



**DESARROLLO DE UNA  
TARJETA DE CONTROL  
PARA RESTAURAR LA  
ETIQUETADORA DE BOTELLAS  
MODELO 2015 DE LA EMPRESA  
CORPORACIÓN DIGIPACK C.A.**

**Autor:**  
Padoan, Fabio  
C.I: V-18.868.208



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**DESARROLLO DE UNA TARJETA DE CONTROL PARA RESTAURAR LA  
ETIQUETADORA DE BOTELLAS MODELO 2015 DE LA EMPRESA  
CORPORACIÓN DIGIPACK C.A.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO.**

**Autor:** Padoan, Fabio  
C.I: V-18.868.208  
**Tutor:** Ing. Dinorah Giménez

San Diego, 5 noviembre de 2017



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Dinorah Giménez portador de la cédula de identidad N° V-4.071.295, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado el ciudadano Padoan Fabio, portador de la cédula de identidad N° V-18.868.208, titulado: **“DESARROLLO DE UNA TARJETA DE CONTROL PARA RESTAURAR LA ETIQUETADORA DE BOTELLAS MODELO 2015 DE LA EMPRESA CORPORACIÓN DIGIPACK C.A.”**, acepto la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación; según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y su correspondiente reglamento.

En San Diego, a los 15 días del mes 10 del año dos mil diecisiete.

Ing. Dinorah Giménez

C.I.: V-4.071.295



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

FI-TG-054-2017-2

Valencia, 07 de Julio de 2017.

Ciudadano:  
**Padoan Fabio**  
**C.I. 18.868.208**  
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2017 de fecha 07/07/2017 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **“DESARROLLO DE UNA TARJETA DE CONTROL PARA RESTAURAR LA ETIQUETADORA DE BOTELLAS MODELO 2015 DE LA EMPRESA CORPORACIÓN DIGIPACK C.A.”** Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación de la Ing. Dinorah Gimenez, C.I. 4.071.295 y la Ing. Alicia Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutotes Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente:

**Ing. José Gregorio Díaz**  
**Decano de la Facultad de Ingeniería**



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (2).  
Archivo.

JGD/fr

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por haber sido pilar fundamental para llegar a donde hoy estoy, por darme buenas enseñanzas de respeto, constancia y valor durante este tiempo vivido donde aprendí a luchar para cumplir las metas que deseo.

A Leafar Campoy por apoyarme incondicionalmente durante la carrera y la tesis, por siempre creer en mis habilidades y recordarme continuamente que hago demasiadas actividades al mismo tiempo y debería enfocarme.

A Aaron Machado por sus buenos consejos y constantemente recordarme que ser ingeniero no es tener un título en la pared, sino ser innovador, creativo y especialmente crear nuevas tecnologías.

A Berta Elena Alcalá por motivarme a cambiar de universidad, culminar mis estudios y enseñarme con su ejemplo que no hay nada que la constancia, dedicación y el esfuerzo personal no puedan alcanzar.

A mis hermanos Lucia y Sergio Padoan por ayudarme a forjar mi carácter y mi actitud hacia la vida.

A Aquiles Gonzalez por darme ánimo durante años de carrera con palabras basadas en su experiencia e impulsarme a seguir adelante.

Agradezco especialmente a mis compañeros Roxy Aguilar, Maria Salcedo, Diana Moncaleano, Pablo Criollo, Edmundo Minguet, Humberto Garcia, Richard Quijada, Nelson Sandoval, Tomas Leung, Michelle Crestani, Mauro Licena, Emmanuel Nieto, Whady Martinez, Miguel Zea y Orianny Monsalve quienes me enseñaron a luchar en medio de las dificultades y me brindaron su apoyo en muchas oportunidades.

Por último, agradezco a los profesores que con esmero me enseñaron y me dieron buenas lecciones de la vida, en particular a mi tutora Dinorah Giménez por su paciencia mostrada en la realización de este proyecto de tesis.

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, dedico éste Trabajo Especial de Grado a mis padres, por haber sido un gran apoyo y factor importante en el desarrollo de mi carrera, y a toda mi familia en general por ser ellos también parte fundamental de cada uno de mis éxitos.

En segundo lugar, dedico éste Trabajo Especial de Grado a mis profesores por ayudarme a adquirir los conocimientos necesarios para que hoy en día pueda ponerlos en práctica, a mis compañeros de estudio por su amistad y ayuda incondicional prestada en el desarrollo de mi carrera, siempre me brindaron su mano, me dieron las fuerzas necesarias para seguir adelante y nunca rendirme.

# ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PP
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
INDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO</b>	
<b>I. EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivos de investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación .....	3
1.5 Alcance .....	3
1.6 Limitaciones .....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
2.2 Bases Teóricas .....	6
2.2.1 Generalidades de una máquina etiquetadora .....	6
2.2.2 Áreas en que se divide la máquina etiquetadora...	7
2.2.3 Funcionamiento de una etiquetadora de botella ...	9
2.2.4 Microcontroladores.....	10

2.3 Definición de términos básicos.....	15
---	----

### **III. MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo de investigación.....	20
3.2 Diseño de investigación.....	20
3.3 Nivel de la Investigación .....	18
3.4 Población y Muestra .....	18
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5.1 Observación directa .....	19
3.5.2 Revisión documental.....	19
3.6 Fases de la investigación .....	19

### **IV. RESULTADOS**

4.1 Estudiar los principios funcionales de la máquina y tarjeta de control de la etiquetadora 2015.....	17
4.1.1 ¿En qué estado se encuentra la etiquetadora Modelo 2015 en la actualidad? .....	17
4.1.2 ¿Qué funciones lleva a cabo la máquina etiquetadora? .....	22
4.1.3 ¿Cómo el proceso de etiquetado de la máquina 2015?.....	22
4.1.4 ¿Cuál es la velocidad de etiquetado? .....	22
4.1.5 ¿Cuáles son los valores eléctricos de alimentación presentes en la máquina? .....	23
4.1.6 ¿Cuántas y cuáles son las conexiones que se interconectan con la tarjeta controladora y la etiquetadora? .....	24
4.2 Diseño de la tarjeta para reparar el sistema de control del etiquetado de botellas de la máquina etiquetadora 2015. ....	24
4.2.1 Diseño Software.....	24
4.2.3 Depuración del Programa. ....	25
4.2.4 Software SE2-USB. ....	26

4.2.5 Diseño del circuito de control en Proteus. ....	26
4.2.6 Variables Presentes en el diseño del circuito de control en Proteus. ....	28
4.2.7 Componentes Electrónicos .....	29
4.3 Análisis de factibilidad técnica, económica y operativa del diseño de la tarjeta controladora del etiquetado. ....	30
4.4 Construcción del prototipo. ....	31
4.4.1 Montaje en Protoboard de la Tarjeta Controladora .....	31
4.4.2 Análisis de valores obtenidos del Montaje en Protoboard de la Tarjeta Controladora.....	32
<b>CONCLUSIONES</b> .....	31
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	32
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	33
ANEXO A .....	34
Manual de Usuario.....	34
ANEXO B.....	35
Programación del PIC 18F4550.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PP
1. Vista general de etiquetadora modelo 2015.....	8
2. Microcontrolador PIC18F4550 .....	12
3. Memoria de Programa PIC18F4550.....	15
4. Tarjeta control original.....	21
5. Etiquetadora a poner en marcha por Corporación Digipack.....	22

6. Driver DW542MA Marca WANTAI.....	23
7. Entorno de Programación.....	25
8. Depuración del Programa.....	25
9. Entorno del Software PICKit3.....	26
10. Diseño del circuito de control en Proteus.....	27
11. Botones de Prueba y Potenciómetros del diseño del circuito de control en Proteus.....	27
12. Variables del PIC 18F4550 del diseño del circuito de control en Proteus.....	28
13. Circuito montado en Protoboard.....	30
14. Medición con Osciloscopio de la señal enviada por el PIC 18F4550 para activar el motor de paso de la etiquetadora a los 0.1s aproximadamente.	32
15. Medición con Osciloscopio de la señal enviada por el PIC 18F4550 para activar el motor de paso de la etiquetadora a los 0.2s aproximadamente.	33
16. Medición con Osciloscopio de la señal enviada por el PIC 18F4550 para activar el motor de paso de la etiquetadora a los 0.3s aproximadamente	33
<b>INDICE DE TABLAS</b>	
CUADROS	PP
Tabla 1. Esquema del Circuito.....	31



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

## **DESARROLLO DE UNA TARJETA DE CONTROL PARA RESTAURAR LA ETIQUETADORA DE BOTELLAS MODELO 2015 DE LA EMPRESA CORPORACIÓN DIGIPACK C.A.**

**Autor:** Fabio Padoan

**Tutor:** Ing. Dinorah Giménez

**Fecha:** Junio, 2017

### **RESUMEN**

Este trabajo está enmarcado dentro de un proyecto factible, tipo descriptivo con diseño de campo. Está orientado al desarrollo de una tarjeta que permita controlar el sistema automatizado de etiquetado de botellas del modelo Etiquetadora 2015. Para el desarrollo del dispositivo se utilizarán microcontroladores y diferentes arreglos circuitales que permitirán realizar el control de la señal de entrada del sensor detector de botellas, además de cuatro potenciómetros para ajustar las variables y como salida el control del motor de la banda transportadora. El trabajo se divide en 4 fases, la primera en el estudio de las tecnologías relacionadas a tarjetas controladoras de etiquetadoras, segundo, diseño de la tarjeta controladora, tercero Análisis de factibilidad técnica, económica y operativa del diseño de la tarjeta controladora del etiquetado. La cuarta fase es la construcción del prototipo de la tarjeta controladora diseñada, realización de pruebas locales de funcionamiento del prototipo. Finalmente se presenta el cronograma de actividades de dichas fases ya mencionadas.

**Descriptores:** Tarjeta, control, sistema, automatizado, etiquetadora, botellas.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado es una investigación que tiene como objetivo desarrollar una tarjeta de control para restaurar la etiquetadora de botellas modelo 2015. Actualmente la tarjeta de control de la etiquetadora en la empresa beneficiaria está dañada y se procederá a poner nuevamente en marcha con este proyecto.

El trabajo expuesto está conformado por los siguientes capítulos:

**Capítulo I.** El Problema. En él se expone el planteamiento del problema, el propósito de la investigación, los objetivos que se buscan alcanzar con el desarrollo del proyecto, la justificación, indicando los beneficios y ventajas del dispositivo a desarrollar, el alcance y las limitaciones.

**Capítulo II.** Marco teórico. En este capítulo se describen los trabajos consultados que sirven como antecedentes a la investigación, las bases teóricas y la definición de los términos básicos relacionados con la temática abordada.

**Capítulo III.** Marco metodológico. En esta sección se plantea todo lo referente a la metodología usada para la de investigación, definiendo el tipo, diseño y nivel de investigación, así como la población y la muestra para la recolección de datos. Igualmente se explican cada una de las fases a realizar durante el desarrollo del trabajo.

**Capítulo IV.** Resultados. Por último, se presentan los recursos y procesos requeridos para cumplir con los objetivos específicos que se plantean en el trabajo de grado.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En la actualidad, Venezuela afronta una muralla limitante al acceso de avances tecnológicos globalizados, importar equipos prefabricados para la automatización y control de las líneas de proceso es sumamente costoso y complejo de adquirir debido a la dictadura instaurada. Dado el reducido acceso a divisas extranjeras, las pocas fábricas privadas existentes en el país buscan soluciones tecnológicas elaboradas en su totalidad por mano de obra nacional, para abaratar costos y poder sobrevivir a la hiperinflación.

En general las empresas buscan automatizar sus procesos con maquinaria capaz de aumentar su producción con la finalidad de responder a las necesidades del mercado.

Un sistema con tarjeta de control dañada es causa de dejar inoperativa parte de la planta y disminuir la producción. Es aquí justamente donde entra la restauración realizada por mano de obra venezolana para cubrir la demanda de estas necesidades y volver a poner operativas las máquinas de procesos automatizados en las empresas.

### **1.2 Formulación del problema**

Una vez analizados los aspectos mencionados en la sección anterior, en busca de dar respuesta a los inconvenientes descritos, y con la intención de incorporar nuevas tecnologías se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo restaurar el sistema el sistema automático de la línea de etiquetado de botellas de la máquina modelo 2015?

### **1.3 Objetivos de investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar una tarjeta de control para restaurar la etiquetadora de botellas modelo 2015 de la empresa Corporación Digipack C.A.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1) Estudiar los principios funcionales de la máquina y tarjeta de control de la etiquetadora 2015

2) Diseño de la tarjeta para reparar el sistema de control del etiquetado de botellas de la máquina etiquetadora 2015

3) Análisis de factibilidad técnica, económica y operativa del diseño de la tarjeta controladora del etiquetado.

4) Construcción del prototipo.

### **1.4 Justificación de la investigación**

Se considera esta propuesta gran utilidad, ya que con mano de obra venezolana se ofrece un excelente producto con bajo costo y el mismo beneficio que podría tener un producto importado, llegando incluso a poder superarlo.

La circuitería planteada para la elaboración de esta tarjeta controladora es sencilla, requiere de la utilización de elementos electrónicos comunes como resistencias, capacitores, transistores y microcontroladores, lo cual hace sencillo brindar soporte técnico al momento de presentarse alguna falla o querer sustituir algún elemento de la misma y repararla.

El prototipo de tarjeta de control desarrollada podrá ser usada por distintas máquinas etiquetadoras, lo cual lo hace adaptable a diferentes empresas. Finalmente, el trabajo será de gran importancia para su autor, puesto que servirá para poner en práctica los conocimientos adquiridos tanto en lo laboral como en lo académico y de esta manera verse beneficiado.

### **1.5 Alcance**

En esta investigación se pretende identificar los procesos que se necesitan controlar en el proceso de automatización con información facilitada por la empresa

Corporación Digipack C.A., así como los recursos tecnológicos necesarios para la creación e implementación de la tarjeta para la máquina modelo 2015.

Como parte del desarrollo de esta propuesta de investigación, se elaborará un prototipo de una tarjeta controladora que administre el etiquetado de las botellas, que refleje las características y ventajas de integrar las herramientas tecnológicas de automatización a través de microcontroladores.

Este proyecto solo contempla el estudio, diseño y creación de un prototipo para la empresa con la necesidad de reactivar su proceso de etiquetado, no incluye la implementación en sitio.

### **1.6 Limitaciones**

Algunas de las limitaciones en este trabajo de investigación se encuentran dadas por la falta de disponibilidad de algunos elementos o componentes en el mercado, estos componentes son necesarios para el desarrollo del prototipo del sistema.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Para el desarrollo de esta investigación, se ha llevado a cabo una revisión de trabajos anteriores, los cuales servirán como base y orientación para la elaboración de este trabajo. A continuación, se presenta una serie de estudios basados en el control de procesos de etiquetado y automatización.

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

Gonzalez Monroy, Jose Gilberto (2008) en su trabajo titulado: “**Sistema automatizado para el control de embotellado**”, realizado en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de México, abordó los elementos necesarios para una mejor comprensión del tema, así como los puntos más sobresalientes en el diseño de los sistemas de etiquetado y empaquetado de las botellas plásticas. Explicando brevemente los procesos, los tipos de procesos usados actualmente en distintas industrias, las principales características de las máquinas, así como sus ventajas y desventajas de algunas de estas. Explica también que el etiquetado de un producto es ofrecer soluciones para la decoración e identificación de producto. La tendencia actual, lejos del caro embalaje exterior, ha centrado su atención en la etiqueta como uno de los instrumentos de mercadeo de producto más importantes. Además, las etiquetas de producto son a menudo herramientas para crear impresiones duraderas que promueven la imagen de la marca y dan un toque personal. La información de la etiqueta constituye un medio primario por el que los consumidores diferencian entre productos individuales y marcas para estar bien informados a la hora de hacer elecciones de compra. También define el proceso de empaquetado, el cual se entiende como la acción de guardar, proteger y preservar los productos durante su distribución, almacenaje y manipulación, a la vez que sirve como identificación y promoción del producto e información para su uso

Así mismo, Calderón Georman (2004), hace un análisis en su trabajo “**Diseño de tarjeta controladora de motores DC de altas prestaciones**”, realizado en la Universidad Simón Bolívar de Venezuela para optar por el título de Ingeniero en Electrónica, donde destaca que dentro de las diferentes opciones que existen en el mercado diversas tarjetas que permiten controlar motores DC, pero que tienen costos elevados y son limitadas en muchas aplicaciones. Dicha investigación proporciona información fundamental en el diseño de una plataforma de hardware y software que permita control de una estructura mecánica, con la realización de labores de alto nivel para controlar algunas topologías de brazos, además de poseer las características de controlar motores de forma independiente.

## **2.2 Bases Teóricas**

A continuación, se describirán las bases teóricas necesarias para la realización de este trabajo de grado.

### **2.2.1 Generalidades de una máquina etiquetadora**

Las máquinas etiquetadoras de productos se han convertido en partes fundamental del proceso de producción, pues permiten identificar los productos, siendo de suma importancia tanto para el fabricante como para el consumidor.

Actualmente existen diferentes tipos de etiquetado de productos, entre ellos el etiquetado comercial, el cual está orientado principalmente a dar a conocer las características del producto al consumidor.

Por ejemplo, en los productos alimenticios, la etiqueta contiene información nutricional, fecha de elaboración o caducidad, entre otros datos significativos para el consumidor.

También existe el etiquetado de empaques o embalajes, el cual le permite al fabricante mejorar el control de su producción, ya que las etiquetas mencionan el tipo de producto y la cantidad que contiene el embalaje o caja, así como su procedencia, lote y en algunos casos las especificaciones de cómo transportar la mercancía, etc.

Es por ello que todo fabricante de productos debería contar con máquinas etiquetadoras, ya sea para etiquetar sus productos o para identificar el embalaje de los mismos.

Existen distintos tipos de máquinas etiquetadoras, las cuales se clasifican de acuerdo a las funciones que realizan y dependiendo de la necesidad de la industria; las principales son:

- **Etiquetadoras manuales:**

El proceso de etiquetado es manual o mecánico, por lo que el volumen de etiquetado suele ser pequeño; son recomendables para minoristas o pequeñas empresas.

- **Etiquetadoras semiautomáticas:**

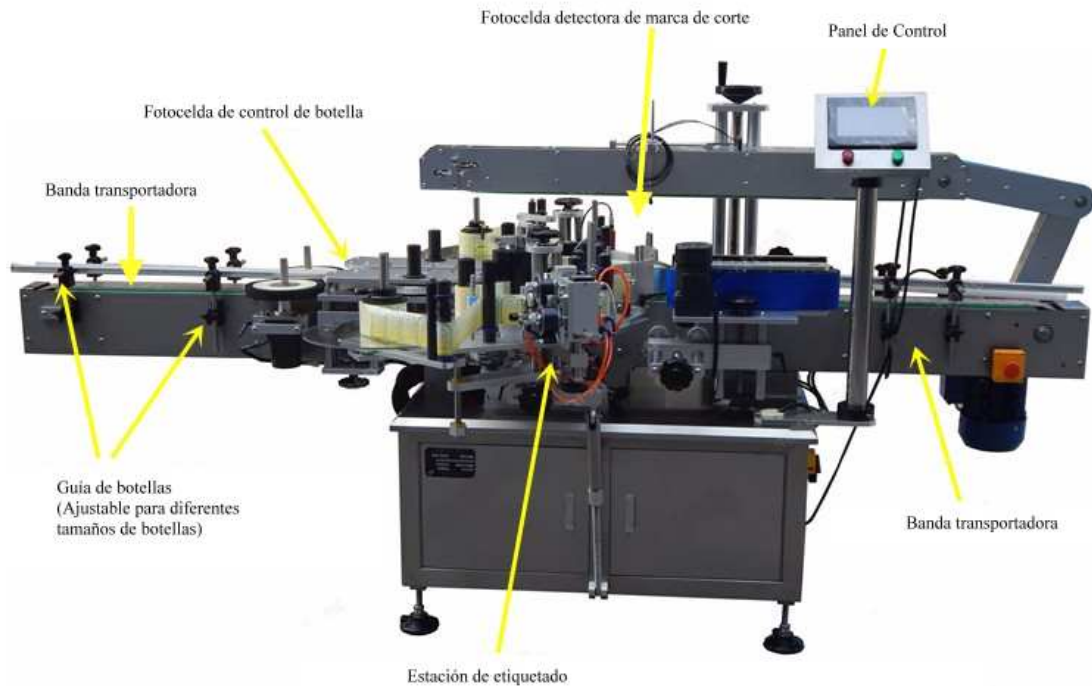
El proceso de etiquetado se realiza con la ayuda de un dispositivo y a su vez requiere del trabajo mecánico de un operador. Existe la posibilidad de errores humanos. Se recomiendan para medianas empresas o para producciones de tamaño regular.

- **Etiquetadoras automáticas:**

El proceso de etiquetado es automático, etiqueta gran cantidad de productos por minuto, sin importar su forma, tamaño o material. Se recomiendan para grandes y medianas empresas, ya que agilizan los procesos en las líneas de producción, adecuándose a la velocidad de etiquetado que requieran las líneas de producción. Suelen ser fáciles de instalar sobre bandas transportadoras y la aplicación de etiquetas tiende a ser eficiente, precisa y práctica.

### **2.2.2 Áreas en que se divide la máquina etiquetadora**

A continuación, en la Figura 1 se muestra una máquina etiquetadora automática de botellas en la cual se señalan las partes de mayor interés para el presente estudio.



**Figura 1.** Vista general de una máquina etiquetadora.

Fuente: <http://corporaciondigipack.com>

- Guía de botella: éstas guían a las botellas y las sostienen para que entren de forma correcta al proceso de etiquetado.
- Banda transportadora: las botellas llegan y salen de la etiquetadora a través de una banda transportadora.
- Fotocelda de control de botella: esta fotocelda detecta botellas mandando una señal a la tarjeta de control de etiquetado al entrar la botella, con esta señal se inicia todo el proceso de etiquetado.
- Estación de etiquetado: ésta comprende el transporte de la etiqueta y la unidad de corte de etiquetas.
- Fotocelda detectora de marca de corte: ésta detecta la marca de corte de la etiqueta y manda una señal al servomotor para regular la velocidad del rodillo del servo y que la

etiqueta sea cortada en el lugar correcto, para ser del largo adecuado. Luego de recibir esta señal es cortada la etiqueta por un cilindro de corte.

- Panel de control: generalmente detrás de él se encuentra la tarjeta controladora donde reside todo el mando automatizado y la fuente de energía para que funcione la máquina. Con él se regula por ejemplo la velocidad de etiquetado, el largo de la etiqueta, la bobina que está funcionando al momento de etiquetar, la anchura máxima y mínima de detección de la marca de corte y todas las variables de entrada y salida que arroje la máquina etiquetadora durante su funcionamiento.

### **2.2.3 Funcionamiento de una etiquetadora de botella**

El procedimiento de etiquetado se conforma generalmente por dos procesos paralelos: preparación y entrada de botellas y preparación y entrada de etiquetas. Ambos generan señales que son interpretadas por la tarjeta controladora para manejar el proceso de etiquetado de botellas de manera óptima.

Durante el proceso de preparación y entrada de botellas, estas vienen en una banda transportadora, al momento de que la fotocelda de entrada detecte una botella, paralelamente, inicia el proceso de preparación de las etiquetas, estas son llevadas a través de una fotocelda de alineación la cual se encarga de alinear las etiquetas para que su orientación y colocación sean las correctas. Una segunda fotocelda lee la marca de corte y transmite la información al cilindro de corte, donde las etiquetas son cortadas justamente sobre dicha marca.

Las etiquetas ya separadas, pasan al cilindro de vacío, que es donde se le aplica el pegamento. En este punto la etiqueta es unida con el envase. Para ello, las botellas son transportadas sobre la porta botellas con un movimiento giratorio sobre su eje axial. La estación de alisamiento que forma parte de la estación de etiquetado, es la encargada de pegar y alisar la etiqueta sobre la botella. Una vez que la botella tiene adherida la etiqueta, es apilada a las demás botellas ya etiquetadas.

#### **2.2.4 Microcontroladores**

Los elementos de control programable se utilizan en la automatización industrial, tales como los microprocesadores, microcontroladores.

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada.

En su memoria solo reside un programa determinado a realizar una tarea determinada; su línea de entrada y la salida soportan la conexión de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como finalidad servir al programa. Una vez programado y configurado el microcontrolador solo sirve para realizar la tarea asignada.

Las partes principales de un microcontrolador son:

**Procesador:** es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código OP de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción.

**Memoria:** Una memoria no volátil (tipo ROM) para contener el programa y una memoria de lectura y escritura para guardar los datos (tipo RAM).

**Puertos de Entrada y Salida:** Los puertos de Entrada y Salida (E/S) permiten la comunicación con los controladores de los periféricos. Estos pueden ser por comunicación serial, bus I<sup>2</sup>C, USB, etc.

**Recursos Auxiliares:** Entre los recursos auxiliares se tiene el temporizador, perro guardián, convertidores digital analógico y analógico digital, entre otros.

**Reloj principal:** Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema. Esta señal del reloj es el motor del sistema y la que hace que el programa y los contadores avancen.

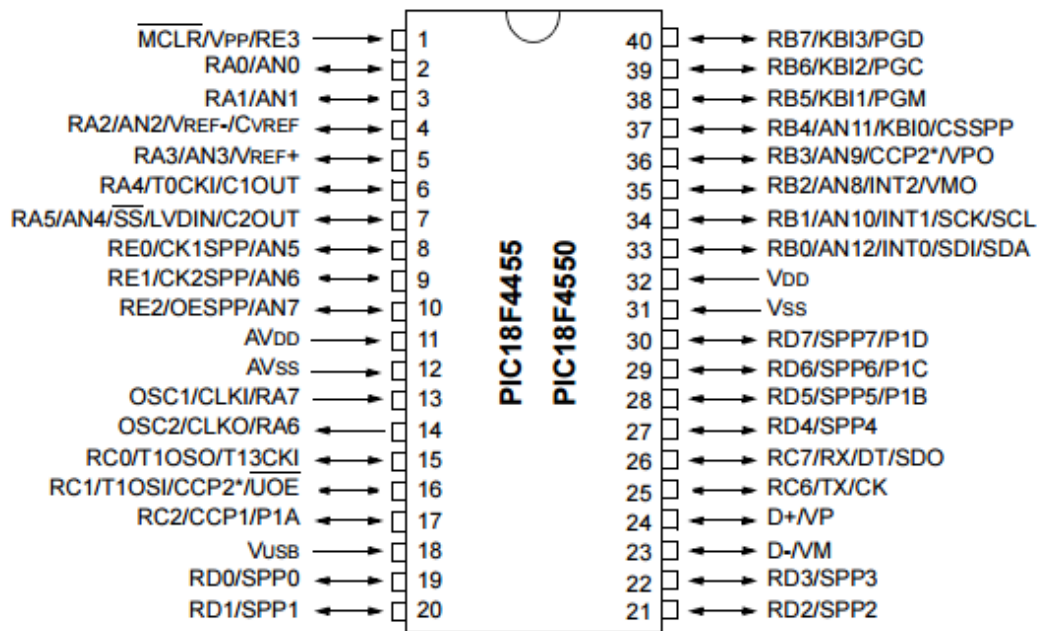
Existen más de 50 fabricantes de microcontroladores en el mundo, la selección de uno de ellos va a depender de las necesidades del sistema a controlar.

Dentro de las distintas fábricas existentes, está la casa de la Microchip que ofrece microcontroladores con las siguientes ventajas:

- Los PIC de Microchip son los números uno en ventas de microcontroladores.
- Amplia gama: gran variedad de familias que permiten adaptar el microcontrolador a las necesidades de cada aplicación.
- Herramientas de desarrollo comunes.
- Gran variedad de unidades funcionales embebidas (temporizadores, USART, I<sup>2</sup>C, SPI, unidades de comparación/captura/PWM, Convertidores A/D, USB, receptores/transmisores de RF, Ethernet, etc.).
- Precios competitivos
- Buen soporte (datasheet, libros, notas de aplicación, seminarios, mucha información disponible en internet
- Los microcontroladores PIC cuentan con las siguientes familias:
- PIC10: de 8 bits, de bajo coste, de 6 pines y bajas prestaciones
- PIC12: de 8 bits, de bajo coste, de 8 pines y bajas prestaciones.
- PIC16: de 8 bits, con gran variedad de número de pines y prestaciones medias.
- PIC18: de 8 bits, con gran variedad de número de pines y prestaciones medias/altas.
- PIC24: de 16 bits y dsPIC's.
- La familia PIC18 posee las siguientes características fundamentales:
- Arquitectura RISC avanzada Harvard: 16-bit con 8-bit dedatos.
- 77 instrucciones
- Desde 18 a 80 pines
- Hasta 64K bytes de programa (hasta 2 Mbytesen ROMless)
- Multiplicador Hardware 8x8
- Hasta 3968 bytes de RAM y 1KBytes de EEPROM
- Frecuencia máxima de reloj 40Mhz. Hasta 10 MIPS.
- Pila de 32 niveles.

- Múltiples fuentes de interrupción
- Periféricos de comunicación avanzados (CAN y USB)

Dentro de los PIC de mayor manejo se encuentra el PIC18F4550 mostrado en la Figura 2.

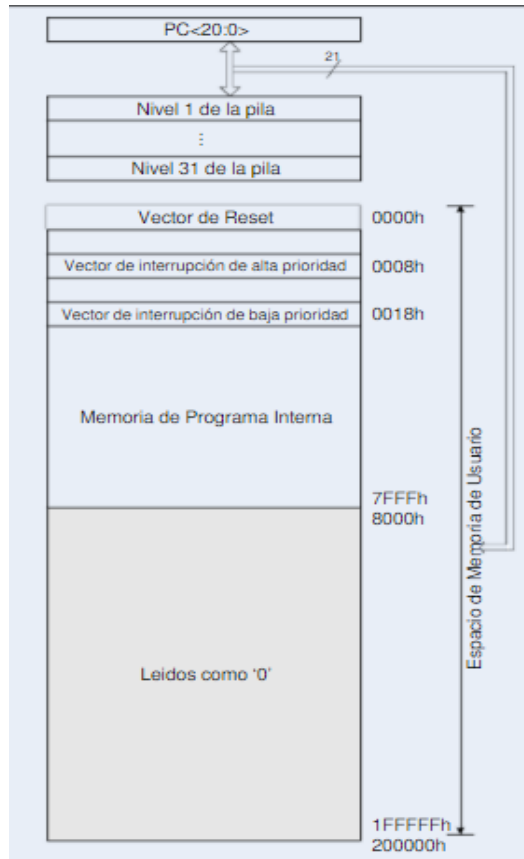


**Figura 2.** Microcontrolador PIC18F4550.

Fuente: <http://www.microchip.com/>

El PIC18F4550 tiene las siguientes características en su arquitectura interna:

- Memoria de programa:
  - § Memoria flash interna de 32.768 bytes (Ver Figura 3)
  - § Almacena instrucciones y constantes/datos
  - § Puede ser escrita/leída mediante un programador externo o durante la ejecución programa mediante unos punteros.



**Figura 3.** Memoria de Programa PIC18F4550.

Fuente: <http://www.microchip.com/>

- Memoria RAM de datos:
  - § Memoria SRAM interna de 2048 bytes en la que están incluidos los registros de función especial.
  - § Almacena datos de forma temporal durante la ejecución del programa
  - § Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución mediante diversas instrucciones
- Memoria EEPROM de datos: Memoria no volátil de 256 bytes. Almacena datos que se deben conservar aun en ausencia de tensión de alimentación. Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución a través de registros

- Pila: bloque de 31 palabras de 21 bit. Almacena la dirección de la instrucción que debe ser ejecutada después de una interrupción o subrutina
- Memoria de configuración: memoria en la que se incluyen los bits de configuración se incluyen los bits los 12 bytes de memoria flash) y los registros de identificación (2bytes de memoria de solo lectura). Se trata de un bloque de memoria situado a partir de la posición30000H de memoria de programa (más allá de la zona de memoria de programa de usuario). En esta memoria de configuración se incluyen:
  - § Bits de configuración: contenidos en 12 bytes de memoria flash permiten la configuración de algunas opciones del microcontrolador como:
  - § Opciones del oscilador
  - § Opciones de reset
  - § Opciones del perro guardián
  - § Opciones de la circuitería de depuración y programación
  - § Opciones de protección contra escritura de memoria de programa y memoria EEPROM de datos

El microcontrolador PIC18F4550 dispone de buses diferentes para el acceso a memoria de programa y memoria de datos por tener una arquitectura tipo Harvard; esto permite acceder simultáneamente a la memoria de programa y a la memoria de datos. Es decir, se puede ejecutar una instrucción (lo que por lo general requiere acceso a memoria de datos) mientras se lee de la memoria de programa la siguiente instrucción (proceso pipeline).

Bus de la memoria de programa:

- § 21 líneas de dirección
- § 16/8 líneas de datos (16 líneas para instrucciones/8 líneas para datos)
- Bus de la memoria de datos
  - § 12 líneas de dirección
  - § 8 líneas de datos

- Contador de Programa: Puntero de 21 bits que indica la dirección en memoria de programa de la instrucción que se debe ejecutar. Está compuesto por 3 bytes:
  - § PCU: parte superior del PC, registro no directamente accesible; las operaciones de lectura/escritura sobre este registro se hacen a través del registro PCLATU
  - § PCH: parte alta del PC, registro no directamente accesible; las operaciones de lectura/escritura sobre este registro se hacen a través del registro PCLATH
  - § PCL: parte baja del PC, registro directamente accesible.
- La Pila De Dirección: Es un bloque de memoria RAM independiente de 31 palabras de 21 bits que sirve para almacenar temporalmente el valor del PC cuando se produce una llamada a subrutina o una interrupción.

### 2.3 Definición de términos básicos

- **Harvard:** La arquitectura Harvard es una arquitectura de computadora con pistas de almacenamiento y de señal físicamente separadas para las instrucciones y para los datos. El término proviene de la computadora Harvard Mark I basada en relés, que almacenaba las instrucciones sobre cintas perforadas (de 24 bits de ancho) y los datos en interruptores electromecánicos
- **EEPROM:** Son las siglas de Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (ROM programable y borrable eléctricamente). Es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente, a diferencia de la EPROM que ha de borrarse mediante un aparato que emite rayos ultravioletas. Son memorias no volátiles.
- **ROM:** La memoria de sólo lectura, conocida también como ROM (acrónimo en inglés de read-only memory), es un medio de almacenamiento

utilizado en dispositivos electrónicos, que permite solamente la lectura de la información y no su escritura, independientemente de la presencia o no de una fuente de energía. Cabe recordar que esta es una memoria de acceso secuencial.

- **RAM:** Son las siglas de random access memory, un tipo de memoria de ordenador a la que se puede acceder aleatoriamente; es decir, se puede acceder a cualquier byte de memoria sin acceder a los bytes precedentes. La memoria RAM

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Por la naturaleza propia del proyecto, hace que la investigación entre en la clasificación de proyecto factible, puesto que se desarrollará un plan de trabajo para la construcción de una tarjeta controladora para restaurar la etiquetadora de botellas modelo 2015 de la empresa Corporación Digipack C.A.

Según Balestrini (2002) un proyecto factible se define como “Aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer” (p 9).

Un proyecto factible, de acuerdo con Hurtado (2008) es definido como:

La elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo (p. 47).

#### **3.2 Diseño de investigación**

En esta sección se presentarán los aspectos que guiarán a esta investigación, a partir de las sugerencias de autores y estudios previos, para así definir el modelo más adecuado para determinar el diseño de la investigación. Según Arias (2006), expone el diseño de la investigación, como:

La estrategia general, que adopta el investigador para responder al problema planteado, definido por el origen de los datos, tanto primarios, en diseños de campo como secundarios en estudios documental y la manipulación o no de las condiciones del estudio (p26).

En este proyecto se puede afirmar que será una investigación aplicada donde su principal objetivo se basa en resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado. De este modo genera pocos aportes al conocimiento científico desde un punto de vista teórico.

### **3.3 Nivel de la Investigación**

Según Tamayo y Tamayo (2001, p35), la investigación descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en el presente.

### **3.4 Población y Muestra**

Según Tamayo y Tamayo (2001, p. 30), una población está definida por sus características definitorias, por tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina población o universo. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2001) establecen que: “La población es todo aquello a ser estudiado y sobre lo cual se pretende generalizar los resultados. Así, la población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. En cuanto a este estudio” (p45).

La población será la empresa Corporación Digipack C.A. donde se encuentra la etiquetadora modelo 2015.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Según Hurtado (2008, p. 153), las técnicas tienen que ver con los procedimientos utilizados para la recolección de datos. Según el mismo autor (2006), “La selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos implica determinar por cuáles medios o procedimientos el investigador obtendrá la información necesaria para alcanzar los

objetivos de la investigación” (p164).

Para la recolección de información en la presente investigación, se optará por aquellas que ayudaran al logro de los objetivos y a obtener la información necesaria de manera organizada y precisa. Las técnicas empleadas son las enunciadas y desarrolladas a continuación:

### **3.5.1 Observación directa**

Según Hurtado (2008, p. 459), “La observación directa constituye un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información, para el cual el investigador se apoya en sus sentidos”.

Esta técnica permitirá una familiarización formal con la problemática ya descrita en el capítulo 1 de este proyecto. Esta inspección se realizará con el acceso a la máquina etiquetadora modelo 2015 donde se contemplará todos los aspectos inherentes al etiquetado de botellas.

### **3.5.2 Revisión documental**

Para Hurtado (2008), “Es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros o como texto que en sí mismo constituyen los eventos de estudio” (p427).

Se aplicará la técnica de revisión documental, consultando textos y trabajo de grado asociados a las tarjetas de control para etiquetadoras de botella.

## **3.6 Fases de la investigación**

### **Fase I: “Estudiar los principios funcionales de la máquina y tarjeta de control de la etiquetadora 2015”.**

En esta fase se deberá realizar una investigación de las entradas y salidas a controlar por la tarjeta a diseñar de tal forma de volver a poner en marcha el proceso de etiquetado.

### **Fase II “Diseño de la tarjeta para reparar el sistema de control del etiquetado de botellas de la máquina etiquetadora 2015”.**

Los instrumentos escogidos en la fase I deben ser diseñados tanto su circuitería como el espacio que van a ocupar en el dispositivo. El diseño de la tarjeta de control

del etiquetado de la máquina modelo 2015 debe abarcar el menor espacio posible para preservar la portabilidad del dispositivo. Se procede a diseñar y desarrollar la tarjeta con la finalidad de que cumpla todos los funcionamientos pautados en el proyecto.

**Fase III “Análisis de factibilidad técnica, económica y operativa del diseño de la tarjeta controladora del etiquetado.”.**

En la siguiente fase se procede a realizar un análisis de la factibilidad económica y operativa del diseño de la tarjeta controladora del etiquetado con la finalidad de determinar si es rentable o no realizar el prototipo.

**Fase IV “Construcción del prototipo.”.**

Una vez completado el análisis de factibilidad técnica, económica y operativa se procederá a la construcción del prototipo de tarjeta de control para la etiquetadora modelo 2015.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Estudiar los principios funcionales de la máquina y tarjeta de control de la etiquetadora 2015.

Para el estudio de los principios funcionales de la máquina y tarjeta de control etiquetadora 2015, se observaron tarjetas de control previamente usadas por la mencionada y de esta manera entender su funcionamiento en el control, así como también indagar por qué dichas tarjetas dejaban de funcionar. Se procedió a recibir información de parte de empleados de Corporación Digipack C.A. respecto al funcionamiento y detalle de la tarjeta de control.

Se muestra en detalle la información solicitada a la empresa Corporación Digipack C.A.

##### 4.1.1 ¿En qué estado se encuentra la etiquetadora Modelo 2015 en la actualidad?

La máquina se encuentra fuera de servicio debido a que su tarjeta de control original dejó de funcionar por fallas presentadas a inicios del año 2017, todos los partes que componen a la máquina funcionan exceptuando la tarjeta de control. (Ver Figura 4)



**Figura 4.** Tarjeta control original.  
Fuente: Corporación Digipack C.A. (2017)

#### **4.1.2 ¿Qué funciones lleva a cabo la máquina etiquetadora?**

A través de una banda transportadora la máquina se encarga de etiquetar las botellas.

#### **4.1.3 ¿Cómo el proceso de etiquetado de la máquina 2015?**

Al inicio es cargada con botellas apiladas las cuales son entregadas por un dosificador al proceso de etiquetado sobre una banda transportadora, el cual con un sensor de paso detecta cuando una botella está por ingresar para ser etiquetada y activa un contador de encendido. Luego llega a la sección de etiquetado la cual cuenta con un rollo de etiquetas que posee espacios transparentes entre etiquetas, al momento que el sensor de la etiquetadora detecta un nuevo espacio transparente, esto culmina el proceso de etiquetado de una botella.



**Figura 5.** Etiquetadora a poner en marcha por Corporación Digipack.  
Fuente: Corporación Digipack C.A. (2017)

#### **4.1.4 ¿Cuál es la velocidad de etiquetado?**

La máquina etiqueta a una razón de botella por 1-2s aproximadamente. La banda transportadora de las botellas se mueve independientemente al proceso de control de etiquetado, su velocidad es fija.

#### 4.1.5 ¿Cuáles son los valores eléctricos de alimentación presentes en la máquina?

En la máquina actualmente está presente una fuente de poder con las tensiones de  $+5V_{CC}$ ,  $+12V_{CC}$  y  $+24V_{CC}$ ; estos voltajes de alimentación están disponibles para ser utilizados por los distintos componentes como por ejemplo los sensores, el motor de paso de la etiquetadora y el motor de la dosificadora de botellas.

La máquina también se alimenta de Corriente alterna, ingresando a su tablero principal dos fases de  $120V_{AC}$ , los cuales usa para alimentar la mencionada fuente de poder, así como también sus motores bifásicos de corriente alterna para mover la banda transportadora.

El motor paso a paso será trabajado con el driver DQ542MA Marca WANTAI (ver Figura 5), el cual es usado por la Corporación Digipack C.A. en la máquina etiquetadora y el cual recibirá las señales de la tarjeta controladora para variar la velocidad de etiquetado, la configuración del driver está fijada en 3200 pulsos por revolución.



**Figura 6.** Driver DW542MA Marca WANTAI  
Fuente: Corporación Digipack C.A. (2017)

#### **4.1.6 ¿Cuántas y cuáles son las conexiones que se interconectan con la tarjeta controladora y la etiquetadora?**

La tarjeta de control debe tener las siguientes conexiones: 1 conexión para display LCD, 4 conexiones para potenciómetros con los cuales ajustaremos las variables, 1 conexión de salida con pulso PWM para manejar un motor del separador de botellas, 2 entradas para conectar el sensor de la etiqueta y el sensor de las botellas

#### **4.2 Diseño de la tarjeta para reparar el sistema de control del etiquetado de botellas de la máquina etiquetadora 2015.**

Los instrumentos escogidos en la primera fase deben ser diseñados tanto su circuitería como el espacio que van a ocupar en el dispositivo. El diseño de la tarjeta de control del etiquetado de la máquina modelo 2015 debe abarcar el menor espacio posible para preservar la portabilidad del dispositivo. Se procede a diseñar y desarrollar la tarjeta con la finalidad de que cumpla todos los funcionamientos pautados en el proyecto.

El diseño de la tarjeta comprende varias etapas las cuales van de la parte de diseño de software, su programación, compilación y simulación.

##### **4.2.1 Diseño Software**

El elemento más destacado para el diseño del software lo conforma un microcontrolador, específicamente el PIC18F4550. Este es un circuito integrado programable mediante el cual se puede realizar el control de distintos periféricos. El lenguaje de programación seleccionado es el C, ya que es un lenguaje muy familiar y amigable. Del mismo modo, el desarrollo de la programación se realizó en el software PIC C Compiler, el cual permite trabajar de una manera fácil.

Por otro lado, se dispone del software SE2-USB el cual permite transmitir el programa desde la computadora hacia el microcontrolador mediante el programador.

##### **4.2.2 Entorno de Programación del PIC C Compiler.**

A través de este software se hizo el desarrollo de toda la programación de las variables manejadas en la simulación las cuales tienen como función manejar todos los procesos realizados por la tarjeta de control para manejar la etiquetadora modelo 2015 (ver Figura 8).



**Figura 7.** Entorno de Programación.  
Fuente: El Autor (2017)

#### 4.2.3 Depuración del Programa.

A través de la depuración se consigue un archivo hexadecimal para ser cargado a través del SE2-USB en el PIC 18F4550 (ver Figura 9).



**Figura 8.** Depuración del Programa.  
Fuente: El Autor (2017)

#### 4.2.4 Software SE2-USB.

De esta forma se programará el PIC con todo el código necesario para controlar el proceso de etiquetado (ver Figura 10).

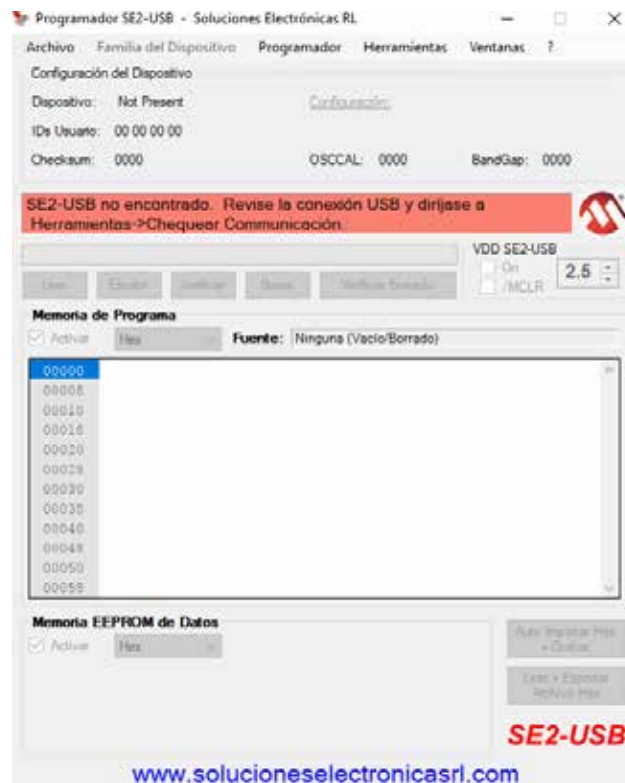


Figura 9. Entorno del Software PICKit3.

Fuente: El Autor (2017)

#### 4.2.5 Diseño del circuito de control en Proteus.

Para el diseño del circuito que conformará la tarjeta controladora se usó el software Proteus (ver Figuras 10, 11 y 13), el cual es un simulador de circuitos eléctricos. Por medio de éste, se pudieron hacer los diferentes tipos de conexiones y se pudo simular el funcionamiento de cada una de las acciones que realizará el microcontrolador para poder poner en marcha el equipo.

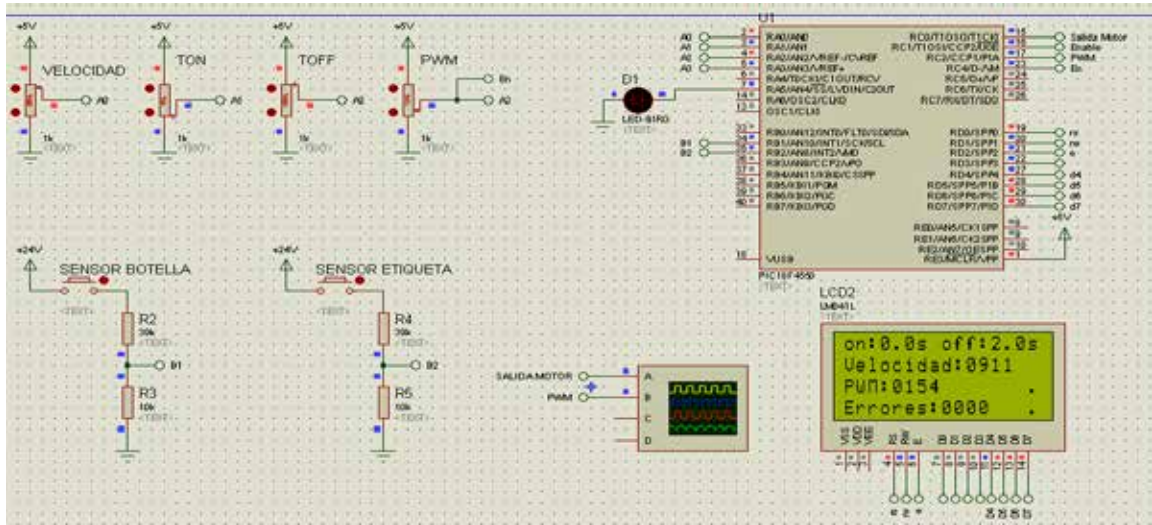


Figura 10. Diseño del circuito de control en Proteus.  
Fuente: El Autor (2017)

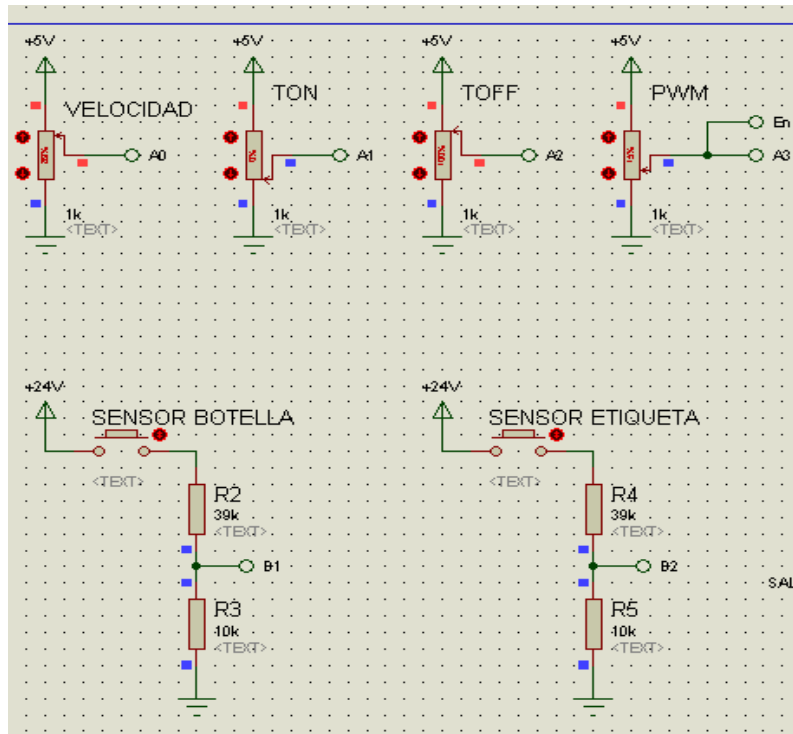


Figura 11. Botones de Prueba y Potenciómetros del diseño del circuito de control en Proteus.  
Fuente: El Autor (2017)

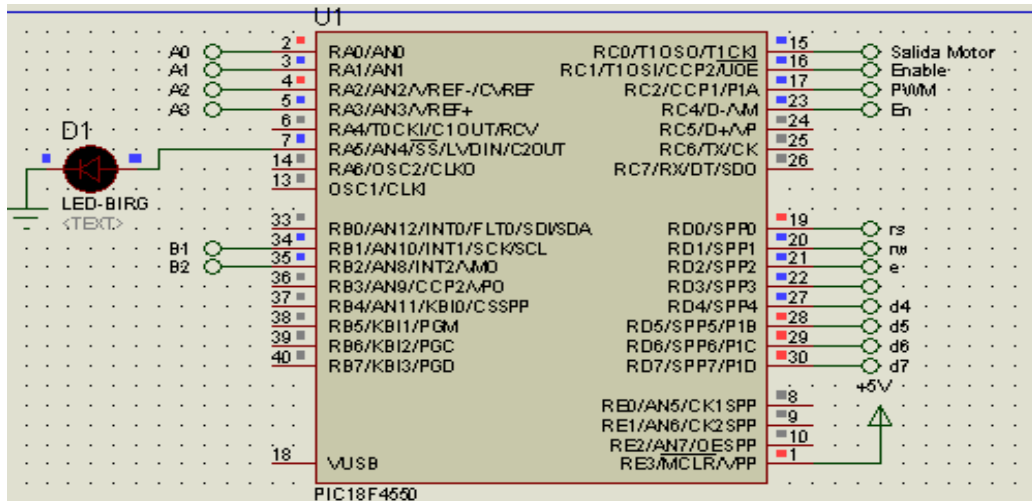


Figura 12. Variables del PIC 18F4550 del diseño del circuito de control en Proteus.  
Fuente: El Autor (2017)

#### 4.2.6 Variables Presentes en el diseño del circuito de control en Proteus.

**TON:** Tiempo de encendido del proceso de etiquetado, inicia desde el momento que es sensada una botella y finaliza en un intervalo de tiempo definido por software y que además tiene ajustes con potenciómetros, va de 0-2s.

**TEtiquetado:** Tiempo que inicia desde al final del TON y finaliza al ser sensado un espacio entre las etiquetas.

**TOFF:** Tiempo de apagado del proceso de etiquetado, inicia al momento de sensar la botella y finaliza al momento de sensar un espacio entre las etiquetas o con un tiempo definido entre 0-2s, este intervalo de tiempo se define por software y tiene ajustes con potenciómetros. Dicho rango viene dado como seguro de apagado de prevención dado el caso de quedarse sin más etiquetas y nunca detectar un espacio entre ellas o que el sensor esté malo.

**PWM:** Pulso de modulación de onda que regula la velocidad del dosificador de botellas para que éstas salgan más o menos juntas hacia el proceso de etiquetado.

**Errores:** Sumador de eventos de errores activados cada vez que el motor de la etiquetadora es frenado forzosamente

**Velocidad:** Velocidad del motor paso a paso que gira el rollo de las etiquetas

**A0:** Potenciómetro de Velocidad

**A1:** Potenciómetro TON

**A2:** Potenciómetro TOFF

**A3:** Potenciómetro PWM

**B1:** Botón (Simulador sensor de botella)

**B2:** Botón (Simulador sensor de etiqueta)

**Salida Motor:** Tren de pulso para mover el motor paso a paso del rollo de las etiquetas.

**Enable:** Variable que se envía del micro al controlador para habilitar al motor para que funcione.

**En:** Reset de la tarjeta de control.

**Pantalla:** rs, rw Read/Write, e, d4, d4, d5, d6, d7.

#### 4.2.7 Componentes Electrónicos

A continuación, se lista los componentes usados en la simulación para la tarjeta de control de la etiquetadora 2015, (ver Tabla 1)

**Tabla 1.** Esquema del Circuito.

Cantidad	Nombre	Característica
1	PIC 18F4550	Microcontrolador
1	Resistencia	20K

### **4.3 Análisis de factibilidad técnica, económica y operativa del diseño de la tarjeta controladora del etiquetado.**

Con el siguiente estudio de factibilidad se orientó la toma de decisiones en la evaluación del proyecto, correspondiente a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso del proyecto y tomar la decisión de proceder o no con su implementación.

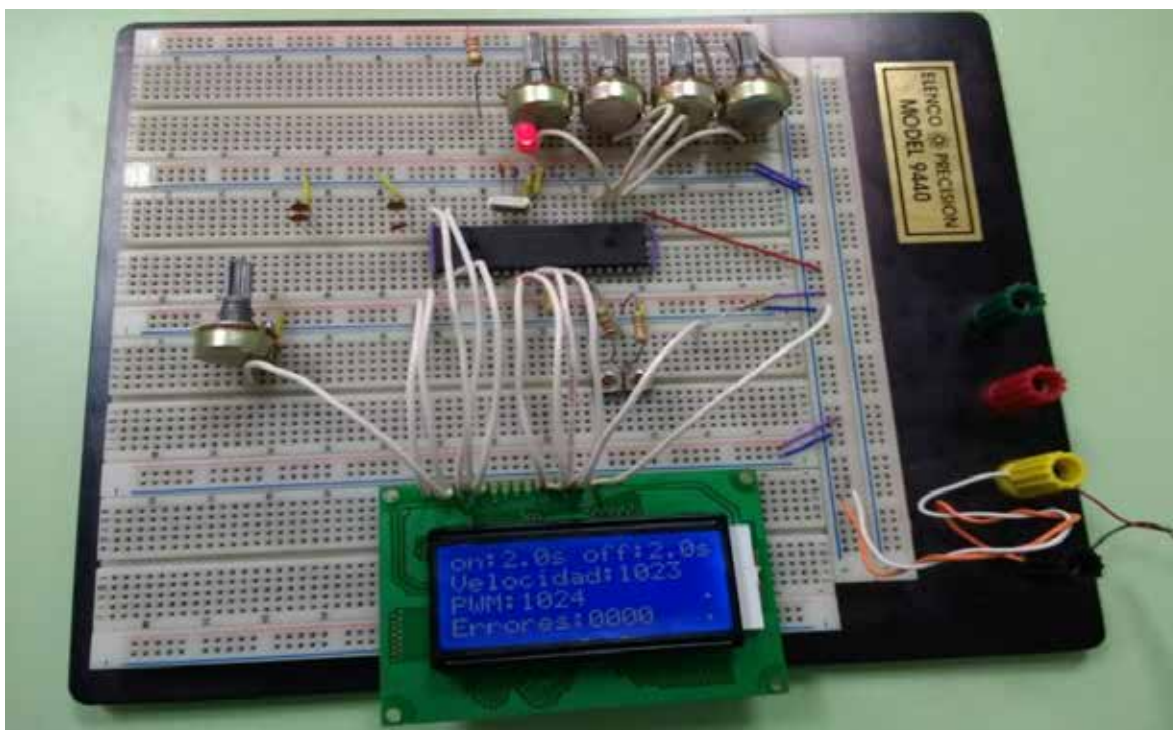
1. Se verificó la existencia de un mercado potencial en cuanto a necesidad de tarjetas controladoras de máquinas para etiquetar en Venezuela, hay una necesidad no satisfecha en el mercado debido a la imposibilidad de las empresas de importar tarjetas prediseñadas del extranjero.
2. Actualmente en Venezuela se consiguen todos los componentes electrónicos y materiales para la viabilidad técnica y económicamente sigue siendo más accesible que importar componentes a pesar de que la hiper inflación cambia los precios de forma semanal. En septiembre 2017 para la construcción del prototipo se presupuestaron los componentes en 1.180.000Bs.
3. De acuerdo a la empresa más económica encontrada en el mercado internacional, Jiangsu Summit Packaging Machinery Co., Ltd, importar una máquina etiquetadora del exterior puede estar entre los 15 mil \$ y 150 mil \$ dependiendo de la envergadura de la máquina. Las ventajas desde el punto de vista financiero van de la mano, hacer tecnología dentro del país abarata inmensamente los costos para la empresa, tanto para mantener equipos operativos como para innovar con nuevas automatizaciones; a nivel económico genera nuevos ingresos para la economía interna del país y aumenta la producción de la empresa beneficiada.

#### 4.4 Construcción del Prototipo.

Una vez completado el análisis de factibilidad técnica, económica y operativa se procedió a la construcción del prototipo de tarjeta de control para la etiquetadora modelo 2015 en protoboard donde con los componentes electrónicos listados anteriormente.

##### 4.4.1 Montaje en Protoboard de la Tarjeta Controladora

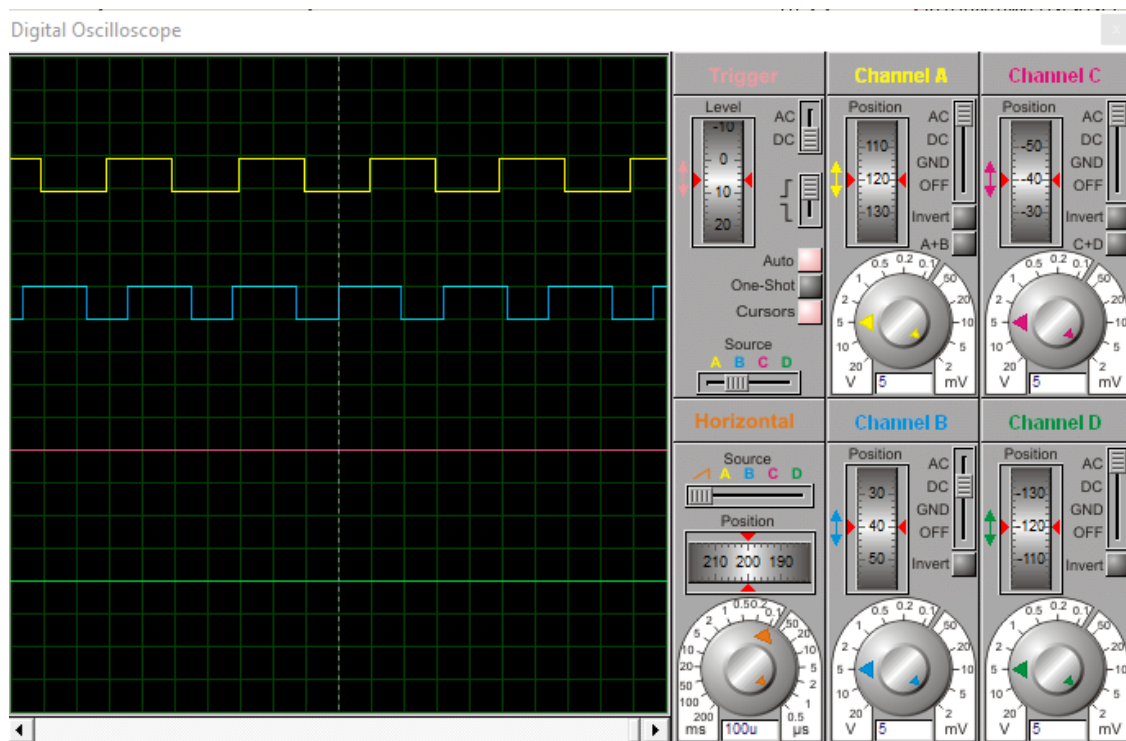
Con los componentes seleccionados para la simulación en Proteus se procedió a armar el prototipo en el protoboard, en el cual se presentan cinco potenciómetros para variar el TON, TOFF, PWM, VELOCIDAD y el contraste de la pantalla. Se colocaron dos botones para simular en uno el sensor de botella y otro para simular el sensor de la etiqueta, es bueno mencionar que la etiqueta. Además, se dejó un botón de RESET para restaurar de cero la tarjeta.



**Figura 13.** Circuito montado en protoboard.  
Fuente: El Autor (2017)

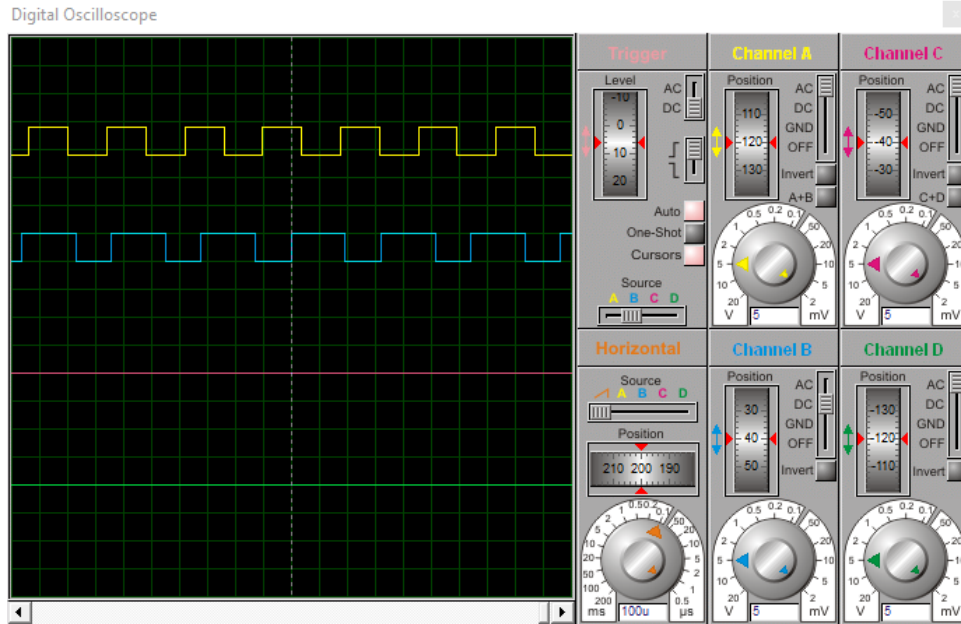
#### 4.4.2 Análisis de Valores Obtenidos del Montaje en Protoboard de la Tarjeta Controladora

Con el prototipo montado en protoboard se comprobó el manejo de las variables de tiempo de encendido del proceso de etiquetado, el motor paso a paso que se encarga de etiquetar las botellas debe ser arrancado progresivamente, es por ello que desde el PIC se envían pulsos que aumentan en frecuencia progresivamente hasta obtener la velocidad deseada, todo esto dentro del rango de 1-2s que tarda el proceso de etiquetado. (Ver Figuras 14,15,16 y 17). También se comprobó en el display de 16x4 que los conversores A/D funcionaran correctamente llevando los rangos a los valores necesarios para el correcto funcionamiento del proceso de etiquetado.

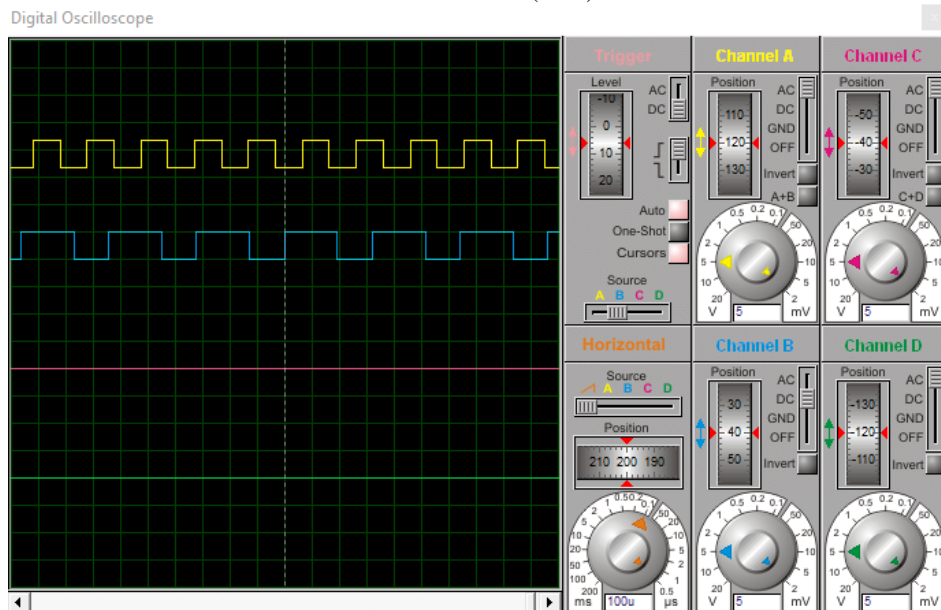


**Figura 14.** Medición con Osciloscopio de la señal enviada por el PIC 18F4550 para activar el motor de paso de la etiquetadora a los 0.1s aproximadamente.

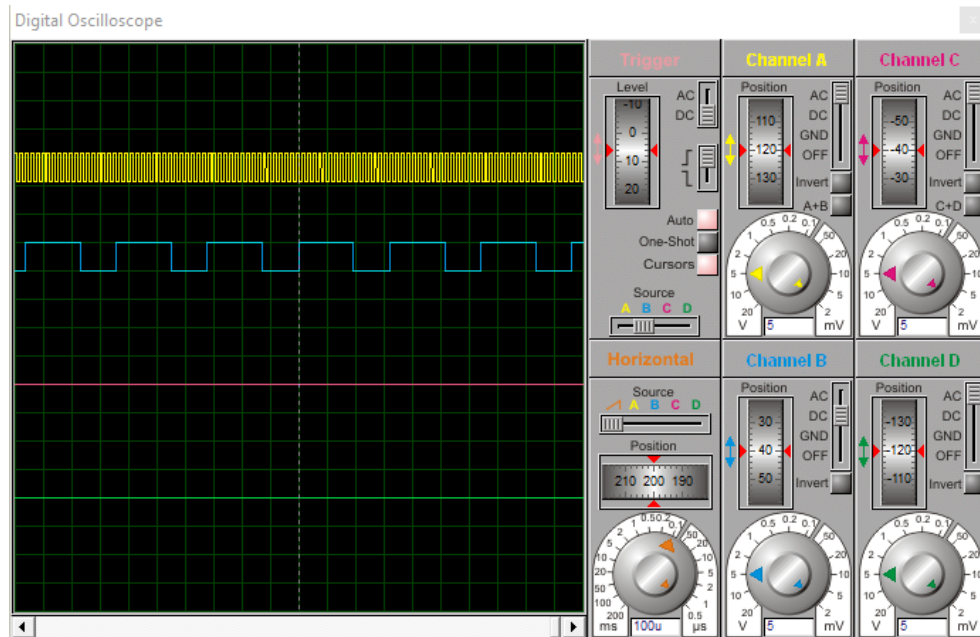
Fuente: El Autor (2017)



**Figura 15.** Medición con Osciloscopio de la señal enviada por el PIC 18F4550 para activar el motor de paso de la etiquetadora a los 0.2s aproximadamente.  
Fuente: El Autor (2017)



**Figura 16.** Medición con Osciloscopio de la señal enviada por el PIC 18F4550 para activar el motor de paso de la etiquetadora a los 0.3s aproximadamente.  
Fuente: El Autor (2017)



**Figura 17.** Medición con Osciloscopio de la señal enviada por el PIC 18F4550 para activar el motor de paso de la etiquetadora a los 0.4s aproximadamente.  
Fuente: El Autor (2017)

## CONCLUSIONES

Con el desarrollo de la investigación se puede concluir que los objetivos planteados se lograron con efectividad, además de que se pudo cumplir con cada una de las fases propuestas.

En la fase I se logró estudiar los principios funcionales de la máquina y tarjeta de control de la etiquetadora 2015 y se pudieron recopilar los datos necesarios para realizar la investigación gracias a la información consignada por Corporación Digipack C.A. quienes detallaron todos los elementos de la máquina y se comprobó que todo está operativo a excepción de la tarjeta de control de la etiquetadora modelo 2015.

En la fase II se pudieron realizar los diseños que ameritaba el equipo en los softwares: Proteus y PIC C. Con el Proteus se realizó la simulación del funcionamiento de la tarjeta de control

En la fase III se estableció un análisis de factibilidad técnica, económica y operativa del diseño de la tarjeta dando por resultado que si era factible el proyecto siendo su característica más resaltante el ahorro que este representaría para la empresa en contraste con el traer un sistema de etiquetado del extranjero.

Y finalmente en la fase IV se procedió a la construcción del prototipo en el protoboard donde se obtuvieron los valores deseados a la salida de la tarjeta para que pueda interactuar con el proceso de etiquetado con el sensor detector de botellas y el sensor de la etiquetadora el cual detecta espacios transparentes entre etiquetas, queda propuesto así pasar este circuito a baquelita para montarlo en la máquina y hacer las pruebas pertinentes por parte de la empresa Corporación Digipack CA.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda llevar el montaje del protoboard a una tarjeta en baquelita en proceso final para su posterior uso por la empresa Corporación Digipack C.A.
2. Se recomienda usar la tarjeta controladora diseñada en este trabajo de investigación en la máquina etiquetadora modelo 2015 para hacer las respectivas pruebas de funcionamiento de parte de la empresa Corporación Digipack C.A.
3. Al momento de usar la tarjeta controladora, se recomienda al operador: verificar siempre que el rollo de etiquetas esté cargado con etiquetas para evitar que pasen botellas sin etiqueta.
4. Al momento de usar la tarjeta controladora, se recomienda al operador: verificar que no haya un atasco en el dosificador de botellas que impida que el proceso de etiquetado inicie.
5. Al momento de usar la tarjeta controladora, se recomienda al operador: verificar que no haya ningún elemento activando los sensores fuera del proceso de etiquetado.
6. Es de hacer notar, que se recomienda a los estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica de la Universidad José Antonio Páez que para futuras investigaciones se realice una mejora de ésta investigación adicionándole funcionalidades extras a la tarjeta controladora del proceso de etiquetado aprovechando las funcionalidades USB que ofrece el PIC 18F4550.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica** Caracas; Editorial Episteme.
- Ballestrini, M. (2006). **Como elaborar el proyecto de investigación**, Caracas: Editorial Consultores Asociados
- Calderón, G. (2004), **Diseño de tarjeta controladora de motores DC de altas prestaciones**, Universidad Simón Bolívar
- Corporación Digipack C.A. (2017 **Empresa de automatización y etiquetado de botellas**. <http://www.corporaciondigipack.com//> [Accesado 23 mayo 2017].
- Gonzalez, M. (2008) **Sistema automatizado para el control de embotellado** Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México.
- Giorgi, G. (1901). **El sistema Internacional de unidades. Centro Español de Metrología**, 20.
- Hernández, R. (1998). **Metodología de la investigación. 2da.edición**. México. Mc Graw Hill.
- Hurtado, J. (2008) **Metodología de la investigación** Caracas, Editorial Quirón.
- Microchip, Datasheet PIC18F4550.  
<http://www.microchip.com/> [Accesado 5 junio 2017].
- Tamayo, M. (1994). **El proceso de la investigación** México. Limusa.
- Jiangsu Summit Packaging Machinery Co., Ltd.  
<http://summitmac.en.made-in-china.com/product/ijREeUNPJYcm/China-6000-36000bph-Automatic-Sleeve-Type-Shrinking-Labeling-Machine-Labeler-.html> [Accesado 1 octubre 2017].

## ANEXO A

### Manual de Usuario

#### Especificaciones Técnicas del Equipo

Voltaje de Alimentación	-----	5 VDC
-------------------------	-------	-------

#### Instrucciones de Uso

1. Conectar la tarjeta a la red eléctrica adecuada.
2. Verificar el inicio de la tarjeta.
3. Proceder a ajustar las variables de control.
4. En caso de querer reiniciar el sistema presione el botón RESET
5. Cuando inicie el proceso de etiquetado verificar en pantalla si existe algún error.
6. Verificar el etiquetado en la botella y ajustar tiempos dependiendo del resultado.

#### Relación de velocidad del motor paso a paso de etiquetado respecto a los 1024 bytes mostrados en el display por el conversor A/D interno del PIC 18F4550:

Velocidad	Pulsos/s	Rev/s	Rev/min
<b>1</b>	724	0,22625	13,575
<b>100</b>	800	0,25	15
<b>300</b>	1030	0,321875	19,3125
<b>500</b>	1399	0,4371875	26,23125
<b>700</b>	2262	0,706875	42,4125
<b>900</b>	5494	1,716875	103,0125
<b>1000</b>	21740	6,79375	407,625

## ANEXO B

### Programación del PIC 18F4550

```
#include <18f4550.h>
#device adc=10
#fuses
PLL5,CPUDIV1,USBDIV,HSPLL,noFCMEN,WDT,WDT512,PUT,MCLR,PROTE
CT,noCPD,noBROWNOUT,noLVP,noWRT,VREGEN
#use delay(clock = 48000000)
#include <lcd.c>
#use standard_io(a)
#use standard_io(b)
#use standard_io(c)
#use standard_io(d)
#use standard_io(e)

int16 Timer3temp=59500,T3=1,Timer3=59500,Valor,Error=0,PWM,Promedio;
int
TiempoEncendido=0,TiempoApagado=0,Potes=0,CuentaTO,CuentaT,t,to,Rodando=
0;
int Ac=5,i,TiempoD=0;
int16 TiempoDriver=600,Timer3tempArran=59500;
//*****
*****

#int_timer0
void timer0_irr(void){
    output_toggle(pin_a5); //Blink
    if(TiempoEncendido==1){ //Ton
        CuentaT--;
```

```

if (CuentaT==0){
    TiempoEncendido=0;
    TiempoApagado=1;
    CuentaTO=to+1;
    set_timer3(Timer3Temp);
    enable_interrupts(int_timer3);
    Rodando=1;
}
}
if(TiempoApagado==1){           //Toff
    CuentaTO--;
    if (CuentaTO==0){
        TiempoApagado=0;
        Error++;
        Potes--;
        disable_interrupts(int_timer3);
        Timer3temp=Timer3tempArran;
        Rodando=0;
    }
}
if(TiempoDriver!=0){
    TiempoDriver--;
}
if(TiempoDriver==0){
    TiempoD=1;
}
set_timer0(28050);// 28050 10ms
}

```

```

//*****
*****
#int_timer3
void timer3_irr(void){
    if(Timer3Temp<Timer3){
        Timer3Temp=Timer3Temp+Ac;
    }else{
        Timer3Temp=Timer3;
    }
    output_toggle(pin_c0);
    set_timer3(Timer3Temp);
}
//*****
*****
#int_ext1//pote //Start
void ext1_isr(){
    delay_us(100);
    if(input(PIN_B1)==1){
        delay_us(100);
        if(input(PIN_B1)==1){
            delay_us(100);
            if(input(PIN_B1)==1){
                TiempoEncendido=1;
                CuentaT=T+1;
                Potes++;
            }
            if(input(PIN_C6)==1){ //Enable (input(PIN_C6)==1)
                output_high(pin_c1);
            }
        }
        TiempoDriver=600;
    }
}

```

```

        TiempoD=0;
    }
}
}
}
//*****
*****
#int_ext2//Etiqueta//Stop
void ext2_isr(){
    delay_us(100);
    if(input(PIN_B2)==1){
        delay_us(100);
        if(input(PIN_B2)==1){
            delay_us(100);
            if(input(PIN_B2)==1){
                TiempoApagado=0;
                disable_interrupts(int_timer3);
                Timer3temp=Timer3tempArran;
                Potes--;
                Rodando=0;
            }
        }
    }
}
//*****
*****
void AD(void){
    Promedio=0;
    for(i=0;i<60;i++)

```