

**AUTOMATIZACIÓN DESCARGUE LAVADORA DE BOTELLÓN  
POSTOBÓN S.A BELLO ANTIOQUIA**

**JOHN ANDERSON HENAO GONZÁLEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA  
MEDELLÍN  
2013**

**AUTOMATIZACIÓN DESCARGUE LAVADORA DE BOTELLÓN**

**POSTOBÓN S.A BELLO ANTIOQUIA**

**JOHN ANDERSON HENAO GONZÁLEZ**

**Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Electromecánico**

**Asesor del proyecto: Elkin Darío Pérez Ramírez**

**Ingeniero Electricista**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA**

**MEDELLÍN**

**2013**

## NOTAS DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Medellín, Mayo 2013**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a DIOS por ayudarme a llegar hasta donde estoy, luego a mi Familia por su apoyo incondicional y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para que la realización de este trabajo, sea una realidad.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 SISTEMA LAVADORA DE BOTELLÓN	22
4.2 INTERRUPTORES FOTOELÉCTRICOS	26
4.3 SENSORES Y TRANSDUCTORES	33
4.3.1 Tipos	33
4.3.2 Aplicaciones	33
4.4 CONTROLADORES	33
4.5 PLC	34
4.6 FUNCIONES DEL P.L.C	34
4.7 ANÁLISIS DE LA FUNCIONALIDAD DE LA MÁQUINA	35
5. METODOLOGÍA	36
5.1 TIPO DE ESTUDIO	36

	<b>Pág.</b>
5.2 TIPO DE PROYECTO	36
5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
5.4 MÉTODO	36
5.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	36
5.5.1 Fuentes primarias	36
5.5.2 Fuentes secundarias	36
5.6 PROCEDIMIENTOS	37
6. RESULTADOS DEL PROYECTO	38
6.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	38
6.2 DIMENSIONES DEL SENSOR FOTOELÉCTRICO	39
6.3 SECUENCIA FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO	41
6.4 FUNCIONES	45
6.5 PROCEDIMIENTO	45
6.5.1 Etapa 1	45
6.5.2 Etapa 2	46
6.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	50
7. CONCLUSIONES	51
8. RECOMENDACIONES	52
CIBERGRAFÍA	53
BIBLIOGRAFÍA	54

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Resultados del análisis de aguas	23
Tabla 2. Ficha técnica de la fotocelda	32
Tabla 3. Selección sensor foto electrico	32
Tabla 4. Diagrama de conexión	49
Tabla 5. Rango de operación vs Reserva de funcionamiento	49

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Entrada lavadora de botellón	22
Figura 2. Entrada de botellones	22
Figura 3. Entrada de huacales por banda transportadora	24
Figura 4. Mesa descargue del botellón	25
Figura 5. Opciones de conexión	27
Figura 6. Montaje flexibles Opciones de conexión	27
Figura 7. Célula fotoeléctrica de barrera	28
Figura 8. Réflex	28
Figura 9. Detector	29
Figura 10. Simbolo representativo	30
Figura 11. Celula fotoeléctrica reflex	31
Figura: 12 Sensores y transductores	33
Figura: 13 Controlador Lógico	34
Figura 14. Medidas del foto sensor	39
Figura 15. Diagrama del funcionamiento de la máquina	40
Figura 16. Foto sensor en soporte de acero inoxidable	42



	<b>Pág.</b>
Figura 17. Caja de bornera	42
Figura 18. Bornera	43
Figura 19. Gabinete	43
Figura 20. Bornera entradas P.L.C	44
Figura 21. P.L.C Siemens	44
Figura 22. Tercer huacal atascado	46
Figura 23. Sensor fotoeléctrico montado	47
Figura 24. Réflex sensor fotoeléctrico montado	48

## GLOSARIO

**ACTUADORES:** Es todo dispositivo que convierte una magnitud eléctrica en una salida, generalmente mecánica, que puede provocar un efecto sobre el proceso automatizado.

**BOTELLÓN:** Recipiente plástico que almacena agua potable hasta 20 litros.

**CONECTOR:** Es un dispositivo para unir circuitos eléctricos.

**HUACAL:** Especie de jaula hecha con varillas de plástico que se usa para transportar botellones de agua de 20 litros.

**MAPER:** Maper S.A es una empresa dedicada al diseño, fabricación y montaje de maquinaria para líneas de embotellado, tales como lavadoras de botellas, lavadoras de cajas plásticas, equipos para lavado, llenado y taponado de garrafones de 20 litros, extractores de etiquetas, mesas de carga, canastas porta botellas, secciones de descarga de botellas, entre otros.

**MÁQUINA:** Conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

**MECANISMO:** Es el conjunto de elementos mecánicos, de los que alguno será móvil, destinado a transformar la energía proporcionada por el motor en el efecto útil buscado.

**NEUMÁTICA:** Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales.

**P.L.C:** Es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

**PROCESO:** Conjunto de operaciones necesarias para llevar a cabo la producción de un bien o servicio, que ocurren de forma planificada, y producen un cambio o transformación de materiales, objetos o sistemas.

**RÉFLEX:** La luz infrarroja viaja en línea recta, en el momento en que un objeto se interpone el haz de luz rebota contra este y cambia de dirección permitiendo que la luz sea enviada al receptor y el elemento sea censado.

**RODAMIENTO:** Es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.

**SENSOR FOTOELÉCTRICO:** Es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor. Todos los diferentes modos de censado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

**TRANSDUCTOR:** Es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra diferente a la salida.

El nombre del transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza (por ejemplo electromecánica, transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa). Es un dispositivo usado principalmente en la industria, en la medicina, en la agricultura, en robótica, en aeronáutica, etc. para obtener la información de entornos físicos y químicos y conseguir (a partir de esta información) señales o impulsos eléctricos o viceversa. Los transductores siempre consumen cierta cantidad de energía por lo que la señal medida resulta atenuada.

## INTRODUCCIÓN

La automatización se ha entendido como una tecnología en la cual se aplican los sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción, de bienes físicos de consumo, además involucra una gran variedad de sistemas y procesos que se ejecutan con mínima o ninguna intervención del ser humano.

Solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema.

La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso, brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico, pudiéndose resaltar las siguientes:

Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, esta dependerá de la eficiencia del sistema implementado.

Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.

Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información. Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos (fabricación flexible y multifabricación).

Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.

Se obtiene un mejor conocimiento del funcionamiento y rendimiento de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso.

Factibilidad técnica en procesos y en operación de equipos.

Factibilidad para la implementación de funciones de análisis, optimización y autodiagnóstico.

Aumento en el rendimiento de los equipos y facilidad para incorporar nuevos equipos y sistemas de información.

Disminución de la contaminación y daño ambiental.

Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.

Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Postobón S.A es una empresa dedicada a la elaboración de bebidas no alcohólicas y agua 100% potable en estas presentaciones: bolsa 360 ml, 6 litros, vaso 270 ml, garrafa 5 litros y el área a intervenir es la del botellón de 20 litros.

Las líneas completas de lavado, llenado y tapado de botellones Maper, comprenden el manejo del botellones a través de las siguientes etapas: descarga, transporte, inspección, prelavado, lavado, sanetizado, llenado, tapado, sellado, codificación y entrega final del producto, satisfaciendo las necesidades de cada cliente. Entre los productos de la línea de agua están transportadores, prelavadora, lavadora, llenadora, taponadora, entre otros.

Los sistemas de lavado de huacales Maper, son máquinas compactas de excepcional estructura modular adaptables a cualquier configuración de planta, fabricadas en acero inoxidable con altos estándares de calidad, que realizan su función de lavado de huacales y recipientes mediante la disposición estratégica de sistemas de inmersión e inyección de solución atemperada a alto caudal y presión.

El siguiente trabajo tiene como propósito automatizar la máquina descargue lavadora de botellón de la empresa Postobón Bello, la máquina está diseñada para que el sensor fotoeléctrico cuente 2 huacales y accione un actuador neumático que frena el resto de los huacales, para que la mesa pueda subir los 2 huacales, descargar los botellones lavados y proceder a llenarlos.

El inconveniente está en el sensor fotoeléctrico porque no está contando bien y deja pasar 3 huacales causando paros innecesarios de producción.

Esto se da por la protección que tiene la máquina, que si queda enfocado el sensor fotoeléctrico con el tercer huacal no deja subir la mesa para evitar un choque.



## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La lavadora deposita los botellones solo cuando la mesa de descargue está arriba con 2 huacales, hay un sensor fotoeléctrico en específico que hace 2 funciones las cuales son:

Servir como contador de huacales, recibiendo los botellones lavados en la mesa de descargue, después de contar 2 huacales activa un freno neumático parando el resto de huacales, todo activado por un P.L.C.

Y la segunda función es servir como sensor de seguridad para la mesa que sube los huacales, porque que si tuviera 3 huacales el sensor fotoeléctrico quedaría enfocado, evitando que la mesa suba chocando el huacal contra la máquina.

El problema es el sensor que está mal ubicado, este sensor cuenta mal y deja pasar 3 huacales y la máquina se frena porque queda enfocado el sensor dando una señal de alerta que no deja subir la mesa con los huacales, solo cuando el operario retira el tercer huacal la máquina sube la mesa de descargue y recoge el botellón.

Este proyecto se utilizara para mejorar resultados en eficiencia, y el operario correrá menos riesgos de un accidente de trabajo al tener que introducir la mano para sacar el huacal, además de evitar daños en la máquina y al material.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La lavadora de botellón mejorara la calidad en los tiempos de descargue?

¿El operario tendrá que intervenir menos evitando posibles accidentes?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Para la empresa Postobón Bello es importante realizar este proyecto porque aumentará eficiencia en los tiempos de la fabricación del producto y el operario tendrá que intervenir menos en el proceso de descargue evitando accidentes, debido a un atrapamiento del actuador, de igual manera va adquiriendo credibilidad y reconocimiento de alta calidad.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Implementar un sensor fotoeléctrico en la descarga de botellón que garantice el correcto conteo de los huacales y así mejorar los tiempos evitando accidentes.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Recopilar información sobre sensores fotoeléctricos, máquina lavadora de botellón.
- Investigar y especificar los principios de un sensor fotoeléctrico.
- Seleccionar los materiales aptos que garantice la funcionalidad del sistema.
- Ingresar el programa de seguridad en el PLC.

#### **4. MARCO TEÓRICO**

Para la realización del presente proyecto se contó con el apoyo de la empresa Postobón S.A. la cual se encuentra localizada en el municipio de Bello departamento de Antioquia - Colombia, tiene aproximadamente 109 años de fundada.

Postobón S.A es una de las principales compañías de Colombia, realiza exportaciones a las Antillas, Venezuela y España. En 2005, la revista Cambio consideró a esta compañía como la más competitiva del país.

La empresa POSTOBÓN fue creada el 11 de octubre de 1904 y fundada por Gabriel Posada y Valerio Tobón en la ciudad de Medellín.

Posada y Tobón deciden expandirse y abrir fábricas en distintas ciudades del país. De 1906 a 1910 la empresa abre sus primeras fábricas en Manizales, Cali y Bogotá.

En 1917 los dos fundadores, junto con Gonzalo Posada, transformaron la sociedad en anónima y la llamaron Cía. De Gaseosas Posada Tobón; y lanza un nuevo producto llamado “Agua Cristal” que es el agua embotellada.

1951, Posada y Tobón se unió con la empresa resultante de la fusión de la Colombiana y La Leona y nació en 1955, Refrescos Postobón. En este mismo año Carlos Ardila Lulle inició su incursión en el negocio de las gaseosas y empezó a ascender en Gaseosas Lux, empresa que tenía acciones en Postobón. Lux empezó una gradual adquisición de acciones de Postobón.

1986, la empresa inició el patrocinio de Postobón equipo, un profesional colombiano equipo ciclista.

A finales de los 90, la cervecería Leona y el montaje del canal RCN generaron un alto endeudamiento en la organización Ardila Lulle y, en particular, a Postobón.

El 5 de marzo de 1997, Postobón S.A. obtiene el Sello de Calidad Icontec, siendo el primer sector de bebidas en el país que recibía dicha certificación.

Para el 2000, su deuda era de unos \$700.000 millones, mientras los ingresos apenas superaban los \$600.000 millones. Por esta razón la empresa crea un Plan de choque donde reestructuro la deuda a los 7 años vendió Leona a Babarúa y empezó a ejecutar un estricto plan de optimización de costos y un agresivo plan comercial y de mercado.

En el 2006 la empresa adquirió el Jugo Tutti Frutti de Babarúa- SAB Miller.

Empresa actualmente hace parte del portafolio de compañías de Organización Ardila Lülle.

En la presente sección se introduce con la descripción general y específica del sistema automatización descargue lavadora de botellón Postobón S.A Bello, en especial se hace énfasis sobre los parámetros y variables físicas que intervienen en el proceso de descargue.

Posteriormente se realiza un enfoque sobre la caracterización e identificación de los elementos tenidos en cuenta para la selección del sensor fotoeléctrico y las variables a controlar para el correcto conteo de los huacales y así hacer más eficiente la máquina.

#### 4.1 SISTEMA LAVADORA DE BOTELLÓN

Esta máquina ha sido diseñada lavar botellones de 20 ml de agua 100% potable, sometiendo su fuente a un estricto proceso de purificación bajo los mejores estándares de calidad.

**Figura 1.** Entrada lavadora de botellón



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

**Figura 2.** Entrada de botellones



Fuente: <http://www.aguacapria.com.ar/calidad.html>

Con temperaturas que alcanzan 70 grados Celsius y presiones de 45 libras.

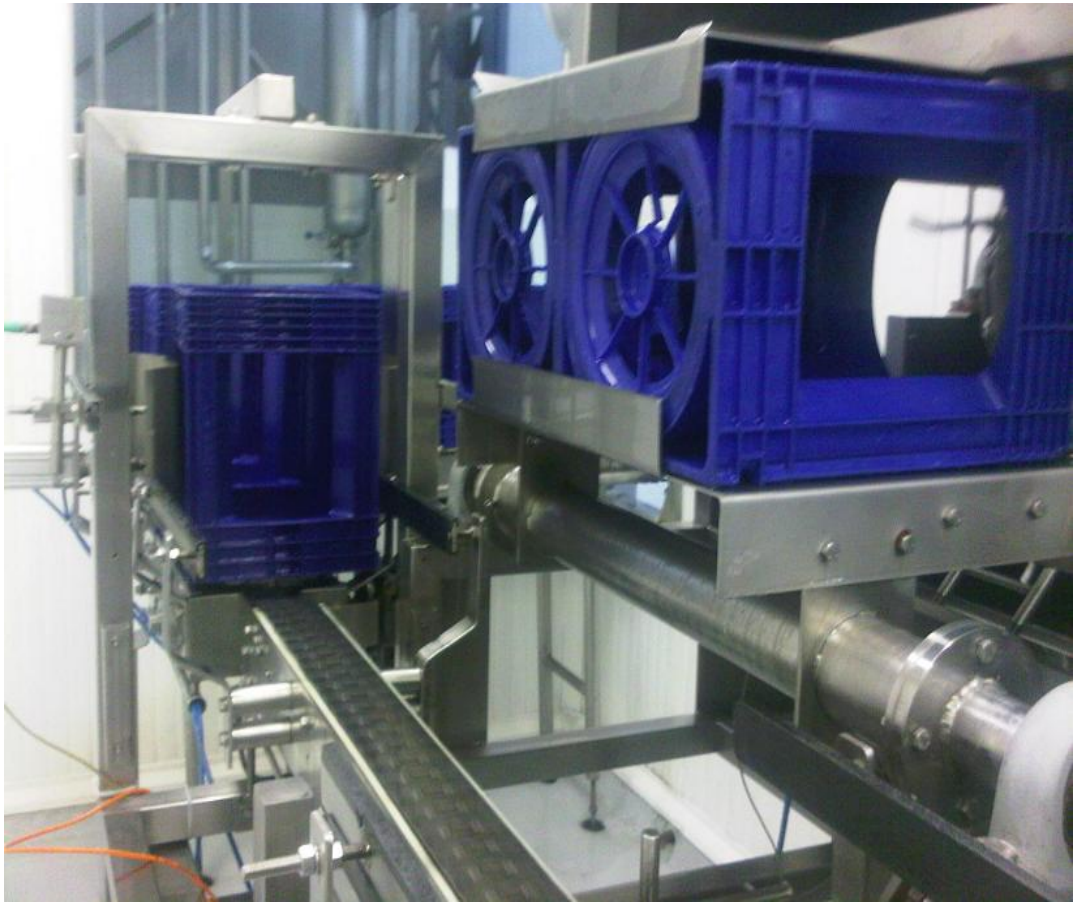
**Tabla 1.** Resultados del análisis aguas

Item	Concentración		Límites *
TURBIEDAD	menor a 0,1	NTU	3
COLOR	menor a 1	Escala Pt-Co	5
OLOR	Sin olores extraños	---	---
pH a 20°C	7,55	UpH	6 -- 9
MATERIAS EN SUSPENSIÓN	menor a 0,01	mg/l	---
NITRATOS	1,11	mg/l	45
NITRITOS	menor a 0,005	mg/l	0,1
AMONIACO	menor a 0,02	mg/l	0,2
COLOR RESIDUAL	menor a 0,01	mg/l	0,5
OXIDABILIDAD EN FRIO	0,1	mg/l	---
OXIDABILIDAD TOTAL	0,4	mg/l	---
POTASIO	2,3	mg/l	---
SODIO	28	mg/l	---
*Límites máximos permitidos en el Art. 983 del Capítulo 12 del C.A.A. para las aguas de bebida envasadas en botellas, sifones, contenedores u otros envases adecuados.			

Fuente: <http://www.aguacapria.com.ar/calidad.html>

Cada botellón es estrictamente controlado por un operario haciendo pruebas de calidad, para verificar agentes contaminantes y botellones que quedaron mal lavado.

**Figura 3.** Entrada de huacales por banda transportadora

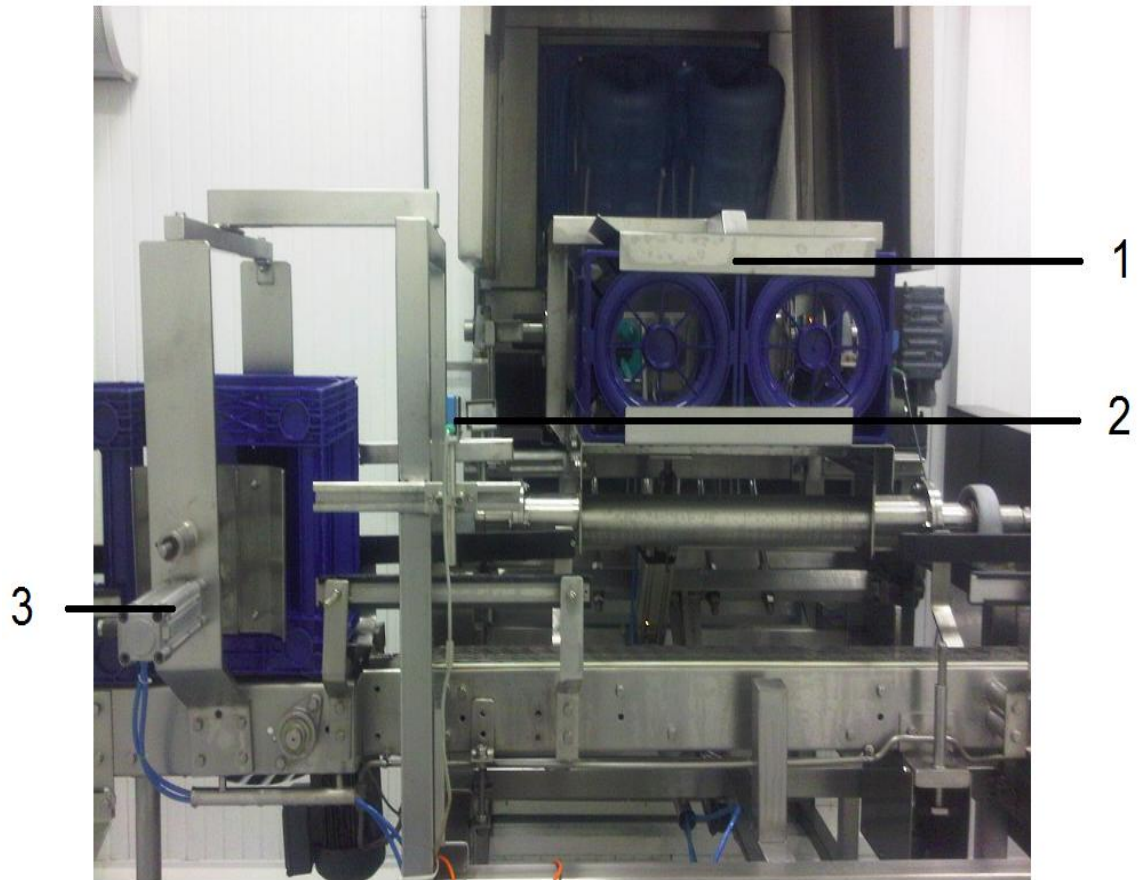


Fuente: Fotografía tomada por el alumno

Estos también vienen de una máquina lavadora de huacales que los pone en una banda transportadora, hasta llegar a la mesa de descargue.



**Figura 4.** Mesa descargue del botellón



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

1. Mesa descargue botellón
2. Sensor foto eléctrico
3. Cilindro tope

Esta mesa solo puede subir si hay dos huacales, si hubiera un tercer huacal la mesa no subiría, porque la máquina se chocaría. Esto es posible gracias al sensor fotoeléctrico que nos sirve de contador para cerrar el tope y también nos sirve de seguridad por si hay un tercer huacal.

## 4.2 INTERRUPTORES FOTOELÉCTRICOS

Interruptores fotoeléctricos en metal estable. Proximidad fotoeléctrica cambia WT 12-2 con posiciones ajustables de distancia, de exploración y opciones de fondo o supresión de primer plano así como ajuste de sensibilidad para la gran distancia de detección. Filtro de polarización para WL fotoeléctrico 12-2 cambiar.

WS / WE 12-2 de barrera fotoeléctrica interruptores con entrada de prueba para función de supervisión.

LED indicador de intensidad de señal para ensuciar seguimiento de la óptica y, como ayuda de alineación (parpadeando).

Disponible con cable fijo y unido a 4 polos tipo enchufe.

Tensión de alimentación de 10 a 30 V Insensible a la luz extraña, debido a modulación de impulsos.

Salidas de conmutación complementarios para luz de conmutación oscuro con cortocircuito protección en modelos PNP NPN.

Disponible como de barrera fotoeléctrica interruptor fotoeléctrico réflex interruptor, interruptor de proximidad fotoeléctrico.

**Figura 5.** Opciones de conexión



Fuente: <http://www.datasheetarchive.com/WL12-2B560-datasheet.html>

Opciones variables de conexión en la espalda y la parte inferior gracias al enchufe giratorio del equipo.

**Figura 6.** Montaje flexibles Opciones de conexión

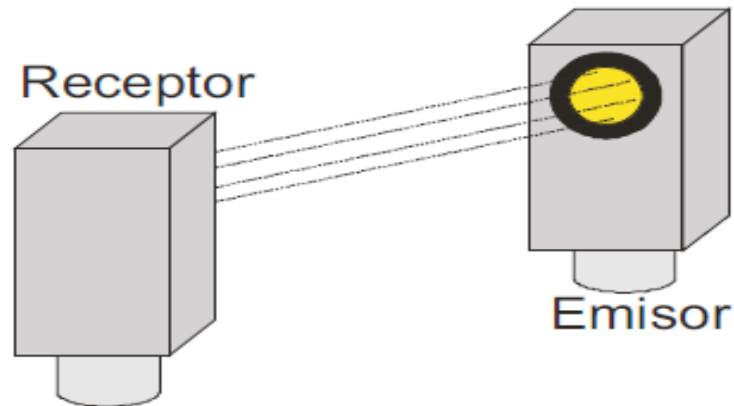


Fuente: <http://www.datasheetarchive.com/WL12-2B560-datasheet.html>

Opciones de montaje flexibles gracias a agujeros de fijación en cola de milano y longitudinalmente.

Emplean un haz luminoso como condicionante para detectar objetos, los hay de tres tipos:

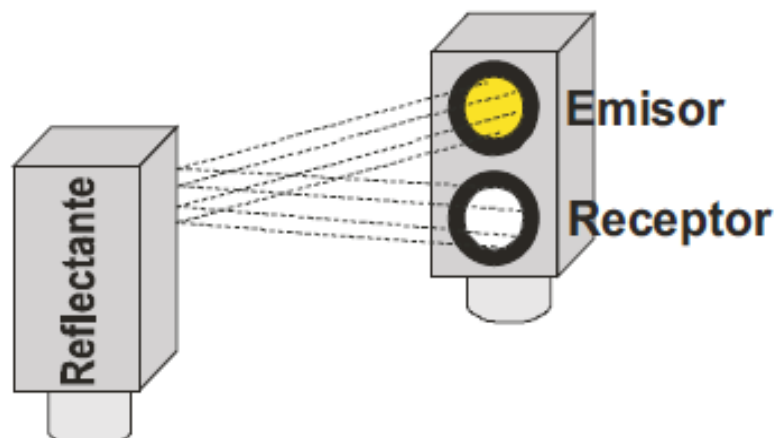
**Figura 7.** Célula fotoeléctrica de barrera



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

En los detectores de barrera, el objeto se interpone entre el emisor del haz luminoso y el receptor. Si la luz no llega al receptor se produce la acción de conmutación. El emisor suele ser una lámpara ayudada por un difusor luminoso, de tal forma que el haz de luz se direcciona.

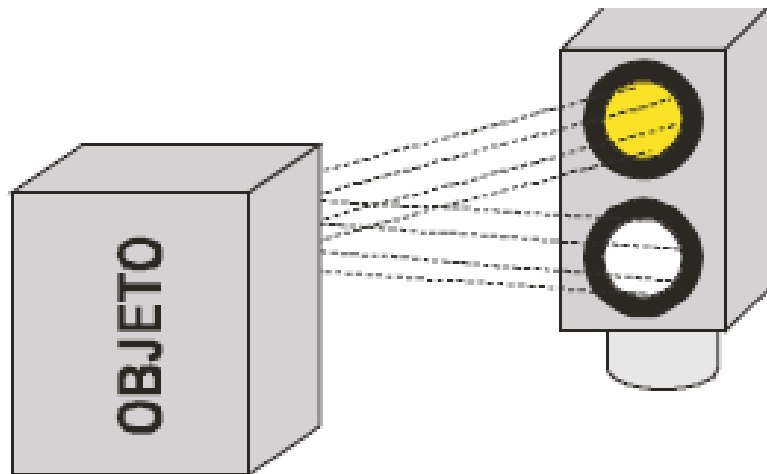
**Figura 8.** Réflex



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

Los detectores se denominan *réflex*, cuando el emisor del haz luminoso y el receptor, están en la misma ubicación y el elemento contrario es un reflector o catadióptrico.

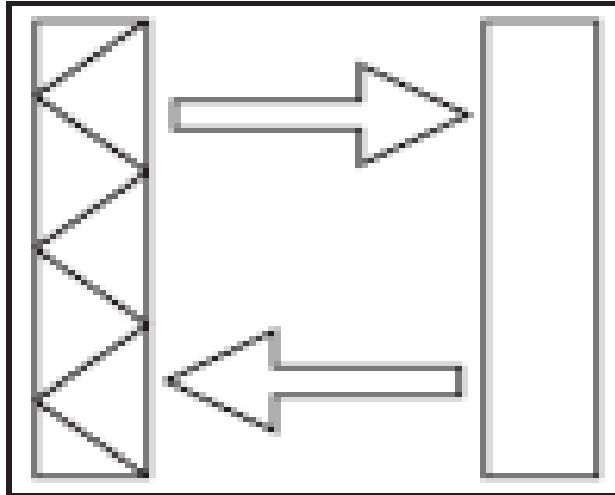
**Figura 9.** Detector



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

En los detectores difusores, un objeto cualquiera realiza la función de reflector. El emisor y receptor están en el mismo espacio. No permiten que la distancia sea elevada.

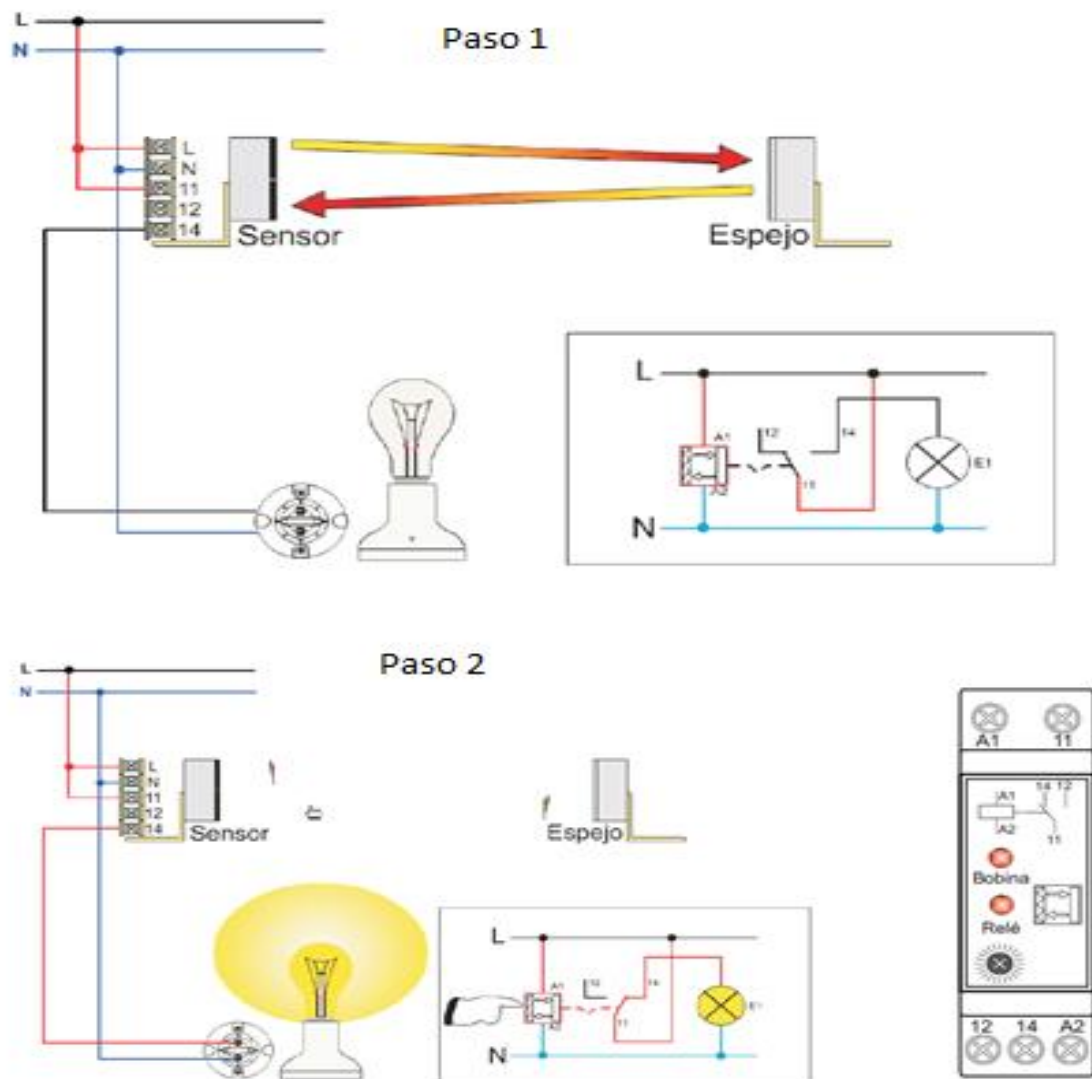
**Figura 10.** Simbolo representativo



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

Si hablamos de luz en sentido estricto nos referimos a radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda es capaz de captar el ojo humano, pero técnicamente, el ultravioleta, las ondas de radio o las microondas también son luz, pues la única diferencia con la luz visible es que su longitud de onda queda fuera del rango que podemos detectar con nuestros ojos; simplemente son "colores" que nos resultan invisibles, pero podemos detectarlos mediante instrumentos específicos.

**Figura 11.** Celula fotoeléctrica reflex



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

Los sensores fotoeléctricos los encontramos en los ascensores, evitando que se cierre la puerta, en caso de nuevas incorporaciones, o como elemento de seguridad en puertas de garaje, evitando que la puerta se cierre, si en ese momento pasa algún vehículo o viandante. Note el conexionado de una célula fotoeléctrica.

**Tabla 2.** Ficha técnica de la fotocelda

Type	WS/WE 12-2	-P	-N
<b>Typical maximal range</b>		20 m	
Recommended operating range		15 m	
Range with 2 mm orifice		2.0 m	
Range with 1.5 mm orifice		1.5 m	
Range with 1 mm orifice		1.0 m	
Range with 0.5 mm orifice		0.5 m	
<b>Light source</b>		LED, visible red light, average operating life 100 000 h <sup>1)</sup>	
Light spot in distance		400 mm at distance of 15 m	
<b>Supply voltage V<sub>S</sub></b>		DC 10 ... 30 V (Limit values)	
Current consumption (without load)		≤ 15 mA, WE; ≤ 30 mA, WS	≤ 25 mA, WE; ≤ 30 mA, WS
Ripple <sup>2)</sup>		≤ 5 V <sub>pp</sub>	
<b>Switching outputs</b>		PNP, Q and $\bar{Q}$	NPN, Q and $\bar{Q}$
Signal voltage HIGH		V <sub>S</sub> - 2.9 V	V <sub>S</sub>
Signal voltage LOW <sup>3)</sup>		approx. 0 V	≤ 1.5 V
Output current I <sub>A</sub> max.		100 mA	
Response time <sup>4)</sup> , Switching frequency <sup>5)</sup>		≤ 330 μs; 1500/s	
<b>Test input TI</b>		V <sub>S</sub> or unswitched, Sender active	
		0 V Sender inactive	
<b>VDE protection class<sup>6)</sup></b>		II	
<b>Enclosure rating</b>		IP 67	
Protection circuits <sup>7)</sup>		A, B, C	
Ambient operating temperature T <sub>U</sub> <sup>8)</sup>		- 40 ... + 60 °C	
Storage temperature T <sub>L</sub> <sup>8)</sup>		- 40 ... + 75 °C	
Weight		with equipment plug 120 g, with cable approx. 200 g	
1) At T <sub>U</sub> = + 25°C 2) Must remain within V <sub>S</sub> tolerances 3) At T <sub>U</sub> = + 25°C and 100 mA output current 4) Signal run time with resistive load 5) With light/dark ratio 1:1		6) Withstand voltage 50 V 7) A = Inputs and outputs all-round reverse polarity protected B = Outputs short-circuit protected C = Interference pulse suppression 8) Do not deform connecting cable below 0 °C	

Fuente: <http://www.datasheetarchive.com/WL12-2B560-datasheet.html>

**Tabla 3.** Selección sensor foto electrico

Plug M 12 rotatable	Cable 2 m	Transistor output		Type	Order no.
		PNP	NPN		
●		●		WS/WE 12-2P430	1 016 157
●			●	WS/WE 12-2N430	1 016 155
	●	●		WS/WE 12-2P130	1 016 156
	●		●	WS/WE12-2N130	1 016 154

Fuente: <http://www.datasheetarchive.com/WL12-2B560-datasheet.html>



## 4.3 SENSORES Y TRANSDUCTORES

### 4.3.1 Tipos:

Inductivos, Capacitivos, Ópticos, Magnéticos, Ultrasónico

### 4.3.2 Aplicaciones:

Presencia, Nivel, Presión, Temperatura, Flujo, PH

**Figura 12.** Sensores y transductores



Fuente: <http://1510679.blogspot.com/2012/11/21-sensores-y-transductores.html>

## 4.4 CONTROLADORES

La tecnología de Control Industrial es una de las partes fundamentales para llevar a cabo lo que se llama Automatización Industrial Integrando elementos como:

Sensores (electrónica).

Actuadores (hidráulicos o neumáticos).

## 4.5 P.L.C

(Controladores Lógicos Programables) o dispositivos de control automático con las máquinas, herramientas y el recurso humano en una planta productiva se llega a desarrollar lo que se llama un proceso productivo automatizado.

**Figura 13.** Controlador Lógico



Fuente: <http://www.cursosdeplc.com.mx/que-es-plc/>

**4.6 FUNCIONES DEL P.L.C:** Sirve de Entrada, Proceso, Salida, Almacenamiento, Temporizadores, Contadores, Comparadores, Operaciones numéricas, Funciones especiales, Comunicación.

#### **4.7 ANÁLISIS DE LA FUNCIONALIDAD DE LA MÁQUINA.**

Las lavadoras de garrafrones MAPER, cumplen con los estándares internacionales con respecto al grado de limpieza de garrafrones.

Son máquinas fabricadas en acero inoxidable y utilizan como principio de lavado, la inyección de solución atemperada a alta presión y caudal, garantizando una excelente calidad en el lavado de todas las superficies de los garrafrones, así como también la apariencia y limpieza exterior.

La máquina MAPER exige poca intervención del factor humano para su operación y mantenimiento consiguiendo una alta eficiencia, rendimiento y seguridad.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 TIPO DE ESTUDIO**

Este proyecto es del tipo Teórico-Práctico. La parte teórica está establecida en las actividades referentes a la consulta y al desarrollo del diseño conceptual y teórico de los cálculos requeridos para el desarrollo del proyecto.

La parte práctica consiste en las tareas de diseño, montaje y ensamble de los componentes de un sensor fotoeléctrico.

### **5.2 TIPO DE PROYECTO**

Productivo.

### **5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Aplicada.

### **5.4 MÉTODO**

El método a utilizar será el método inductivo.

### **5.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

#### **5.5.1 Fuentes primarias.**

Entrevista a operarios, técnico de mantenimiento jefe de producción y observación participante.

#### **5.5.2 Fuentes secundarias.**

Revistas, fotos, videos, bibliotecas, textos e internet.

## 5.6 PROCEDIMIENTOS

Para el proceso de recolección de la información se procede de la siguiente manera:

Entrevista con el jefe de planta de la empresa Postobón Bello.

Entrevista con los operarios encargados del lavado y llenado de botellón.

Consulta en Internet sobre tipos de sensores fotoeléctricos.

Búsqueda en internet sobre máquinas que realicen procesos similares al de interés.

Con base en la información recogida, se realiza prototipo para mirar posible funcionamiento del producto final real.

Definir el sensor fotoeléctrico a utilizar y la construcción de la base en acero inoxidable.

Adquisición de los elementos eléctricos a utilizar en la etapa de montaje del sensor.

## **6. RESULTADOS DEL PROYECTO.**

### **6.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO**

Este proyecto consiste en implementar un sensor fotoeléctrico para la descarga lavadora de botellones que nos servirá para contar más rápido los huacales a través de los siguientes pasos.

Realizar un estudio detallado del estado de la máquina, teniendo en cuenta las partes a mejorar partiendo de un estudio electromecánico industrial.

Con base en las necesidades encontradas se comienza a estructurar y a combinar varias alternativas de solución, a las cuales se van otorgando unas calificaciones de acuerdo a su funcionalidad, rendimiento, fácil mantenimiento, peso, ergonomía, etc. Y posteriormente se van descartando las alternativas hasta llegar a la que más se ajuste al gusto y a la necesidad.

La parte exterior del sensor fotoeléctrico estará protegida con una placa metálica en forma de caja para evitar que sea alcanzada por agua, todo hecho en acero inoxidable.

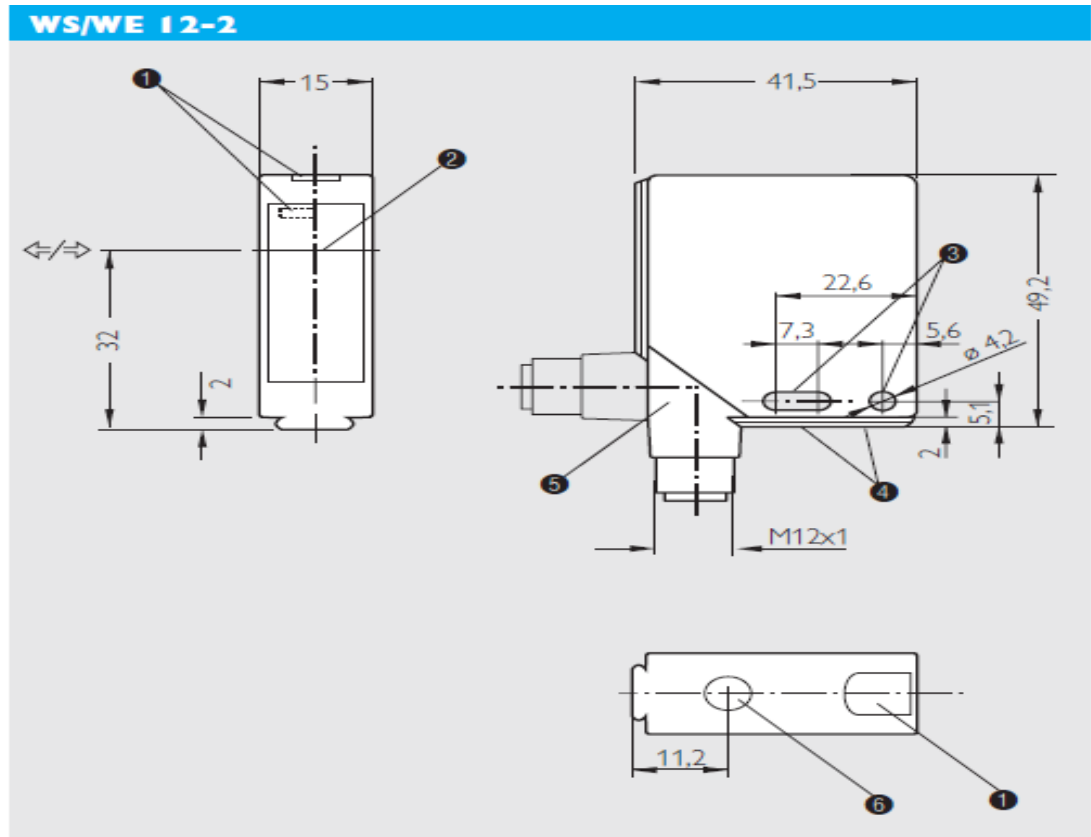
De igual forma se hace la protección para el réflex.

Los capítulos anteriores sirven de antesala para entrar a describir la máquina y el proceso con el cual vamos a realizar la automatización.

Durante el descargue de lavadora de botellón pretendemos mejorar los tiempos en llenado y evitar que el operario intervenga lo menos posible en la descarga, para evitar accidentes.

## 6.2 DIMENSIONES DEL SENSOR FOTOELÉCTRICO

Figura 14. Medidas del foto sensor

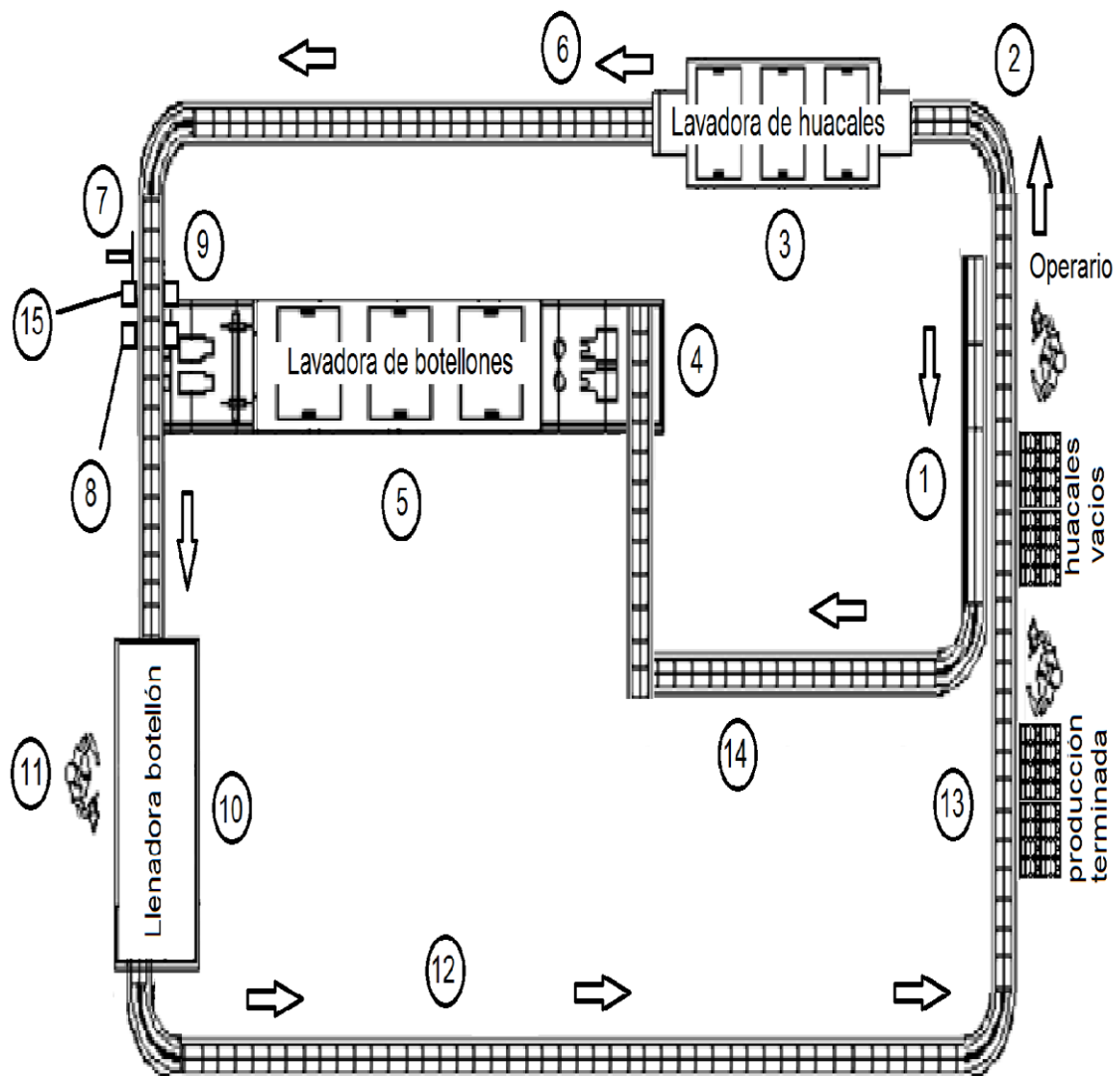


Fuente: <http://www.datasheetarchive.com/WL12-2B560-datasheet.html>

1. Indicador de intensidad de la señal LED
2. Centro de eje óptico
3. agujeros de montaje
4. agujeros de montaje roscado M 4-4 profundo
5. enchufe de M 12 (base giratoria de 90 °) o el cable de conexión de 2 m
6. Ajuste de sensibilidad

Con base en las necesidades encontradas se comienza a estructurar y a combinar varias alternativas de solución, a las cuales se van otorgando unas calificaciones de acuerdo a su funcionalidad, rendimiento, fácil mantenimiento confort, peso, ergonomía, etc. Y posteriormente se van descartando las alternativas hasta llegar a la que más se ajuste al gusto y necesidad de la empresa.

**Figura 15.** Diagrama del funcionamiento de la máquina



Fuente: Diagrama hecho por el estudiante



### **6.3 SECUENCIA FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO**

1. Cargue de botellón sucio
2. Cargue de huacal sucio
3. Lavadora de huacal
4. Entrada cargue lavadora de botellón
5. Lavadora de botellón
6. Salida de huacal lavado
7. Tope freno neumático
8. Sensor fotoeléctrico de seguridad
9. Descargue botellón lavado
10. Llenadora botellón
11. Operario
12. Salida botellón lleno
13. Descargue de botellón terminado
14. Transporte
15. Sensor nuevo (CONTADOR)

La implementación del sistema se logró realizar dentro del cronograma propuesto, obteniendo los resultados esperados, los cuales fueron la implementación del automatismo.

**Figura 16.** Sensor fotoeléctrico en soporte de acero inoxidable



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

El sensor fotoeléctrico debe ir en soportes de acero inoxidable para evitar la humedad.

También debe estar correctamente enfocado con el huacal para no tener falsas señales.

**Figura 17.** Caja de bornera



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

Se hace la conexión del cableado del sensor fotoeléctrico, se conecta un común otro cable a 24 voltios todo esto conectado al PLC.

**Figura 18. Bornera**



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

Se conecta a 24 voltios uno a tierra y otro a un común.

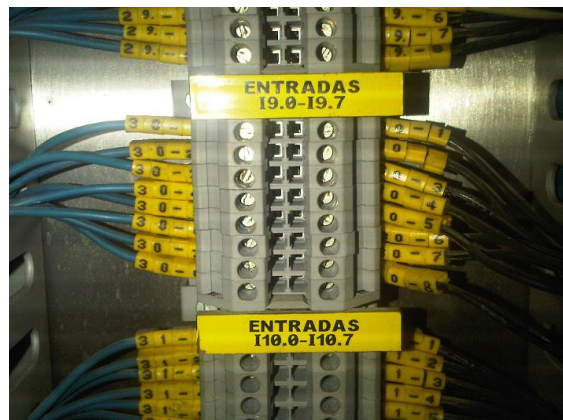
**Figura 19. Gabinete**



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

El gabinete está hecho de acero inoxidable y por la canaleta de arriba va el cableado hasta el PLC.

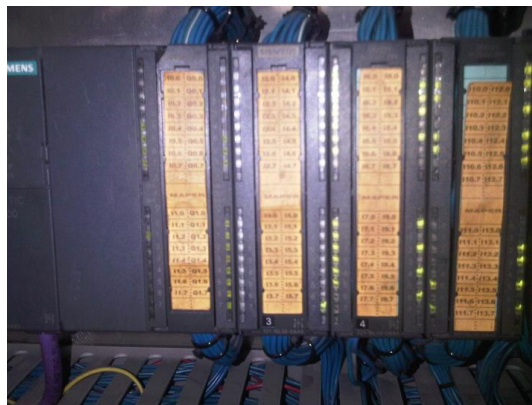
**Figura 20.** Bornera entradas PLC



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

Esta bornera está dentro del gabinete que comunica el PLC con el sensor fotoeléctrico.

**Figura 21.** PLC Siemens.



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

Es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

## **6.4 FUNCIONES**

Dentro de lo estudiado y analizado, se ha encontrado la posibilidad más económica, en donde, se pueden utilizar y programar las funcionalidades del sensor fotoeléctrico.

## **6.5 PROCEDIMIENTO.**

### **6.5.1 Etapa 1.**

Realizar un estudio detallado del estado de la máquina.

Evaluar las partes industriales a mejorar de la máquina.

Buscar los materiales adecuados para hacer la base en acero inoxidable que nos servirá de barrera protectora del sensor fotoeléctrico.

Identificar cual es el sensor fotoeléctrico adecuado, para el entorno.

Visitas a laboratorios y talleres.

**Figura 22.** Tercer huacal atascado



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

En esta parte vemos como el tercer huacal se pasa y el sensor queda enfocado imposibilitando que la máquina suba.

### **6.5.2.** Etapa 2.

Montar el sensor fotoeléctrico y su respectivo réflex.

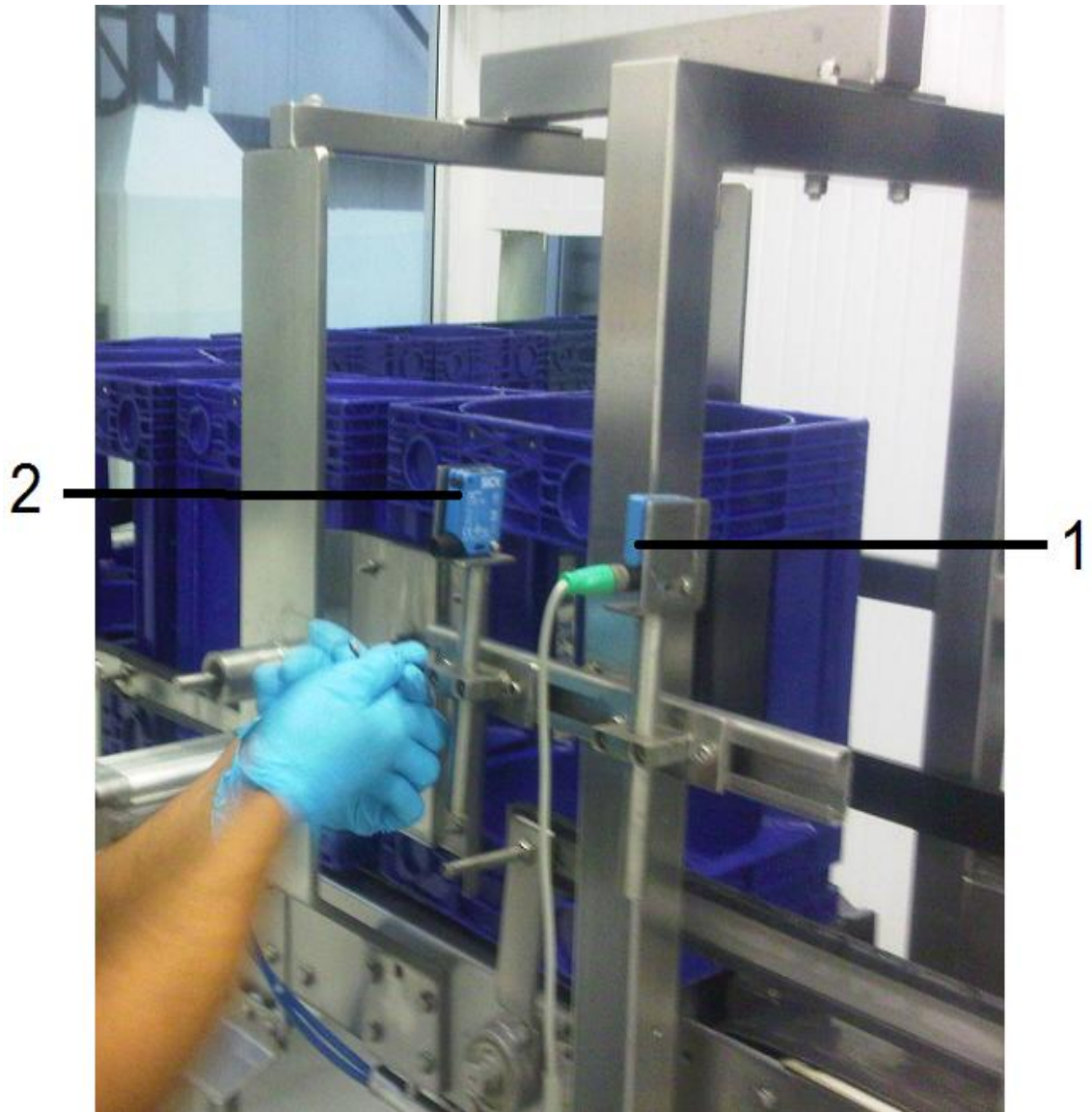
Calibrar el sensor fotoeléctrico con el huacal para un correcto conteo.

Analizar el funcionamiento con el sensor fotoeléctrico nuevo.

Elaborar el informe final.

Entregar el proyecto.

**Figura 23.** Sensor fotoeléctrico montado



Fuente: Fotografía tomada por el alumno

1. Sensor fotoeléctrico viejo (seguridad para la máquina por si hay un tercer huacal).

2. Sensor fotoeléctrico nuevo que sirve de contador de huacales.



**Figura 24.** Réflex sensor fotoeléctrico montado

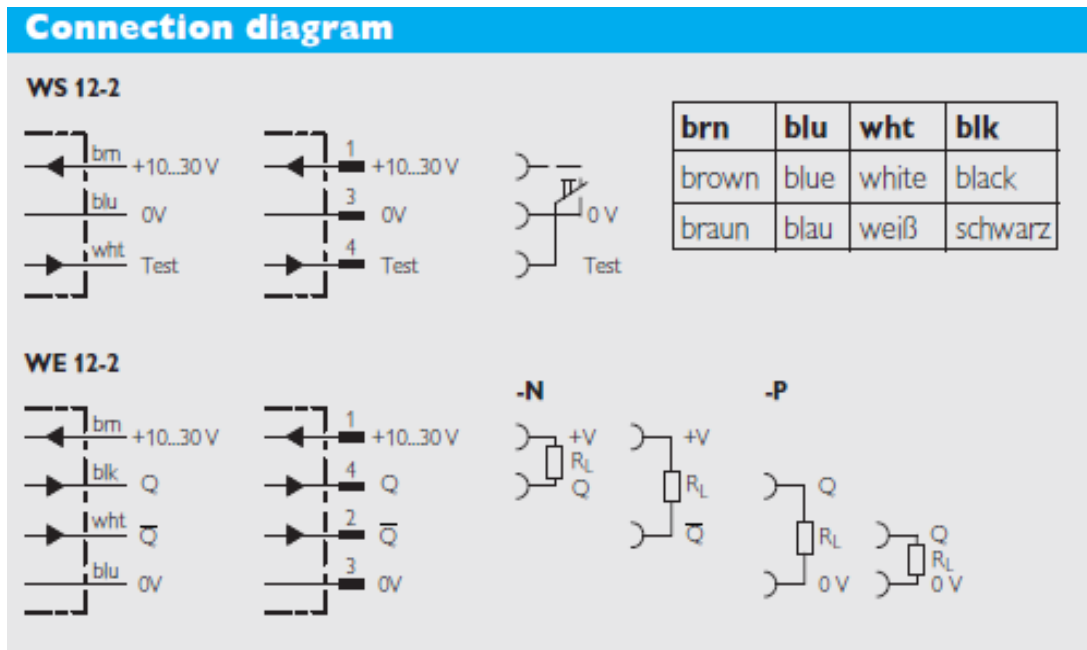


Fuente: Fotografía tomada por el alumno

Se monta cada sensor fotoeléctrico con su debido réflex.

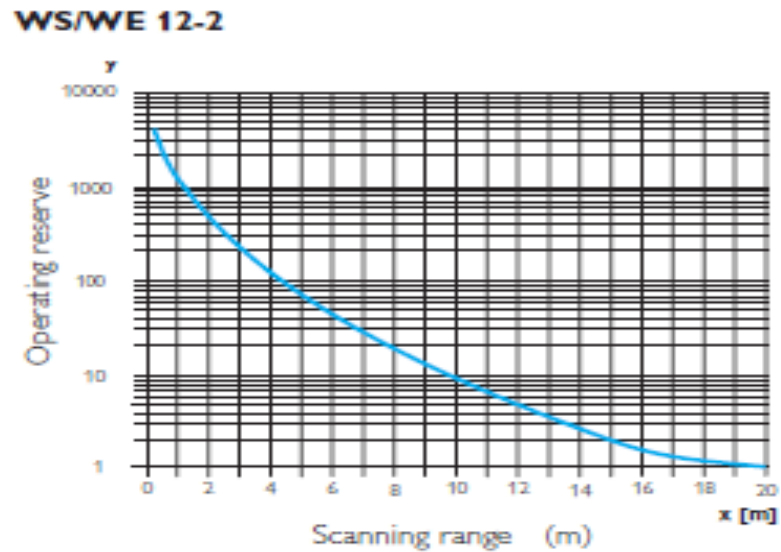


**Tabla 4.** Diagrama de conexión



Fuente: <http://www.datasheetarchive.com/WL12-2B560-datasheet.html>

**Tabla 5.** Rango de operación vs Reserva de funcionamiento



Fuente: <http://www.datasheetarchive.com/WL12-2B560-datasheet.html>

## **6.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Analizando los resultados a continuación damos varias razones para invertir e implementar el sistema en la empresa Postobón S.A Bello.

Mejoramiento de la calidad de los proceso.

Incremento de la competitividad con el uso de nuevas y mejoradas tecnologías.

Aumento considerable en la producción.

Mejoramiento de la salud, higiene y condiciones de trabajo de los operarios involucrados en el proceso.

Mejoramiento de la imagen de la empresa.

## 7. CONCLUSIONES

El desarrollo, diseño e implementación de un sensor fotoeléctrico de control automático en la máquina descargue lavadora botellón para productos alimenticios fue satisfactorio, en otras palabras, la máquina se encuentran realizando procesos completos de esterilización de forma automática e independiente.

Las etapas dentro del diseño del control automático, salvo ciertas modificaciones explicadas en las secciones anteriores, se pudieron aplicar y poner en funcionamiento de manera exitosa, por lo que la estructuración del sistema y del proceso permitió una buena y eficiente ejecución de la fase de implementación, solo generándose ciertos problemas e inconvenientes propios de un proyecto de tal envergadura.

La implantación de este sistema trae innovación a la empresa, logrando un significativo avance en dirección a un crecimiento económico y competitivo, no solo para ella, sino para los empleados y el ambiente en su conjunto.

Debemos resaltar el ahorro de operarios durante el proceso y la reducción en gran porcentaje del esfuerzo físico en el cual analizado, representa ganancias económicas para la compañía.

Incremento de la competitividad con el mejoramiento de la calidad de los productos y procesos.

Mejoramiento de la salud, higiene, condiciones de trabajo de los operarios, y en la calidad de vida de sus familias.

## **8. RECOMENDACIONES**

Se recomienda instalar sensores fotoeléctricos garantía mayor a un año, para evitar desmontajes y mantenimientos prematuros.

Realizar chequeo periódico de los conectores y réflex para evitar malas lecturas.

El sensor fotoeléctrico se ha de colocar, en la posición prevista en el plano, sobre una base suficientemente rígida para evitar las deformaciones y las vibraciones.

Asegurarse de que el sensor fotoeléctrico quede perfectamente paralelo al huacal para malas lecturas.

En caso de exceso de humedad limpiar el sensor fotoeléctrico con un paño que no raye el réflex.

## CIBERGRAFÍA

Sensores fotoeléctricos

<http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

Sensores fotoeléctricos la avanzada tecnología de detección

[http://www.garapen.es/imgnoticias/041110171700-17\\_Sensores\\_fotoelectricos.pdf](http://www.garapen.es/imgnoticias/041110171700-17_Sensores_fotoelectricos.pdf)

Revista Cintex

[http://www.pascualbravo.edu.co/site/images/tmp/Revista\\_Cintex/Revista\\_Cintex\\_14.pdf](http://www.pascualbravo.edu.co/site/images/tmp/Revista_Cintex/Revista_Cintex_14.pdf)

Consultoría Postobón

<http://consultoriapostobon.blogspot.com/2009/10/resena-historica-postobon-sa.html>

## BIBLIOGRAFÍA

MEJÍA VÁSQUEZ, Edwin Danilo, DURANGO BARRERA, Edwin Julián. Diseño y construcción de una lavadora por ultrasonido para el laboratorio de Edatel S.A.E.S.P. Medellín Tecnológico Pascual Bravo Institución Universitaria 2008. Signatura T621.385 M44.

IBARRA CASTRILLÓN, Rafael Antonio. Automatización de prensa troqueladora arisa Imusa S.A. planta Rionegro. Medellín [s.n.] 2012. Signatura T621.984/I11.

ÁLVAREZ, Gerson Jiménez, MOLINA ACOSTA, Carlos Alberto, SOLANO DÍAZ, Jorge Eliécer. Diseño e implementación de un banco con doble estación de trabajo en automatización con PLC y control eléctrico para el área de electrónica en el Centro Industrial y del Desarrollo Tecnológico Sena de Barrancabermeja. Medellín [s.n.] 2012. Signatura T621.317/J45.

TIRIA ANGEL, Johny Esteban, MONTOYA HENAO, Mauricio. Automatización por medio de PLC de una máquina empacadora de harinas en comercializadora Mao S.A Medellín: s.n. 2012. Signatura T 629.8 T47.