servomotor control force because this is more accurate to locate you used the servo. (See Figure 2.8)

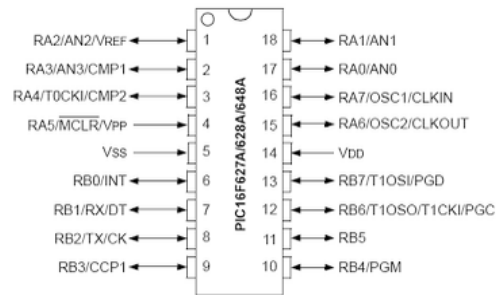


Figure 2.8 Microcontroller PIC16F28A

Source: [11]

By RA0 arrives the electrical signal from PLC, to then control the servomotor by RB6 at the time of detection. (See Figure 2.9)

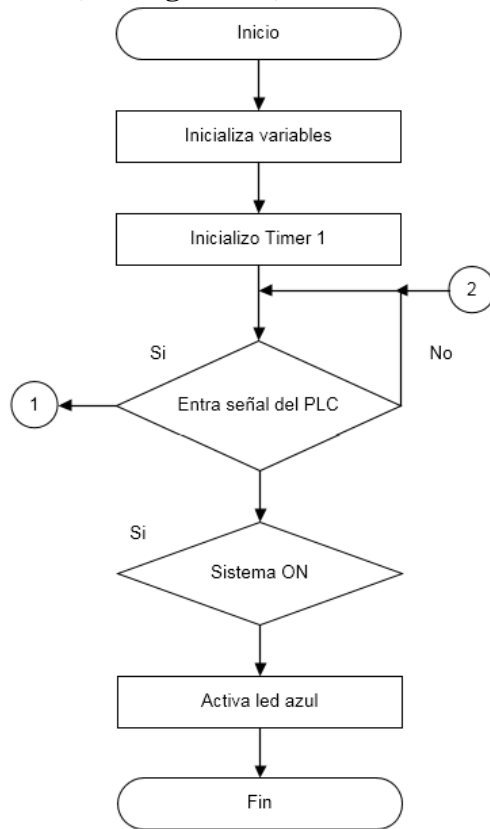


Figure 2.9 Flowchart of the main program for controlling the servomotor with the microcontroller..

3. Results.

The system worked properly established agree to certain modifications that had to be done for your good actions, of which the following are highlights:

- ◆ The lighting had to move several times because they were not sufficiently homogeneous or too was becoming flashing light which caused errors in the time of capture. Therefore it was decided to work with fluorescent lights and are coupling a diode bridge and two capacitors to avoid flicker and to rectify its wave and linearize it.
- ◆ The camera pedestal smart design it in order to move him if it was necessary for other types of inspections.
- ◆ The storage of the bottles it had q change due to malfunction.

- ◆ When a motor buffer bottles for a tape which allow quicker transportation of the bottles was engaging.
- ◆ All the band instruments company docked.
- ◆ After adjustments proceeded to performance tests:
- ◆ Electrification of the elements and smart camera calibration prior to their actions.
- ◆ The procedure to send bottles with and without undissolved solids.
- ◆ When the bottle is in solid control board turned on the green button to pololu he warned that operate the plc began its count and the servomotor is triggering within the ranges established so you can sort the bottles.
- ◆ At the time when the storage was full the red button was driven pulsating manner indicating that the buffer is full.
- ◆ During testing at the beginning some bottles were not detected, that was due to the lack of existing calibration to the ambient light.
- ◆ Fixed the problem all worked in the best way in which you had established.

4. Conclusions

1. It was possible to automate the detection system undissolved solids reduce the risk of getting workers involved develop the disease due astenopia professional ergonomic risk factor.
2. The implementation of the system allows excess gain of about \$ 651.27 monthly and added to this is estimated recovery time cost of implementing the system in about 13 months.
3. The system of verification and classification of bottles was tested and verified its correct functioning in the company LICORAM as a professional system that improves the production process, meeting the expectations of the sponsoring company.

5. Reference

- [1] Demedicina, «ASTENOPIA O FATIGA VISUAL,» 2010. [En línea]. Available: <http://demedicina.com/astenopia-o-fatiga-visual/>. [Último acceso: 9 Enero 2015].
- [2] EcuRed, «Astenopía,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.ecured.cu/index.php/Astenop%C3%ADa>. [Último acceso: 2011 Marzo 2015].

- [3] pendiente demigración, «LA OPTOMETRÍA,» 2013. [En línea]. Available: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/clinopto/Astenopia.htm>. [Último acceso: 7 Febrero 2015].
- [4] J. Cruz, «CLASIFICADOR AUTOMÁTICO DE TAPAS ROSCA DE PLÁSTICO PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN CONTINUA, BASADO EN LA INSPECCIÓN DE DEFECTOS SUPERFICIALES,» 2010. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/750/1/04%20MEC%20001%20TESIS.pdf>. [Último acceso: 3 Enero 2015].
- [5] [6] NATIONAL INSTRUMENTS, «NATIONAL INSTRUMENTS,» NATIONAL INSTRUMENTS, 2014. [En línea]. Available: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/211077>. [Último acceso: 2014 Diciembre 23].
- [7] COMPUTAR, «M1614-MP2,» 2015. [En línea]. Available: <http://computar.com/product/554/M1614-MP2>. [Último acceso: 10 Febrero 2015].
- [8] MANUAL DE PLC LOGO SIEMENS, 2003. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf. [Último acceso: 17 Febrero 2015].
- [9] ANALOG SERVO (VS) SERIES, 2014. [En línea]. Available: <http://www.vigorprecision.com.hk/ProductList.Asp?SortID=4>. [Último acceso: 4 Enero 2015].
- [10] POLOLU, «POLOLU ROBOTICS AND ELECTRONICS,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.pololu.com/product/1102>. [Último acceso: 14 Enero 2015].
- [11] Computo Integrado, 2012. [En línea]. Available: <http://cintegrado.blogspot.com/2012/04/microcontrolador-pic16f628a.html>. [Último acceso: 12 Febrero 2015].