

**SISTEMA AUTOMÁTICO APILADOR DE CAJITAS DE JUGO DE LA MÁQUINA
TETRA BRICK ASEPTIC 19 PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL EMPACADO EN LA
EMPRESA COOLECHERA LTDA**

**AUTOR:
CARLOS ANDRÉS ARDILA DAZA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO INGENIERO
MECATRÓNICO**

**ASESOR:
Msc. EDGAR FRANCISCO ARCOS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
BARRANQUILLA
2014**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Ciudad y Fecha

DEDICATORIAS

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida, fuentes de inspiración y de motivación para la consecución de esta meta. Sin ellos jamás hubiera podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciables han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí sino para mis hermanos y familia en general. A ellos este proyecto, que sin ellos no hubiese podido ser.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la perseverancia, a nunca rendirme a mirar y luchar hacia adelante por más difíciles que sean los obstáculos; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Filadelfo Ardila, mi MADRE, mis Hermanos Rafael Ardila y Luis Carlos Ardila; por siempre haberme dado fuerzas y apoyo incondicional que han ayudado o llevado hasta donde estoy ahora. Por ultimo a mis compañeros de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y en especial a mis profesores Stephany Berrio y Francisco Arcos por el apoyo brindado, por convertirse en ejemplos a seguir, y por haber inspirado lo mejor de todos y cada uno los estudiantes. Muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Pág

INDICE DE FIGURAS

GLOSARIO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1 ANTECEDENTES.....	13
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....	14
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. MARCO REFERENCIAL.....	17
3.1 MARCO TEÓRICO.....	17
4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	24

5. PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
6. CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA.....	37

INDICE DE FIGURA

	Pág
Figura 1. Arduino Leonardo	20
Figura 2. Schmitt Trigger	21
Figura 3. Relé Electrónico	21
Figura 4. Partes del Cilindro Neumático	22
Figura 5. Esquema válvula electroneumática	23
Figura 6. Planeación del Sistema Apilador	25
Figura 7. Diseño de Programación	26
Figura 8. Ubicación de los sensores y cilindros	27
Figura 9. Circuito Proteus Fuente Alimentación.....	28
Figura 10. Circuito Neumático	29
Figura 11. Tarjeta control sensores.....	30
Figura 12. Tarjeta de Alimentación.....	31
Figura 13. Tarjeta de Potencia.....	31

Figura 14. Sistema Electrónico del Proyecto.....32

Figura 15. Sistema Neumático.....33

GLOSARIO

ARDUINO: es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. Está dirigido a cualquier persona que hace proyectos interactivos.

AUTOMATIZACIÓN: sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

CILINDRO: Tubo en que se mueve el émbolo de una máquina.

CIRCUITO ELECTRICO: Conjunto de conductores que recorre una corriente eléctrica, y en el cual hay generalmente intercalados aparatos productores o consumidores de esta corriente.

COOLECHERA LTDA: empresa productora de alimentos, principalmente de tipo lácteos.

ELECTROVALVULA: válvula accionada por un electroimán, que regula un circuito hidráulico o neumático.

FLUIDSIM: es un completo software para la creación, la simulación, la enseñanza y el estudio de electro-neumática, electrohidráulica, digital y circuitos electrónicos.

NEUMÁTICA: fenómenos y aplicaciones de la sobrepresión o depresión –vacío- del aire.

PROTEUS: plataforma de desarrollo y simulación de circuitos eléctricos, y diseño de PCB.

SENSOR: dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

TRANSISTOR: semiconductor provisto de tres o más electrodos que sirve para rectificar y amplificar los impulsos eléctricos. Sustituye ventajosamente a las lámparas o tubos electrónicos por no requerir corriente de caldeo, por su tamaño pequeñísimo, por su robustez y por operar con voltajes pequeños y poder admitir corrientes relativamente intensas.

:

RESUMEN

El Caribe colombiano, se caracteriza por ser una región productora activa de maíz, yuca y arroz, en cuanto a agricultura se refiere, sin embargo, es una característica reconocida a lo largo y ancho de Colombia, la fertilidad de los terrenos llanos caribeños, quienes propician la producción lechera.¹

Teniendo en cuenta el afán de las empresas lecheras de la región, en mejorar sus procesos de producción, y la vinculación de las universidades en los procesos de desarrollo de nuevo conocimiento, surge el presente proyecto de grado, el cual, muestra el desarrollo e implementación de un Sistema Automático Apilador de Cajas de Jugo mediante la configuración de circuitos de control neumáticos, por medio de los cuales se controla el proceso de empacado de los jugos “Bonga” y “Coolecherita”, utilizando elementos electromecánicos como válvula, microcontrolador, sensores, etc. Este sistema se implementó para apilar, desde una banda transportadora, 3 cajas de los tipos de jugos, producidos por la compañía lechera, cuyo nombre es: COOLECHERA LTDA.

Luego de planificar, desarrollar y colocar en marcha éste proyecto, los resultados obtenidos, comprueban la efectividad del sistema, haciéndolo útil para el fin requerido, y cumpliendo los objetivos planteados en el marco del desarrollo de éste proyecto, que busca fortalecer las relaciones entre la industria y las universidades, con el fin de innovar en soluciones que impacten positivamente la economía del país.

¹ LOMBANA, J, et al. Caracterización del Sector Ganadero del Caribe Colombiano. Universidad del Norte. 2012. p 16. ISBN: 978-958-741-222-2.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de la industria colombiana, se tienen en la mayoría de sus actividades, la intervención de operarios y procesos manuales, los cuales llevan a un aumento en la posibilidad de riesgos, y accidentes, poca eficiencia reflejada en la disminución de ingresos y una deficiente estandarización en los procesos productivos de las compañías.

COOLECHERA LTDA, es una cooperativa captadora, productora y comercializadora de lácteos, soluciones alimenticias y productos afines al sector agropecuario, tales como: yogurt, kumis, queso, arequipe, mantequilla, entre otros. Trabaja con altos estándares de calidad, soportados con tecnología de punta y con un talento humano idóneo y comprometido, para ofrecer un portafolio de productos atractivos y crecientes a sus consumidores nacionales e internacionales. [1]

En una de las áreas de producción de la compañía, se encuentra instalada una máquina denominada: TETRA BRICK ASEPTIC 19 (TBA 19) encargada del envasado de cajitas de los jugos: “Bonga” y “Coolecherita”. Ésta máquina entrega el producto, para ser empacado en una caja con 3 cajitas de ancho con 12 largo con un total de 36 cajitas de jugo por caja. Éste proceso es realizado por 4 operarios ubicados en serie, a lo largo de la parte final de la banda transportadora, por medio de un trabajo manual, colocando la mano en la banda transportadora, lo cual, impide el paso de las cajitas de jugo, para apilarlas manualmente de a 3 y empacarlas.

Teniendo en cuenta que a medida que se realiza una y otra vez éste proceso manual, se maltrata el producto, no se tiene sincronización en el empacado, se acumulan muchas cajas de jugo al final de la banda, haciendo de este proceso algo ineficiente, y que al final termina afectando al producto y al operario por aplicar mayor esfuerzo para realizar tal operación; surge la idea de optimizar ésta etapa del empacado y los tiempos del mismo mediante el uso de un sistema automático conformado por sensores, actuadores y una etapa de control.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

La empresa COOLECHERA LTDA, actualmente tiene un proceso de empaqueo de jugos en caja, donde tal producto es generado a través de la máquina TBA 19 (TETRA BRICK ASEPTIC 19) con una frecuencia de 116 cajas de jugo por minuto (aproximadamente), las cuales, son transportadas por una banda, y al final de la misma se encuentran ubicados 4 operarios, donde a cada uno le corresponde de forma ideal, empaquear 29 cajas de jugo por minuto; realizando así: 9,6 movimientos con el brazo para encajonarlas en tríos. Éste proceso se ha llevado a cabo aproximadamente desde hace dos años en la compañía, concluyendo que no es muy eficiente y además es poco eficaz, porque depende de la sincronización que tengan los operarios y sus habilidades, destrezas, dominio de sus movimientos, además al apilarlas manualmente y por no tener una sincronización se puede acumular el producto más de lo requerido, generando atascamientos que afectan al producto y al operario, y por ende los tiempos que se necesitan para realizar la labor.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los procesos industriales, son agregaciones de máquinas, equipos y elementos auxiliares destinados a transformar materias primas y obtener un producto con mayor valor añadido. En un proceso tiene lugar un intercambio entre distintos tipos de energía para conseguir las funciones deseadas que puede ser complejo. Asimismo, la interacción entre máquinas no siempre se produce de la forma más conveniente desde el punto de vista de la eficiencia energética y la productividad. En muchas ocasiones el rendimiento del proceso será inferior al que técnicamente puede conseguirse y en consecuencia se incrementarán los costos operacionales.

Es por esto que surge la siguiente pregunta problema: ¿Cómo optimizar el proceso de apilado de las cajas de jugo despachadas por la máquina TBA 19 para obtener un proceso de empaqueo más eficiente, efectivo?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Construir un sistema automático que ayude a optimizar el proceso productivo de la etapa de empaques de las cajas de jugo “Bongo” y “Coolecherita” en la empresa COOLECHERA LTDA, es una fuente de beneficio para todos los actores que se encuentran involucrados en el proceso; que apunta a mejorar los tiempos de empaqueo, los costos de la operación, disminuir los esfuerzos e incomodidades y posibles enfermedades y/o accidentes que se pueden presentar a lo largo del día a día en la labor de empaque. Así mismo, generar, procesos de investigación que apunten a fortalecer las relaciones entre Universidad – Empresa - Estado, que son palpadas con deficiencia, actualmente en nuestro país.

El fortalecimiento del vínculo universidad empresa es una estrategia formulada desde el sector educación para la promoción de la pertinencia y la competitividad. Los Comités Universidad Empresa Estado (CUEE) son instancias regionales organizadas por acuerdos entre universidades, sus grupos de investigación, empresas del sector productivo y entidades del Estado, con el fin de generar y promover proyectos de investigación aplicada, enfocados a atender necesidades tecnológicas reales de las empresas de la región.

Los principales logros han sido los foros regionales de pertinencia que incrementaron su liderazgo y posicionamiento como actor decisivo para la articulación regional entre sectores; la construcción de perfiles regionales que les otorga mayor conocimiento de la región y precisión en la identificación de necesidades de formación y de investigación; recopilación de 181 experiencias significativas, lo que marca un hito para el sector en materia de trabajo articulado, en el que el dinamizador ha sido una institución educativa; reconocimiento de su papel en el desarrollo económico de la región a través de los trabajos realizados con pequeñas, medianas y grandes empresas, comprendiendo que todas son actor fundamental en la realidad económica nacional.

Por último, tomando como referencia la ley 1286 de 2009 que busca fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para lograr un modelo productivo sustentado en la ciencia y la innovación se espera que los CUEE se conviertan en unidades que impulsen la transferencia de conocimiento al sector empresarial; sean aliados estratégicos para el desarrollo económico de las regiones; emprendan acciones con actores regionales de vital importancia para la investigación como los Codecyt y contribuyan a la apropiación social de la ciencia y la tecnología dado que son un caso exitoso de investigación aplicada, trabajo

colaborativo y articulación efectiva entre sectores; promuevan pasantías de investigadores, para que los recursos e infraestructura de las empresas estén al servicio de la investigación para la solución de problemas reales; y promuevan la formación del recurso humano para el uso efectivo del sistema de propiedad intelectual.²

² COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, Vínculo Universidad – Empresa – Estado. Bogotá. 2010. <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-232769.html>

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Optimizar el proceso de empaqueo de las cajas de jugo de la máquina TBA19 en la empresa COOLECHERA LTDA, ubicada en la ciudad de Barranquilla, Colombia; mediante la implementación de un sistema de control automático.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el proceso de empaqueo del producto.
- Determinar los equipos, y/o elementos necesarios para la implementación del Sistema Automático.
- Determinar la lógica, duración y métodos para la optimización del proceso.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO TEÓRICO

En pro de contextualizar al lector de éste proyecto, sobre cada una de las temáticas que involucran la planeación, el desarrollo y posterior ejecución del Sistema Automático Apilador de Cajas de Jugo, es fundamental iniciar, conociendo el origen de la realidad que se busca mejorar. Éste origen son: los procesos productivos industriales.

Un proceso de producción es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor. Cabe destacar que los factores son los bienes que se utilizan con fines productivos (las materias primas). Los productos, en cambio, están destinados a la venta al consumidor o mayorista.

Las acciones productivas son las actividades que se desarrollan en el marco del proceso. Pueden ser acciones inmediatas (que generan servicios que son consumidos por el producto final, cualquiera sea su estado de transformación) o acciones mediatas (que generan servicios que son consumidos por otras acciones o actividades del proceso).

Los procesos productivos, por su parte, pueden clasificarse de distintas formas. Según el tipo de transformación que intentan, pueden ser técnicos (modifican las propiedades intrínsecas de las cosas), de modo (modificaciones de selección, forma o modo de disposición de las cosas), de lugar (desplazamiento de las cosas en el espacio) o de tiempo (conservación en el tiempo). Según el modo de producción, el proceso puede ser simple (cuando la producción tiene por resultado una mercancía o

servicio de tipo único) o múltiple (cuando los productos son técnicamente interdependientes).

La tecnología es, por su parte, un factor que modifica constantemente los procesos de producción; teniendo en cuenta que, a medida que pasa el tiempo, los innumerables avances que se realizan en materia de herramientas de trabajo, los vuelven menos pesados y colaboran con una mejor calidad de vida para los empleados; sin embargo, muchas personas están en contra de estas transformaciones porque consideran que de este modo, los puestos de trabajo a disposición de las personas se reducen y por ende, aumentan los índices de desempleo. [2]

La tecnología a utilizar para llevar a cabo la implementación de éste proyecto está basada en los siguientes elementos:

Sensores infrarrojos: Estos sensores poseen multitud de aplicaciones como por ejemplo, vigilancia de objetos y personas, medida de temperaturas remotas en aplicaciones industriales, detección de fugas de calor, monitorización y detección de incendios, y diferentes aplicaciones científicas y médicas. La banda del infrarrojo va desde los 0.75 hasta los 1000 μm (nanómetros), y se pueden diferenciar las siguientes bandas:

- IR cercano: 0.75 a 3 μm .
- IR medio: 3 a 6 μm .
- IR lejano: 6 a 15 μm .
- IR extremo: 15 a 1000 μm .

El sensor infrarrojo se basa en la emisión de cuerpo negro ideal, es decir, un cuerpo que absorbe y reemite toda la radiación incidente, independientemente de la longitud de onda que sea. Ya que esta situación es ideal, se trabaja con una aproximación de cuerpo negro, donde la radiación incidente no sólo se absorbe, también se refleja y se transmite. [3]

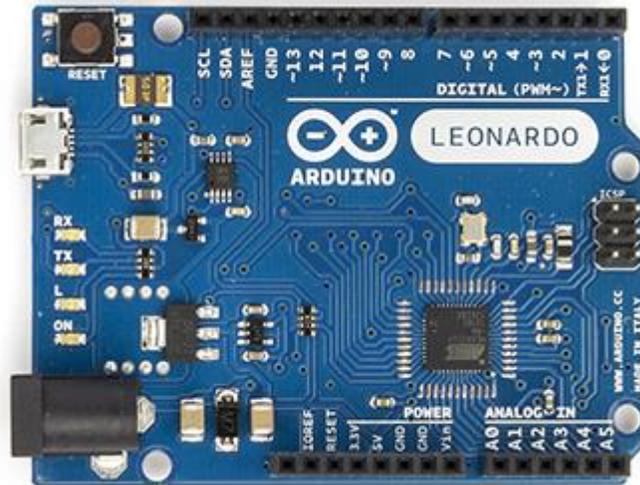
Para implementar la lógica de programación que debe seguir el proyecto, se hace uso de un micro-controlador integrado, mediante la plataforma Arduino, serie Leonardo.

El Arduino Leonardo es una placa electrónica basada en el ATmega32u4. Cuenta con 20 pines digitales de entrada - salida (de los cuales 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 entradas como analógicos), un oscilador de 16MHz, una conexión micro USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar.

El Leonardo difiere de todas las placas anteriores en que el ATmega32u4 ha incorporado en la comunicación USB, eliminando la necesidad de un procesador secundario. Esto permite que el Leonardo aparezca a un ordenador conectado como un ratón y el teclado, además de un virtual (CDC) de puerto serie / COM. El Arduino Leonardo puede ser alimentado a través de la conexión micro USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente. Potencia (no USB) externo puede venir con un adaptador de CA a CC (pared-verruga) o la batería. El adaptador se puede conectar al conectar un enchufe de 2.1mm centro-positivo en el conector de alimentación de la placa. Los cables desde una batería se pueden insertar en los cabezales de pin GND y Vin del conector de alimentación.

El tablero puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo, el pin de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la junta puede ser inestable. [4]

Figura 1. Arduino Leonardo

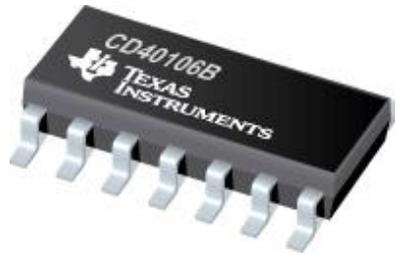


Fuente: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardLeonardo>

Teniendo claro hasta éste momento, qué son los procesos productivos industriales, el tipo de sensor y características del controlador utilizado en el proyecto, es importante conocer las interfaces desarrolladas para la etapa de potencia y el control de los circuitos de alimentación y sensores. Con respecto a lo último mencionado, la interfaz de sensores, se equipa con el circuito integrado CD40106BE CMOS que permite acondicionar la señal de los sensores, la cual es suministrada al controlador para su respectivo procesamiento.

El Schmitt Trigger CD40106BE CMOS, usa la histéresis para prevenir el ruido que podría tapar a la señal original y que causaría falsos cambios de estado si los niveles de referencia y entrada son parecidos. Para su implementación se suele utilizar un amplificador operacional realimentado positivamente.

Figura 2. Schmitt Trigger CD40106BE



Fuente: <https://octopart.com/cd40106be-texas+instruments-9264214>

Con respecto a la interfaz de potencia, es interesante definir la importancia de la misma. Una interfaz de potencia es la separación del bajo voltaje con respecto al alto voltaje, por ejemplo la etapa de control sería un microcontrolador sigue el aislamiento por medio de optoacopladores, relevadores de estado sólido, relevadores electromecánicos, etc. la etapa de control activa esos elementos para que por ahí pase el alto voltaje (que bien podría ser A.C), esto se utiliza para evitar daños por "regresos de corriente", corto circuito, etc.

La interfaz de potencia se encuentra equipada con relevos electrónicos, de 5 voltios, que permiten activar, mediante pequeñas señales de control, las cargas necesarias para la activación de los actuadores. Funcionan como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Figura 3. Relé electrónico de 5V



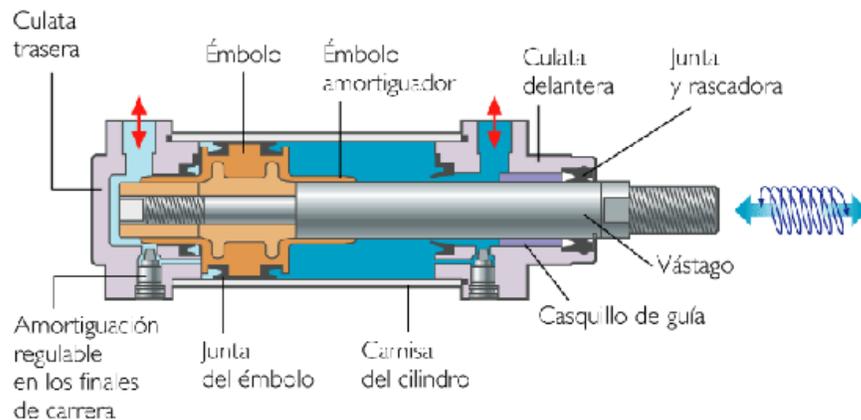
Fuente: <http://www.lediouris.net/RaspberryPI/Relay.by.email/readme.html>

Para alimentar las tarjetas de sensores, controlador y actuador, se requiere de una fuente, para proporcionar la potencia necesaria para los equipos y elementos.

Con respecto al sistema de actuadores, se trata de un sistema electro - neumático, conformado por cilindros neumáticos de doble efecto, electroválvulas neumáticas 5/2 con retorno de muelle y bobina de 24VDC de 6W, que permite controlar la dirección del flujo de aire, a su vez controla la entrada y salida de los actuadores conectados al mismo.

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al embolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo. La fuerza de empuje es proporcional a la presión del aire y a la superficie del pistón. Los cilindros de doble efecto pueden realizar el trabajo en ambas direcciones porque se les aplica la presión en ambas caras del émbolo. [5]

Figura 4. Partes de cilindro neumático de doble efecto

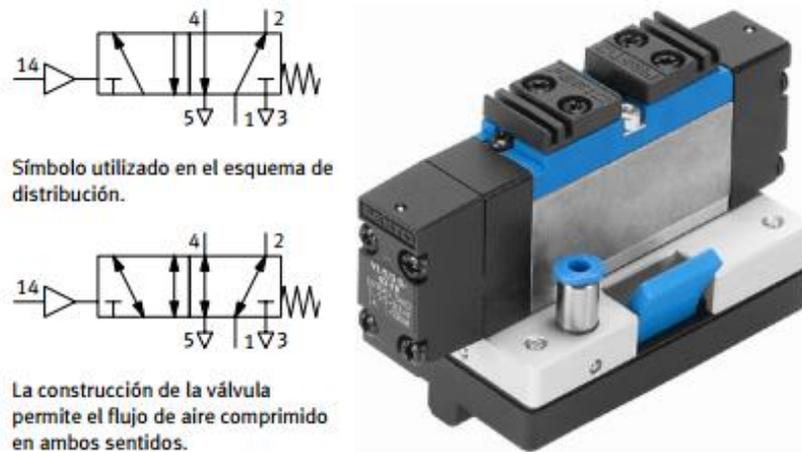


Fuente: http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Cilindros_Neum%C3%A1ticos

La válvula neumática de 5/2 vías con racores rápidos está montada sobre una placa funcional dotada con conexión P y silenciador. La unidad se monta en el panel de prácticas perfilado utilizando la palanca de color azul. La válvula neumática conmuta al recibir una señal neumática en la conexión 14. Al retirarse la señal, la válvula vuelve a su posición inicial por efecto de un muelle de recuperación.

La bobina para válvula solenoide es del tipo DIN-PLUG, con una tensión de 24VDC para corriente continua. Un inductor o bobina es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético. [6]

Figura 5. Esquema válvula electro-neumática



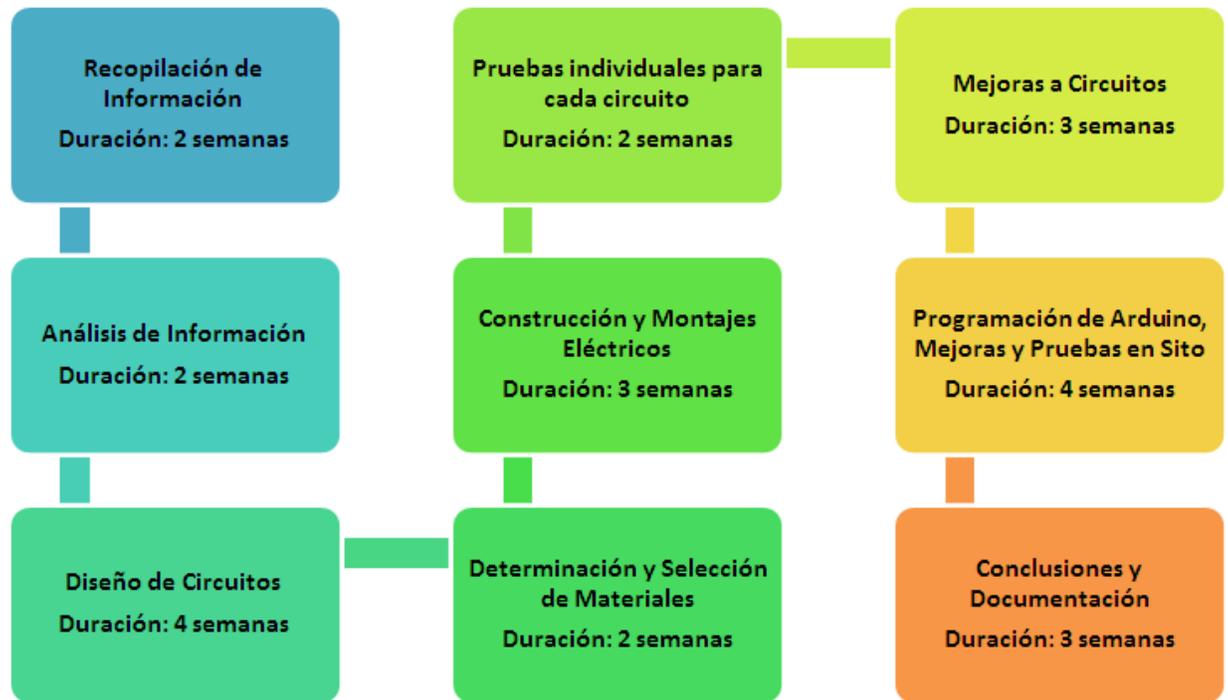
Fuente: <http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00085950001135162508.pdf>

4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para diseñar el sistema automático de apilador de cajas de jugos, y lograr el objetivo general planteado al inicio de este documento, se realiza una investigación descriptiva en la cual se identifican las herramientas a utilizar y los factores que influyen en el diseño del sistema, identificando varias etapas, enmarcadas en la figura 6, las cuales son fundamentales para entregarle a la compañía COOLECHERA LTDA, una mejora para su sistema de producción y el trabajo efectuado por los trabajadores del área crítica: el empaclado; garantizando los siguientes resultados: generación de nuevo conocimiento o desarrollo tecnológico, apropiación industrial del conocimiento y fortalecimiento de las relaciones U-E-E (Universidad - Empresa – Estado).

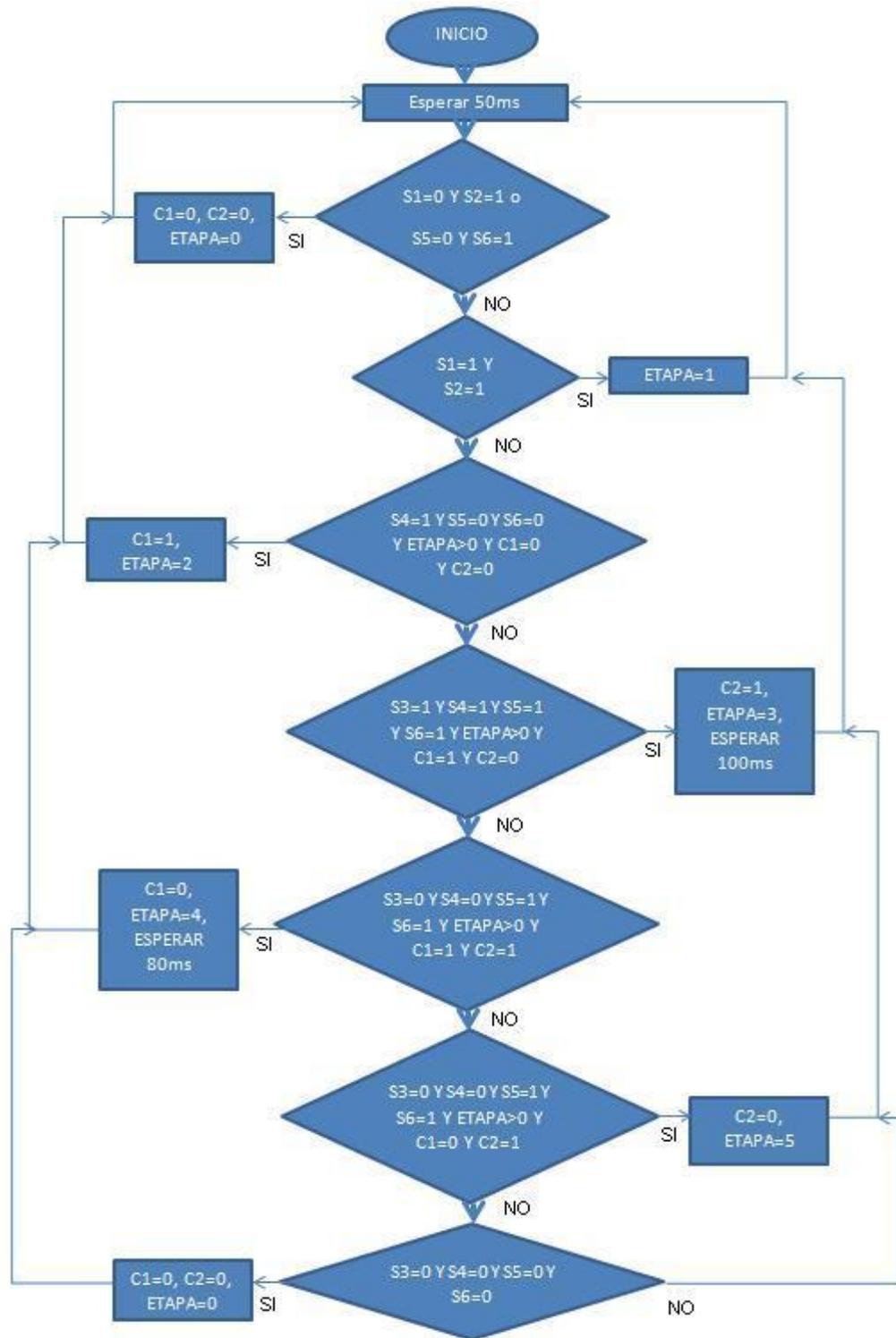
Inicialmente el tipo de fuente primaria consultada se da a partir del contacto directo con el personal que se encuentra al frente de la labor, con el fin de tener una visión general de la problemática a solucionar, así mismo, se realiza un bosquejo de la configuración del proyecto. Inmediatamente al conocer el contexto de la operación, se continúa con una recopilación de elementos necesarios para dar solución a la problemática y se analiza el código del micro- controlador a programar. Se describe en la figura 7, la lógica del código de programación.

Figura 6. Planeación del Sistema de Automático Apilador de Cajas de Jugo.



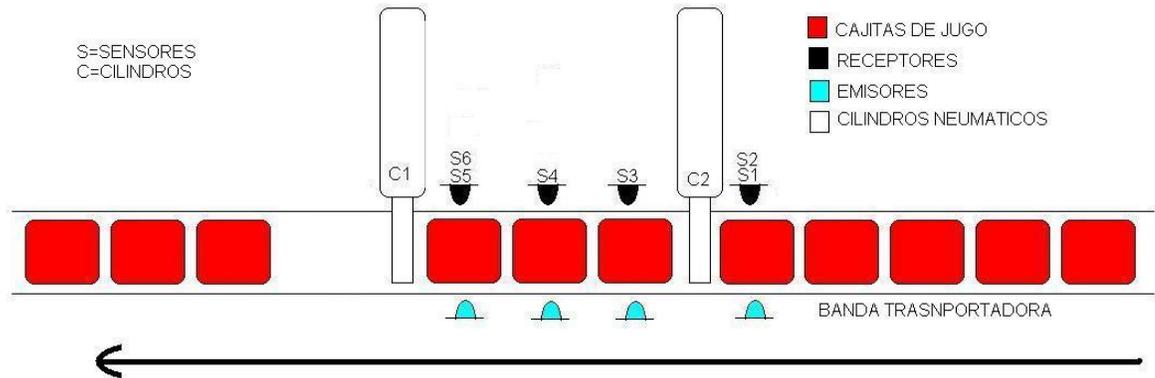
Fuente: el autor.

Figura 7. Diseño de la Lógica de Programación



Fuente: el autor.

Figura 8. Ubicación de los sensores y cilindros

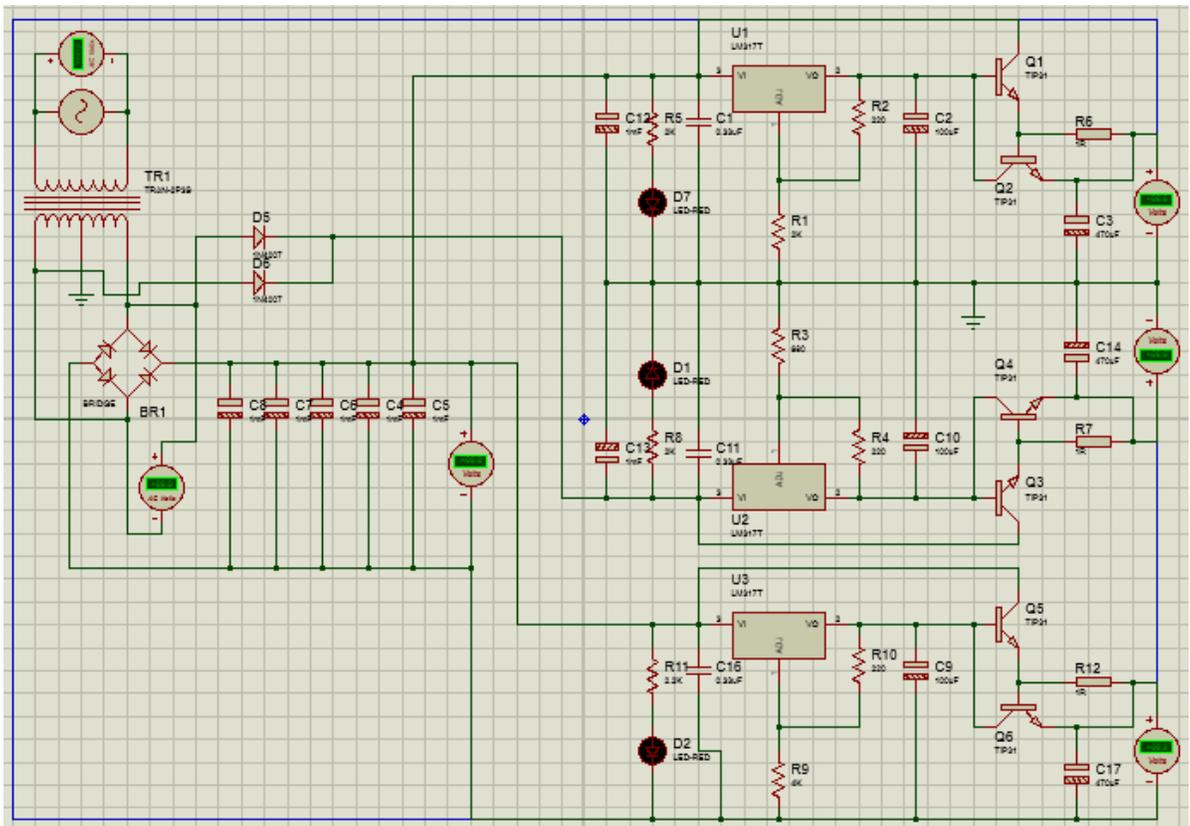


Fuente: el autor

Para la parte de la configuración electromecánica, se desarrollan los planos eléctricos y neumáticos correspondientes a la fuente de alimentación y al circuito de los actuadores, en éste caso los cilindros de doble efecto quienes de acuerdo a la programación del Arduino Leonardo, realizaran los movimientos necesarios para apilar las cajas de jugos en tríos.

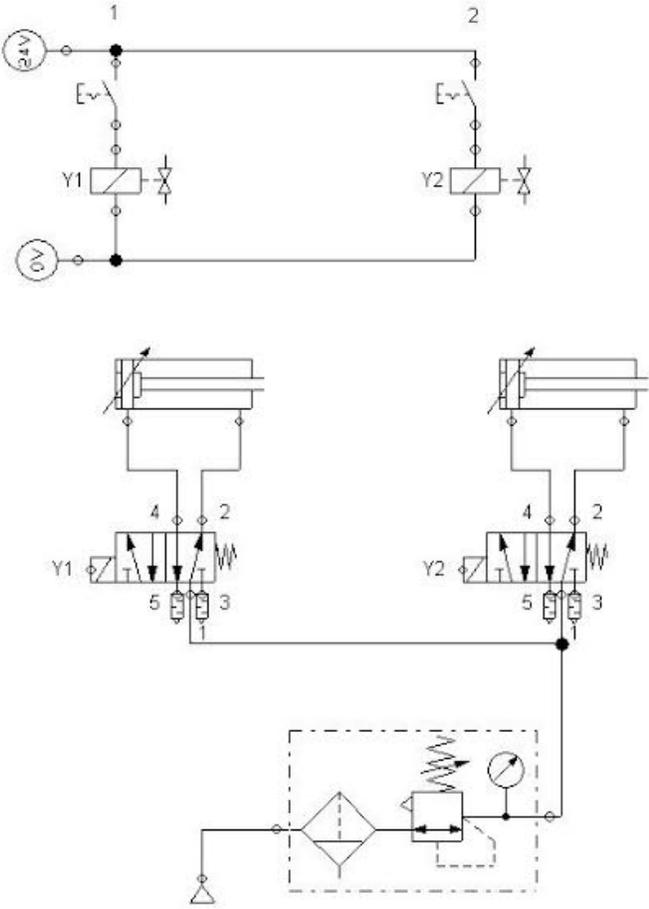
La fuente de voltaje diseñada en el software Proteus, se encuentra conformada por una serie de elementos eléctricos, como capacitores, diodos, transistores, resistencias, y opera voltajes de 5, 12 y 24 Voltios.

Figura 9. Circuito en Proteus de Fuente de Alimentación



Fuente: el autor.

Figura 10. Circuito Neumático



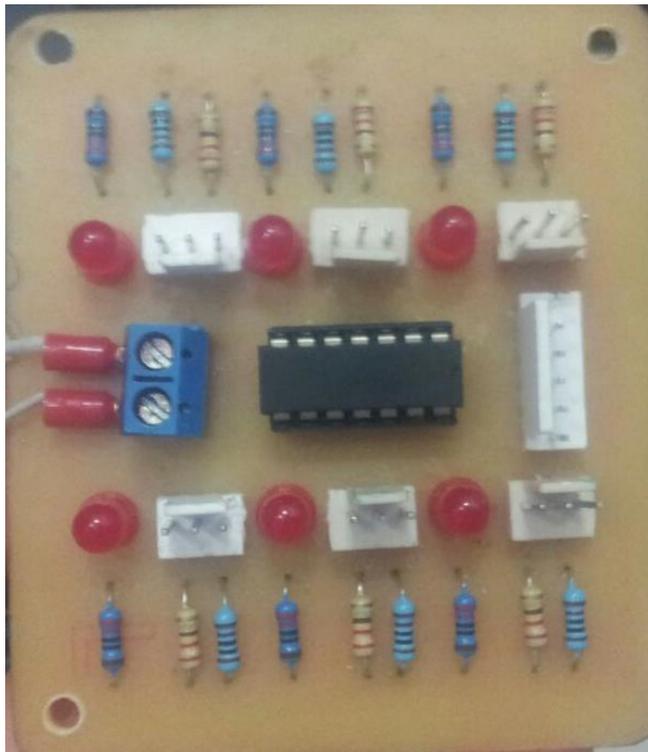
Fuente: el autor.

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante la realización de pruebas al sistema automático de apilamiento de cajas de jugos, se confirma la importancia de los programas especializados en realización de diseño de circuitos, en éste caso, de tipo electrónico, y neumático. Se realizan 3 tarjetas, correspondientes a los siguientes sistemas, las cuales cumplen las funciones requeridas para el trabajo óptimo del proyecto ejecutado:

- Sistema de Potencia
- Control de Sensores
- Alimentación de circuitos.

Figura 11. Tarjeta de control de sensores



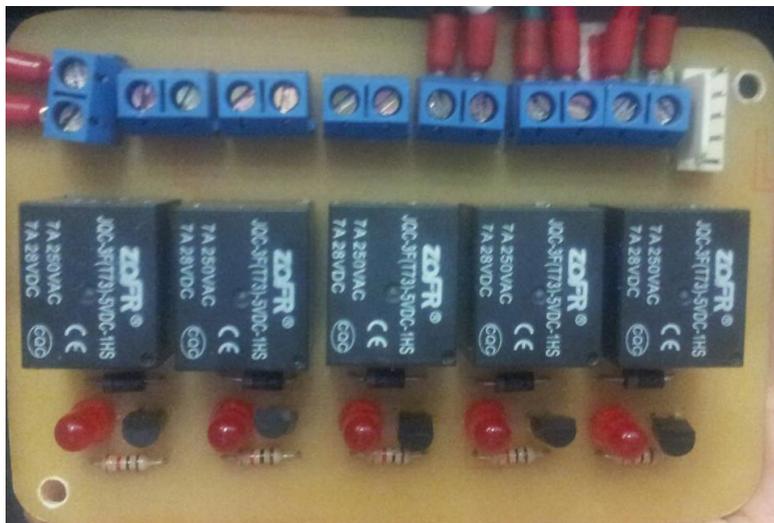
Fuente: el autor.

Figura12. Tarjeta de Alimentación



Fuente: el autor.

Figura 13. Tarjeta de Potencia



Fuente: el autor.

Arduino se utiliza para direccionar tareas y ejercer control de acuerdo a la lógica de programación estipulada en él, lo cual permite garantizar los movimientos coordinados que apilen 3 cajas de jugo por los cilindros de doble efecto.

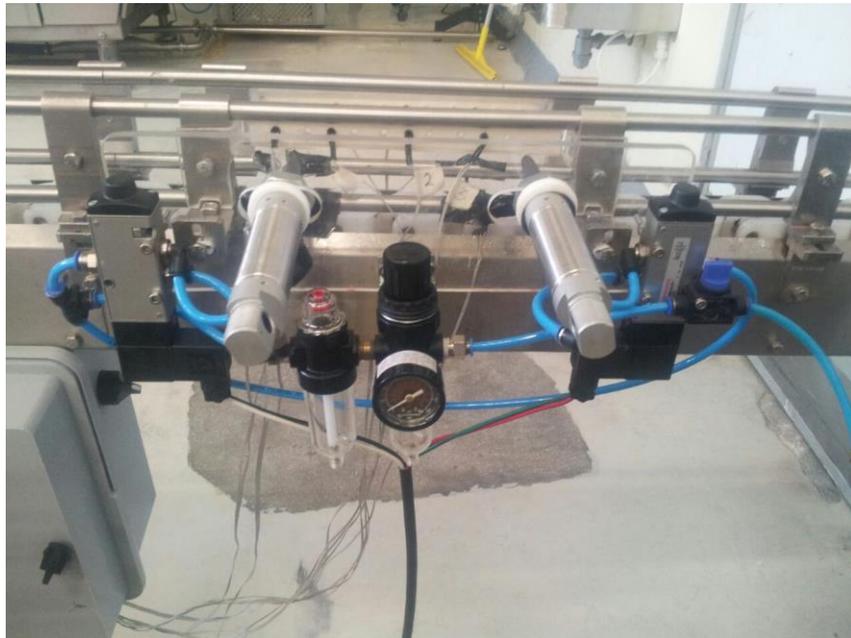
Figura 14. Sistema electrónico del proyecto



Fuente: el autor.

La utilización de energía neumática en el marco del desarrollo del sistema, responde de manera positiva a las necesidades de la línea de producción de empaçado de jugos, impactando de manera positiva en cuanto a planes de mantenimiento se refiere, por el tipo de elemento utilizado para producir la energía: el aire. Sin embargo se debe mantener una inspección constante para garantizar el buen funcionamiento del mismo, y las condiciones de presión, voltaje y corriente del sistema en su totalidad.

Figura 15. Sistema neumático del apilador de cajas de jugo



Fuente: el autor.

6. CONCLUSIONES

Actualmente, la implementación de sistemas automatizados en la industria colombiana es más común de lo que hace muchos años atrás podía imaginarse, éste tipo de sistemas permiten la optimización de recursos y tiempos haciendo más eficaces, las líneas de producción. El trabajo actual, es de gran ayuda para la línea de empaqueo de la empresa COOLECHERA LTDA, pues a través de la mejora en los procesos, se contribuye al crecimiento y modernización de la industria a nivel Costa Caribe.

Los operarios encargados del área de empaqueo, muestran una reducción del 50% en cuanto a tiempos y esfuerzos se refiere, ya que al momento de llevar a cabo la introducción de los tríos en las cajas que finalmente se distribuyen a los consumidores, se detecta mayor coordinación en la línea y finalización de las tareas asignadas, manifestando por parte de los mismos, conformidad con el sistema implementado.

Se reduce al 0% la acumulación de cajas de jugos y las cajas machucadas, al final de la banda transportadora por la cual circulan los mismos, puesto que los operarios poseen la facilidad de empaclarlas a la caja final, teniendo en cuenta que vienen previamente organizadas en tríos; mostrando el sistema una efectividad del 100%.

Se concluye que los sistemas electro-neumáticos, son de gran ayuda como herramientas para dar soluciones a nivel industrial, pues permiten adaptar configuraciones de bajos costos que cumplan con las necesidades requeridas.

Como trabajo a futuro se recomienda optimizar totalmente el proceso de empaqueo en la empresa COOLECHERA LTDA, mediante sistemas automáticos de tipo electro-neumático.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUINO. What is Arduino? {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (<http://arduino.cc/>)

COLOMBIA. COOLECHERA LTDA. Nuestra empresa. {En línea}. {30 de Diciembre del 2014} disponible en: (<http://www.coolechera.com/nuestraempresa.php>)

FluidSim. Home Page. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (http://www.fluidsim.de/fluidsim/index5_e.htm)

Guide to the Arduino Leonardo and Micro. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en: (<http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoLeonardoMicro?from=Guide.ArduinoLeonardo>)

GUILLÉN, Antonio. Introducción a la Neumática. MARCOMBO S.A. 1993. p 8. ISBN: 84-267-0692-4

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. {En línea}. {15 de Diciembre del 2014} disponible en (<http://lema.rae.es/drae/?val=automatizacion>)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. {En línea}. {15 de Diciembre del 2014} disponible en (<http://lema.rae.es/drae/?val=cilindro>)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. {En línea}. {15 de Diciembre del 2014} disponible en (<http://lema.rae.es/drae/?val=circuito>)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. {En línea}. {15 de Diciembre del 2014} disponible en (<http://lema.rae.es/drae/?val=electrovalvula>)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. {En línea}. {15 de Diciembre del 2014} disponible en (<http://lema.rae.es/drae/?val=sensor>)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. {En línea}. {15 de Diciembre del 2014} disponible en (<http://lema.rae.es/drae/?val=transistor>)

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

[1] COOLECHERA. Historia. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (<http://www.coolechera.com/nuestraempresa.php>)

[2] Proceso de Producción. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (<http://definicion.de/proceso-de-produccion/>)

[3] Sensor Infrarrojo. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (<http://www.xatakaciencia.com/tecnologia/sensores-infrarrojos>)

[4] ARDUINO. Arduino Leonardo. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardLeonardo>)

[5] Microautomación. Cilindros. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (<http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>)

[6] Festo. Válvula neumática. {En línea}. {2 de Enero del 2015} disponible en (<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00085950001135162508.pdf>)