

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**

**“DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO
ELECTRÓNICO QUE PERMITA LA
AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE
PINTADO DE LLANTAS EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE QUIRÓS Y CÍA. DURANTE EL
SEGUNDO SEMESTRE DEL 2019”**

**Sustentante:
Jonathan Villalobos Arce**

**TUTOR:
Ing. José Alejandro Rojas López.**

Diciembre, 2019.

DECLARACIÓN JURADA

Declaración Jurada

Yo Jonathan Villalobos Arce, mayor de edad, portador de la cedula de identidad número 1-1432-0572, egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de graduación para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Electrónica, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO QUE PERMITA LA AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PINTADO DE LLANTAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE QUIRÓS Y CÍA. DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2019, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por la Leyes Penales, así como la Ley de Derechos de Autor y Derecho Conexos, número 8683 del 14 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que estos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 16 días del mes de diciembre del año dos mil diecinueve.



Firma del estudiante

1-1432-0572

Cedula

CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EMPRESA



San José, Costa Rica 18 de diciembre de 2019.

Estimados Señores
Rectoría Ingeniería Electrónica
Universidad Hispanoamericana
Presente

Estimados señores:

Por este medio hacemos constar que el señor Jonathan Villalobos Arce cedula número 1-1432-0572, contó con la debida autorización de la empresa Quirós y Compañía S.A., para efectuar y desarrollar su práctica universitaria supervisada en las instalaciones de la empresa.

Debido a que el proyecto llamado "DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO QUE PERMITA LA AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PINTADO DE LLANTAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE QUIRÓS Y CÍA. DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2019" tiene un costo muy elevado, se decidió postergar el proyecto para poder contemplarlo en el siguiente presupuesto anual, pero quedamos completamente satisfechos con la presentación del prototipo realizado por el señor Villalobos.

Quedamos a sus órdenes para cualquier consulta.

Atentamente,



Sergio Bolaños Solano
Gerente Operaciones y Logística.
Quirós y Compañía S.A.

CARTA DEL TUTOR



San José, 19 de diciembre del 2019

CARTA DEL TUTOR

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **Jonathan Villalobos Arce**, cédula de identidad número **1 1432 0572**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO QUE PERMITA LA AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PINTADO DE LLANTAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE QUIRÓS Y CÍA. DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2019."**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

Tabla 1 Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	10
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	18
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	28
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	18
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	20
	Total:	100	94

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Jose Alejandro Rojas López
Cédula de identidad: 1 1079 0035
Carné Colegio Profesional: N° IEL-15888

CARTA DEL LECTOR



CARTA DEL LECTOR

San José, 10 de enero del 2020

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Jonathan Villalobos Arce, cédula de identidad número 1-1432-0572, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *"Desarrollo de un dispositivo electrónico que permita la automatización para el proceso de pintado de las llantas en el área de producción de Quirós y Cía. Durante el segundo semestre del 2019"*, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

JORGE
VILLALOBOS
CASCANTE (FIRMA)

Firmado digitalmente por JORGE
VILLALOBOS CASCANTE (FIRMA)
Fecha: 2020.01.10 11:08:11
+0500

Ing. Jorge Villalobos Cascante, MSc.
Cédula de identidad: 1-1185-0467
Carné colegio profesional: IEL-22656

CARTA DE APROBACIÓN DEL FILÓLOGO

Señores

Carrera Ingeniería Electrónica

Universidad Hispanoamericana

Leí y corregí el proyecto de graduación: “Desarrollo de un dispositivo electrónico que permita la automatización para el proceso de pintado de llantas en el área de producción de Quirós y Cía, durante el segundo semestre del 2019”, elaborado por el estudiante Jonathan Villalobos Arce, cédula 1-1432-0572, para optar al grado académico de Bachillerato en Ingeniería Electrónica.

Corregí el trabajo en aspectos, tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación, por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Hispanoamericana.

Atentamente,



M. Sc. Edgar Rojas González

Carné 2443

Teléfono: 88822158

Correo: edgarrojasg27@gmail.com

Carta de Autorización de los autores para la consulta

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 17-01-2020

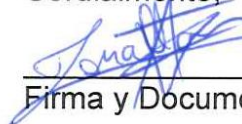
Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Jonathan Villalobos Arce con número de identificación 1-1432-0572 autor (a) del trabajo de graduación titulado Desarrollo de un dispositivo electrónico que permita la automatización para el proceso de pintado de llantas en el área de producción de Quirós y Cía. durante el segundo semestre del 2019 presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Electrónica; (SI / NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


1-1432-0572.
Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

AGRADECIMIENTOS

Cabe destacar aquellas personas que siempre mantuvieron su apoyo incondicional, brindando siempre las mejores motivaciones durante el desarrollo del proyecto, por lo cual en este proyecto se merecen todo el agradecimiento mis profesores y compañeros.

Agradecer toda la ayuda brindada por parte del señor Sergio Bolaños Solano Gerente de operaciones y logística de Quirós & Cía. y la señora Rocío Zamora Solano, Gerente General de Quirós & Cía.

DEDICATORIA.

Quiero dedicar este proyecto a mis
Padres y mis hermanos, porque por ellos,
por sus consejos, apoyo incondicional,
paciencia, y esfuerzo, hoy soy lo que
soy. Gracias Familia, por estar siempre para mí.

INDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DECLARACIÓN JURADA	II
CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA EMPRESA	III
CARTA DEL TUTOR	IV
CARTA DEL LECTOR	V
CARTA DE APROBACIÓN DEL FILÓLOGO	VI
AGRADECIMIENTOS	IX
DEDICATORIA	X
INDICE DE CONTENIDOS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
RESUMEN	XX
CAPÍTULO I:	22
PROBLEMA DEL PROYECTO	22
1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	23
1.1.1 Marco de Referencia Empresarial y Contextual	23
1.1.2 Justificación del Proyecto	25
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	27
1.3 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30

1.3.1	Objetivo General.....	30
1.3.2	Objetivos Específicos	30
1.4	ALCANCES Y LIMITACIONES	31
1.4.1	Alcance del Proyecto	31
1.4.2	Limitaciones	32
CAPÍTULO II:.....		34
MARCO TEÓRICO		34
2.1	CONTEXTO DEL PROYECTO	35
2.2	PROCESO	35
2.3	AUTOMATIZACIÓN	36
2.4	NEUMÁTICA.....	37
2.4.1	Compresor de aire.....	38
2.4.2	Pistones Neumáticos	39
2.4.2	Bomba de Pistón Neumático.....	40
2.4.3	Pistola de Pintura	41
2.4.4	Regulador de Flujo.....	42
2.5	Motores	43
2.5.1	Motores neumáticos	43
2.5.1.1	Motores Neumáticos de Paletas	43
2.6	PLC LOGO! 8 SIMENS	45
2.6.1	Módulo de ampliación LOGO! DM8 12/24R V DC.....	47
2.6.2	Micro-controladores y micro-procesadores	48
2.6.2.1	Ventajas de los microprocesadores	49
2.6.2.2	RASPBERRY PI.....	50
2.6.2.2.1	Características del Raspberry Pi	51
2.6.2.2.2	Ventajas del Raspberry Pi	52
2.6.2.2.3	Desventajas del Raspberry Pi	53
2.6.2.2.4	Raspbian	53
2.6.2.2.5	Conectividad WI-FI	54
2.6.2.2.6	Servidor LAMP.....	55
2.6.2.3	Breakout Board (Paneles de Ruptura).....	56

2.6.2.3.1 Electroválvula	57
2.6.2.3.2 Sensores	57
2.6.2.3.2.1 Sensor capacitivo de proximidad	59
2.6.2.3.3.2 Sensor de Contacto Magnético	62
2.6.2.3.3.3 Panel de Control	63
2.7 DISPOSITIVOS DE SIMULACIÓN	64
CAPÍTULO III:	67
MARCO METODOLÓGICO	67
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	68
3.1.1 Finalidad de la investigación	68
3.1.2 Dimensión temporal de la investigación	69
3.1.3 Marco de la investigación	70
3.1.4 Naturaleza de la investigación	70
3.1.5 Carácter de la investigación	71
3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	71
3.2.1 Fuentes primarias	72
3.2.2 Fuentes secundarias	72
3.2.3 Sujetos de información	72
3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	73
3.3.1 Observación	73
3.3.2 Entrevista	74
3.4 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	76
3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	80
3.5.1 Etapa 1	80
3.5.2 Etapa 2	81
3.5.3 Etapa 3	81
3.5.4 Etapa 4	82
CAPÍTULO IV:	86
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN	86
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	87

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS	88
4.2.1 Observación	88
4.2.2 Entrevista	90
4.3 VALIDACIÓN DE DATOS	91
4.3.1 Análisis de resultados	93
4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	95
CAPÍTULO V:	100
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO	100
5.1 ASPECTOS DE DISEÑO	101
5.2 Prototipo	102
5.2.1 Proceso de Construcción	102
5.2.2 Proceso de Control	108
5.2.2.1 Etapa de Sensado	109
5.2.2.1.1 Sensor óptico reflectivo CNY70	109
5.2.2.1.2 Fin de Carrera	113
5.2.2.2 Etapa de Comunicación	117
5.2.2.2.1 Servidor LAMP	117
5.2.2.2.2 Comunicación I2C.	120
5.2.2.3 Etapa de control.	124
5.2.2.3.1 Control giro del Motor.	124
5.2.2.3.2 Control de Puertas.	128
5.2.2.3.3 Control de Pintado.	132
5.3 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO	136
5.4 ANÁLISIS DE COSTO - BENEFICIO	141
CAPÍTULO IV:	148
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	148
6.1 Conclusiones	149
6.2 Recomendaciones	151
BIBLIOGRAFÍA	153

ANEXOS	158
---------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándares IEEE 802.11	54
Tabla 2 Definición de sujetos de investigación.....	72
Tabla 3 Definición del cuestionario de entrevista.....	75
Tabla 4 Definición de variables de investigación.....	78
Tabla 5 Diseño de la investigación	83
<i>Tabla 6 Tiempos de operarios por llanta pintada el 28/06/2019.....</i>	<i>91</i>
Tabla 7 Tiempos de operarios por llanta pintada el 05-07-2019.	92
Tabla 8 Presupuesto de Control.....	93
Tabla 9 Análisis de costos de materiales utilizados.....	141
Tabla 10 Costos de implementación	143
Tabla 11 Costo total del proyecto	143
Tabla 12 Análisis beneficio en productividad	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Informe de auditoría programa Compras Sostenibles	26
Figura 2 Diagrama Causa Efecto.....	28
Figura 3 Compresor Quirós & Cía.	38
Figura 4 Pistón Neumático.....	39
Figura 5 Bomba de Pistón Quirós & Cía.....	40

Figura 6 Pistola de pintura Quirós & Cía.	41
Figura 7 Regulador de flujo unidireccional	42
Figura 8 Motor de paletas.....	45
Figura 9 Modulo PLC LOGO!8 SIEMENS	47
Figura 10 LOGO! DM8 12/24R.....	48
Figura 11 Raspberry Pi 3 Model B.....	51
Figura 12 Raspbian sistema operativo.....	53
Figura 13. Electroválvula 12V	57
Figura 14. Clasificación de sensores.....	59
Figura 15 Resonancia sensores capacitivos.....	60
Figura 16 Onda de oscilación sensor capacitivo	61
Figura 17 Tipos de sensores capacitivos.....	62
Figura 18 Sensor de campo Magnético	63
Figura 19 Panel de Control	64
Figura 20 Diagrama de tiempo de elaboración del proyecto.....	85
Figura 21 Proceso Manual Pintado de llantas	87
Figura 22 Diagrama de prototipo propuesto.....	96
Figura 23 Diagrama de simulación de la máquina.	98
Figura 24 Máquina de raspado.....	103
Figura 25 Máquina de inspección final.....	105
Figura 26 Respuesta de elaboración de máquina.....	108
Figura 27 Sensor CNY70	109
Figura 28 Conexión RPi con CNY70	110
Figura 29 Código sensor CNY70	111

Figura 30 Diagrama de flujo sensor de llanta	112
Figura 31 Circuito de prueba sensor de llanta	113
Figura 32 Fin de carrera	113
Figura 33 Conexión RPi con Fines de carrera	114
Figura 34 Código Fines de carrera	115
Figura 35 Diagrama de flujo fines de carrera	116
Figura 36 Circuito de prueba fines de carrera.....	117
Figura 37 Código de envió información al servidor.....	119
Figura 38 Diagrama de flujo de la base de datos.....	120
Figura 39 Conexión RPi con Arduino Leonardo por I2C	121
Figura 40 Diagrama de flujo Comunicación Maestro – Esclavo	122
Figura 41 Código comunicación I2C RPi.....	122
Figura 42 Código comunicación I2C Arduino.....	123
Figura 43 Circuito pruebas I2C Arduino - RPi.....	123
Figura 44 Conexión para etapa de giro del motor	125
Figura 45 Código giro del motor	126
Figura 46 Diagrama de Flujo Giro del Motor	127
Figura 47 Circuito de prueba etapa de Giro del motor.	128
Figura 48 Conexión de RPi con servomotores	129
Figura 49 Código control de puertas	130
Figura 50 Diagrama de flujo cierre de puertas.....	131
Figura 51 Circuito de prueba cierre de puertas.	132
Figura 52 Conexión RPi con la electroválvula	133
Figura 53 Diagrama de flujo control de pintado	134

Figura 54 Código control de pintado.....	135
Figura 55 Circuito de prueba control de pintado.	135
Figura 56 Conexión Total de la maqueta.....	138
Figura 57 Conexión eléctrica maqueta final.	139
Figura 58 Elaboración final maqueta.....	140

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SMD: dispositivo montado en superficie

RPi: Raspberry Pi.

GPIO: General Purpose Input Output (entradas y salidas de propósito general).

GPU: Graphics Processing Unit (Unidad Procesadora de Gráficos).

DC: Direct Current (Corriente Directa DC).

AC: Alternating current (Corriente alterna CA)

I/O: Input / Output (Entrada / Salida).

USB: Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie).

etc: etcétera.

PCB: Printed Circuit Board (Placa de circuito impreso).

PWM: Pulse with modulation (Modulación por ancho de pulsos).

LED: Light emitting diode (Diodo emisor de luz).

WI-FI: Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica).

NC: Normally Closed (Normalmente cerrado NC).

NO: Normally Open (Normalmente abierto NA)

RESUMEN

Un sistema neumático es el que utiliza aire o gas como medio transmisor de energía, el cual es comprimido y utilizado en una gran variedad de procesos fundamentales en la industria, ya que además de su bajo costo, es económico de acumular y transportar.

Una gran cantidad de líneas de producción industriales utilizan como fuente de energía los sistemas neumáticos, debido a que tienen la ventaja, frente a otros agentes de transmisión de energía (agua, vapor, electricidad, entre otros), que la atmósfera asimila fácilmente la energía excedente y no hay que recuperar el aire de salida.

La empresa Quirós y Cía., implementa el uso de un sistema neumático para el funcionamiento de sus diferentes líneas de producción; el cual está conformado por un elemento compresor de aire y su respectiva línea de abastecimiento, los cuales son los responsables de suministrar la energía necesaria para la operación de la maquinaria destinada a los diferentes procesos del reencauchado.

El procedimiento de reencauche consiste en cambiar la banda de rodamiento sin alterar la composición de la llanta ni sus carcasas, con lo que evidentemente se disminuyen los costos frente a unas nuevas. Claro que, como el precio del procedimiento depende directamente del diámetro de las mismas, la relación costo beneficio es más favorable para las llantas grandes.

Además de la rentabilidad económica que genera el reencauche también se ve un gran beneficio ecológico ya que se reutilizan las llantas viejas más de una vez, lo cual ocasiona menor generación de residuos y menor consumo de recursos naturales.

En los últimos años, las preocupaciones ambientales que se han generado por la quema de llantas a nivel mundial han sido muchas, pues investigaciones demuestran que los hornos de cemento que las queman son fuente importante de generación de dioxinas, mercurio, hidrocarburos poli-aromáticos (HPA) y metales pesados como plomo, zinc, níquel y vanadio.

En el proceso final de reencauche en Quirós y Cía., se realiza un proceso donde se pintan las áreas laterales de las llantas para generar un aspecto de nuevas y que así tengan una mayor aceptación por sus consumidores. En esta fase se reciclan los sobrantes de hule de las bandas y junto con solvente se realiza la pintura con la cual se brinda el acabado de las llantas.

El desarrollo del presente trabajo se da a partir de la necesidad de la empresa de automatizar y mejorar las condiciones ambientales del proceso de inspección final de pintado de llantas logrando generar una estadística con la cual la compañía no cuenta.

CAPÍTULO I:

PROBLEMA DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.1 Marco de Referencia Empresarial y Contextual

HISTORIA QUIRÓS Y COMPAÑÍA

Quirós y Compañía, S.A., es fundada en 1952 con la visión de Don Alberto Quirós Troyo y Doña Olga Quirós Rivera, a quienes se une posteriormente Don Manuel de Jesús Quirós e inicia sus operaciones en un pequeño local en San José, junto al Teatro Variedades, dedicándose a la venta de llantas Kelly importadas de Estados Unidos.

Posteriormente, el 25 de mayo de 1965 la empresa decide iniciar operaciones con Bandag Inc. en la industria del reencauche pre-curado (en frío) en Costa Rica, siendo la segunda planta fuera de EE.UU.

A través de los años, Quirós y Compañía invierte constantemente en la innovación y tecnificación de su planta de reencauche Bandag, con la misión de brindar a sus clientes productos de la más alta calidad y al mejor costo por kilómetro. Como resultado de estos esfuerzos la empresa fue galardonada en 1998 por Bandag Inc. por ser la planta de mayor productividad en América Latina.

Es importante mencionar que Bandag audita la planta de reencauche anualmente, bajo cuyos estándares Quirós y Compañía S.A., siempre se encuentra entre los primeros lugares de la región.

En el año 2000, en busca de un mejoramiento continuo, ordenamiento de sus procesos, y preocupación de mantener la calidad de sus productos, certifica su sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO-9001.

Actualmente, la empresa enfoca sus esfuerzos en brindar soluciones integrales en llantas a sus clientes, a través de su Centro de Servicios ubicado en San José, su red de distribución en todo el país y unidades móviles para brindar servicio in situ a sus clientes.

Con el apoyo de sus principales socios comerciales, Bridgestone Firestone y Hankook, ofrece una amplia gama de productos que se adecuan a las necesidades de sus clientes, con el soporte técnico necesario para optimizar su desempeño y así disminuir los costos en las flotas.

Misión: Buscamos el más alto desempeño en la industria y la comercialización de llantas y reencauche de calidad para cada segmento de mercado a un precio competitivo.

Visión: Queremos brindar soluciones integrales en el mantenimiento de las flotas de nuestros clientes, mejorando continuamente para ofrecer productos y servicios diferenciados por su calidad, innovación y responsabilidad ambiental.

Política Integral: Quirós y Compañía S.A., estamos comprometidos con la satisfacción de nuestros clientes, brindando soluciones integrales en llantas a la flota vehicular. Trabajamos con una filosofía de calidad, responsabilidad social, y

ambiental, cumpliendo con las normas de seguridad, requisitos legales y otros que la organización suscriba.

1.1.2 Justificación del Proyecto

La razón más fuerte por la cual se da inicio al proyecto es que la empresa Soluciones Efectivas, la cual se encarga de dar asistencia en temas de salud ocupacional y ambiental, brindó una regencia donde exponía la deficiencia en cuanto a la protección del ambiente y de la salud del operario en el área de acabado final en la planta de Quirós & Cía.

En los últimos años, las preocupaciones ambientales que se han generado por la quema de llantas a nivel mundial han sido muchas, pues investigaciones demuestran que los hornos de cemento que las queman son fuente importante de generación de dioxinas, mercurio, hidrocarburos poli-aromáticos (HPA) y metales pesados como plomo, zinc, níquel y vanadio.

Así mismo, se ha encontrado que estos contaminantes afectan al ser humano causando cáncer, malformaciones congénitas, diabetes, producen efectos adversos en los sistemas hormonal, inmunológico y nervioso central, generan problemas en los pulmones, entre otros desórdenes en la salud.

Este tema es todavía más crítico debido a que una de las compañías que generan mayor ingreso a Quirós & Cía., realiza cada dos años un informe de auditoría para un programa de compras sostenibles y en el último informe ellos dan una calificación baja en el criterio de dimensión ambiental y social como se muestra en la figura 1. Lo

cual preocupa en gran manera ya que si no se realizan mejoras en esas áreas podrían llegar a perder el contrato.

	Informe de auditoría programa Compras Sostenibles	Código: R-CA-CS-008
		Versión: 006

Resultado	Aprobado
------------------	----------

Posible escala de desempeño

Rojo	Anaranjado	Amarillo	Verde	Azul
Nota ≤ 59	Nota ≥ 60 y ≤ 69	Nota ≥ 70 y ≤ 89	Nota ≥ 90 y ≤ 100	Nota ≥ 101
No aprobado	Aprobado condicionado	Aprobado con oportunidades	Aprobado	Clase Mundial
N.A.				

3. Metodología

La nota obtenida posterior a la revisión documental y de campo posee el siguiente peso de evaluación: 1. Requisitos legales (60%), 2. Aspectos generales relacionados a las tres dimensiones de la sostenibilidad económica, social y ambiental (40%) y 3. Puntos extras (10%).

El puntaje máximo es de 110, ya que los puntos extras se califican sobre los 100 puntos

Criterio	P. Máximo	P. Obtenido	Nota	% Referencia	% Obtenido
Requisitos legales	405	370	91	60	56.9
AG dimensión económica	330	270	82	40	30.1
AG dimensión social	240	145	60		
AG dimensión ambiental	180	95	53		
Puntos Extras	180	105	58	10	7.2

La evaluación de requisitos esta orientada al cumplimiento de la mayoría de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, según la Organización de las Naciones Unidas, "el empresario es un socio vital para la consecución de los ODS. Las empresas pueden contribuir a través de la actividad principal de su negocio, por lo que pedimos a las empresas de todo el mundo, que evalúen su impacto, establezcan metas ambiciosas y comuniquen de forma transparente sus resultados". A continuación se muestra un resumen de la totalidad de los ODS.

Figura 1. Informe de auditoría programa Compras Sostenibles

Fuente: FIFCO S.A (mayo 2018).

Otro aspecto a tomar en cuenta según el señor Sergio Bolaños Solano Gerente de operaciones y logística, es que la compañía no tiene una estadística precisa de gasto de la pintura por llanta, ya que ellos hacen la pintura conforme se va gastando sin saber si hubo algún tipo de desperdicio, o algún otro factor que haga que se genere un menor aprovechamiento del producto por parte de la planta en esta área.

Por esta razón es que se busca automatizar el proceso para generar una serie de métricas más exactas que no se tenían además de obtener un mejor aprovechamiento de los suministros y brindar mayor seguridad al empleado y al ambiente.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este momento este proceso es manual, se tiene que sacar a un operario de la revisión del engomado de la llanta para que pinte las llantas y la compañía no se encuentra muy conforme con este procedimiento debido a que se está perdiendo tiempo útil de un operario en otra tarea según comentario Sergio Bolaños, se nota a simple vista un desperdicio de producto por falta de un espacio adecuado y errores humanos.

Además, que el operario se puede ver afectado por distintos factores, afirma Torbeck (citado por Montoya): “los seres humanos son falibles y altamente influenciado por las actitudes y del día a día la sensación de bienestar, la enfermedad y la fatiga,

también lo que puede ser visible a un inspector puede no ser visible a otro” (2010, s p.).

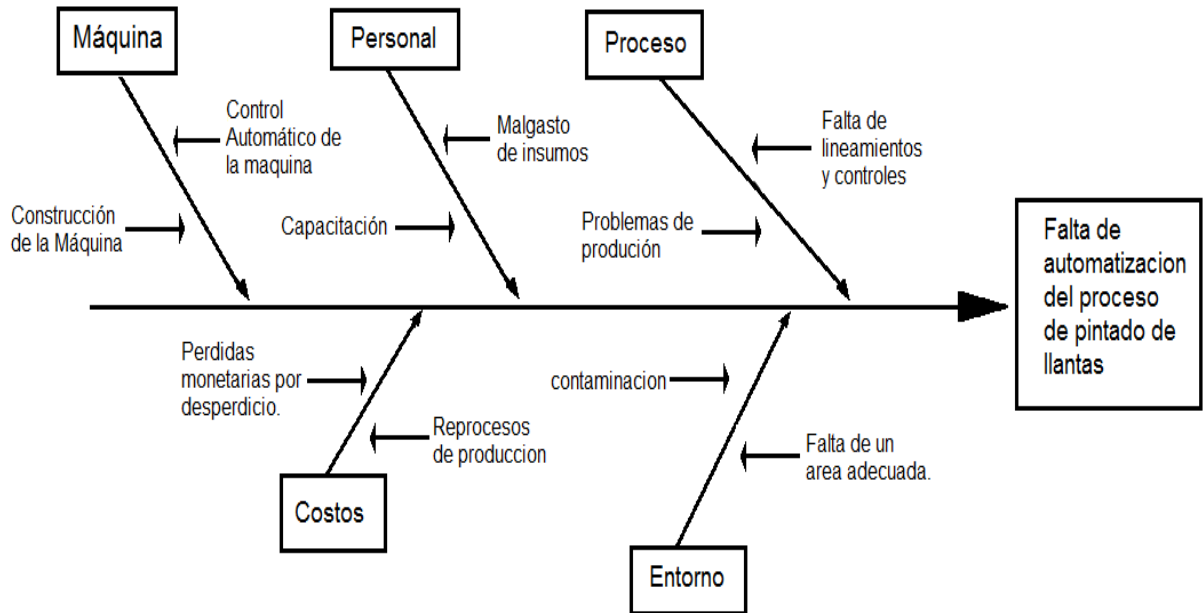


Figura 2. Diagrama Causa Efecto

Fuente: Elaborado por el autor.

Se determina lo siguiente del problema:

1. **Máquina:** Debido a la falta de una máquina que pueda realizar el proceso se realiza de forma manual, por lo tanto, no hay ninguna forma de control automatizado.
2. **Personal:** Actualmente, los encargados de este proceso no llevan ningún tipo de capacitación sobre cómo aplicar el producto a las llantas y debido a esto se produce un mal gasto de insumos ya que ellos lo aplican a como ellos lo crean necesario.

3. **Proceso:** Esta empresa a pesar de ya tener bastante tiempo en el mercado posee una falta importante de controles y lineamientos de operación que especifiquen las condiciones adecuadas cómo debe funcionar el proceso final.
4. **Costos:** Debido a que este es un proceso manual no se llevan controles de gasto de producto, ya que como para un operario puede estar bien, para el otro no, esto lleva a realizar un reproceso lo cual genera gastos económicos en cuanto a material y tiempo del empleado.
5. **Entorno:** Debido a que ellos no tienen un área adecuada para este proceso ya que es un área abierta, afecta directamente la salud del empleado porque él está expuesto a inhalar los extractos del producto, los cuales están hechos a base de solventes y hules, además de la contaminación del suelo que se produce.

De manera que estos factores dan principio a:

¿Cuál será la mejor forma de desarrollar un equipo electrónico que permita la automatización para el proceso de pintado de llantas que mejore el rendimiento y aliviane las cargas de trabajo al personal responsable para de esta forma evitar en su mayoría los daños ambientales y colaterales a la salud de los empleados en Quirós & Cía. durante el segundo semestre del 2019?

1.3 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un dispositivo electrónico que permita la automatización para el proceso de pintado de llantas en el área de producción de Quirós y Cía. Durante el segundo semestre del 2019.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el proceso actual que se desarrolla en la empresa para el pintado de las llantas.
- Determinar cómo afecta la productividad de la compañía el proceso manual en cuanto a tiempo de operarios y aprovechamiento de insumos.
- Elaborar una propuesta de diseño de un sistema automatizado, tomando en cuenta para su elaboración: requerimientos de operarios y de encargados de área.
- Diseñar un programa de control que sea simple para el uso de los operarios, además, de que lleve un registro de producción diario.
- Construir el dispositivo diseñado para generar la automatización del proceso de pintado de llantas de Quirós y Cía.
- Evaluar las mejoras obtenidas mediante la automatización del proceso de pintado de llantas.
- Analizar el costo beneficio de la propuesta para establecer su viabilidad.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcance del Proyecto

El desarrollo del presente proyecto pretende generar métricas para la empresa Quirós y compañía, mediante la evaluación, análisis e implementación de un sistema automatizado.

La estandarización del proceso de pintado de llantas dentro de la empresa obtendrá niveles de mejora en cuanto a la afectación ambiental porque se generará un espacio cerrado donde se evitará la contaminación del edificio.

Para que pueda generar un ahorro de producto se realizara un proceso más homogéneo y así se evitará el desperdicio de insumos mediante la automatización de un proceso manual y evitando el error humano.

Optimizar el proceso productivo, mediante el diseño del sistema y con esto poder reducir las pérdidas de tiempo de producción ya que la automatización tendría tiempos establecidos.

Contribuir a un óptimo desempeño de los trabajadores y tener un espacio adecuado para el desarrollo del proceso debido a que a en este momento no cuentan con un área adecuada para su correcto desarrollo.

Brindándole una perspectiva global, la realización del proyecto, como producto final, pretende satisfacer las necesidades del patrono en cuanto a eficiencia productiva.

Alcanzar una mejora considerable en cuanto a los problemas de salud ocupacional, ya que a causa de la falta de automatización son duramente calificados en regencias sobre este tema, que se les realizan periódicamente.

La compañía decidió reutilizar una máquina de raspado para realizar todas las adaptaciones correspondientes para convertirla en una máquina de pintado y así aprovechar maquinaria en desuso.

Realizar diferentes tipos de cotizaciones para presupuestar la elaboración de dicho proyecto y así poder asegurar la mejor implementación del proceso.

1.4.2 Limitaciones

La creación de la máquina está enfocado para cubrir un 80% de la producción de la planta, sin embargo, se tiene que dejar un 20% de la producción por fuera debido a la gran variación de tamaños y poco consumo que se dan en esa gama.

El financiamiento del proyecto es un problema debido a que la compañía no quiere invertir mucho dinero en este proceso, ya que dependiendo del monto se verían obligados a realizar un presupuesto extraordinario.

La entidad decide facilitar un equipo para reciclarlo y adaptarlo a las nuevas necesidades del nuevo proyecto para así poder evitar tocar el presupuesto de una forma considerable.

El proyecto se divide en dos partes, una de control que sería la automatización del proceso y una constructiva sobre una máquina a implementar, la sección de control dependería del tiempo que tome la elaboración de la parte constructiva.

Puesto que Quirós & Cía., no cuenta con un área de diseño, se da la obligación de realizar una subcontratación para poder realizar la sección constructiva bajo los requerimientos de la compañía y las necesidades del estudiante.

Para poder realizar las pruebas del proyecto se necesita la entrega de la sección constructiva para adaptar la parte de control antes diseñada para la correcta sinergia de la máquina.

Ya que el área de planta trabaja de lunes a sábado la compañía restringe a realizar las modificaciones y pruebas de la máquina solo los días sábados de medio día a cinco de la tarde que sería la hora de cierre de la planta.

A causa de que el procedimiento de pintado no cuenta con métricas necesarias ni un desarrollo estandarizado, no se cuenta con datos de gastos, costos, ni tiempos de duración lo cual dificulta el análisis del proceso.

Los materiales con los que la máquina va a trabajar son muy abrasivos por ese motivo se debe de utilizar equipo más industrial para evitar un deterioro abrupto de la parte de control.

Debido a que el peso de las llantas anda entre los 30 y 80 Kg los materiales de la parte constructiva deben ser sumamente fuertes y robustos así tratando de impedir un rápido deterioro.

CAPÍTULO II:
MARCO TEÓRICO

2.1 CONTEXTO DEL PROYECTO

En la empresa Quirós & Cía. se brinda un servicio extra para generarle a sus clientes una mayor satisfacción. Dicho servicio es darle un acabado de nuevas a las llantas reencauchadas, esto se lleva a cabo mediante el pintando de las llantas.

La pintura que la empresa usa no es una pintura cualquiera, esto debido a las temperaturas y el material de las llantas no permite que se pueda mantener adherida, a causa de que cualquier pintura no sirve, ellos mismos realizan una pintura a base del solvente que se usa para pegar la banda de rodamiento y sobrantes de hule. Esto provoca que la pintura que se genera sea altamente toxica y contaminante para el ambiente.

2.2 PROCESO

Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejor la productividad de algo, para establecer un orden, o eliminar algún tipo de problema.

El concepto puede emplearse en una amplia variedad de contextos, por ejemplo, en el ámbito jurídico, en el de la informática, o en el de la empresa. Es importante en este sentido hacer hincapié que los procesos son ante todo procedimientos diseñados para servicio del hombre en alguna medida, como una forma determinada de accionar.

Todo proceso que se pretende automatizar puede descomponerse para su análisis en dos partes: una parte operativa, que comprende las acciones que determinados elementos, como motores, cilindros neumáticos, válvulas, etc., realizan sobre el proceso y una parte de control que programa las secuencias necesarias para la actuación de la parte operativa (Romera, Lorite y Montoro, 1994).

Por lo que es necesario contar con un sistema, máquina o herramienta que permita unir las dos partes del proceso según las especificaciones iniciales a partir de la integración de los sistemas de control, sistema mecánico, diseño de la parte eléctrica y luego el control.

2.3 AUTOMATIZACIÓN

Es un sistema el cual busca controlar una tarea física o mental, sustituyendo a los operarios manuales por operarios artificiales. Es un proceso que abarca varios conocimientos y métodos de diversas ramas de la ingeniería. Se aplica en sistemas mecánicos, electrónicos, los cuales se programan para ejecutar una tarea específica.

Existen varios niveles de automatización:

- Operación manual: no se utilizan máquinas en el proceso, el ser humano es el que realiza el trabajo.
- Mecanizado: una máquina es la que realiza la tarea, pero es controlado por un operario.
- Automatización parcial: la máquina efectúa diversas tareas de manera autónoma, pero requiere la ayuda de un humano para poner o retirar piezas.

- Automatización total: la máquina es 100 % autónoma, esto quiere decir, que no necesita la intervención humana, el operador se encarga sólo de tareas de supervisión y mantenimiento.
- La automatización tiene varios objetivos dentro de una empresa:
- Aumenta la productividad, disminuyendo costos.
- Mejora las condiciones de trabajo, incrementando la seguridad.
- Elaborar las tareas difíciles, o imposibles de hacer manualmente.

2.4 NEUMÁTICA

Es una tecnología que emplea un gas, normalmente aire comprimido, como transmisión de energía para mover y hacer un mecanismo. Se puede conseguir un motor en movimiento giratorio, o accionar un cilindro para que tenga un movimiento rectilíneo. Sus aplicaciones son muy variadas, para abrir, o cerrar puertas de trenes, o autobuses, levantar objetos pesados, etc.

Los circuitos neumáticos básicos están formados por elementos que tienen la función de crear el aire comprimido, la distribución y el control del aire. En este proyecto se utilizará este concepto para crear un vacío que permita tomar las piezas que se necesitan ensamblar en el proceso, sin tener la necesidad de adquirir una bomba de vacío.

2.4.1 Compresor de aire

Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.



Figura 3. Compresor Quirós & Cía.

Fuente: Elaborado por el autor.

2.4.2 Pistones Neumáticos

Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que produce una fuerza, que muchas veces va continuada de un movimiento, que viene accionado por un gas comprimido, y se trata el aire.

Para realizar su función, los cilindros neumáticos imparten una fuerza para convertir la energía potencial de gas comprimido en energía cinética (en movimiento). Esto se alcanza por medio del gas comprimido, que es debido a la diferencia de presión. Esta diferencia, o gradiente de presión del aire acciona un pistón para moverse en la dirección deseada.

Una vez que esté actuado, el aire comprimido entra en el tubo por un extremo del pistón y, por lo tanto, imparte la fuerza a través del pistón. Por lo tanto, el pistón se desplaza por el aire comprimido que se amplía en un intento por alcanzar presión atmosférica.

Pistón Neumático

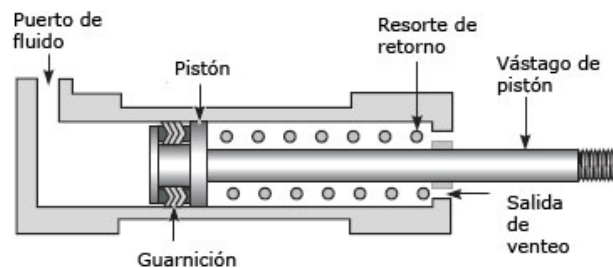


Figura 4. Pistón Neumático

Fuente: Elaborado por el autor.

2.4.2 Bomba de Pistón Neumático

Las bombas se presurizan con aire comprimido a través de una válvula de control direccional. El pistón de suministro se mueve por medio del pistón accionado por aire comprimido. Se dispensa el lubricante situado delante del pistón de suministro. La presión necesaria para suministrar el lubricante se genera en función de la relación entre la superficie del pistón de accionamiento y la del pistón de suministro.

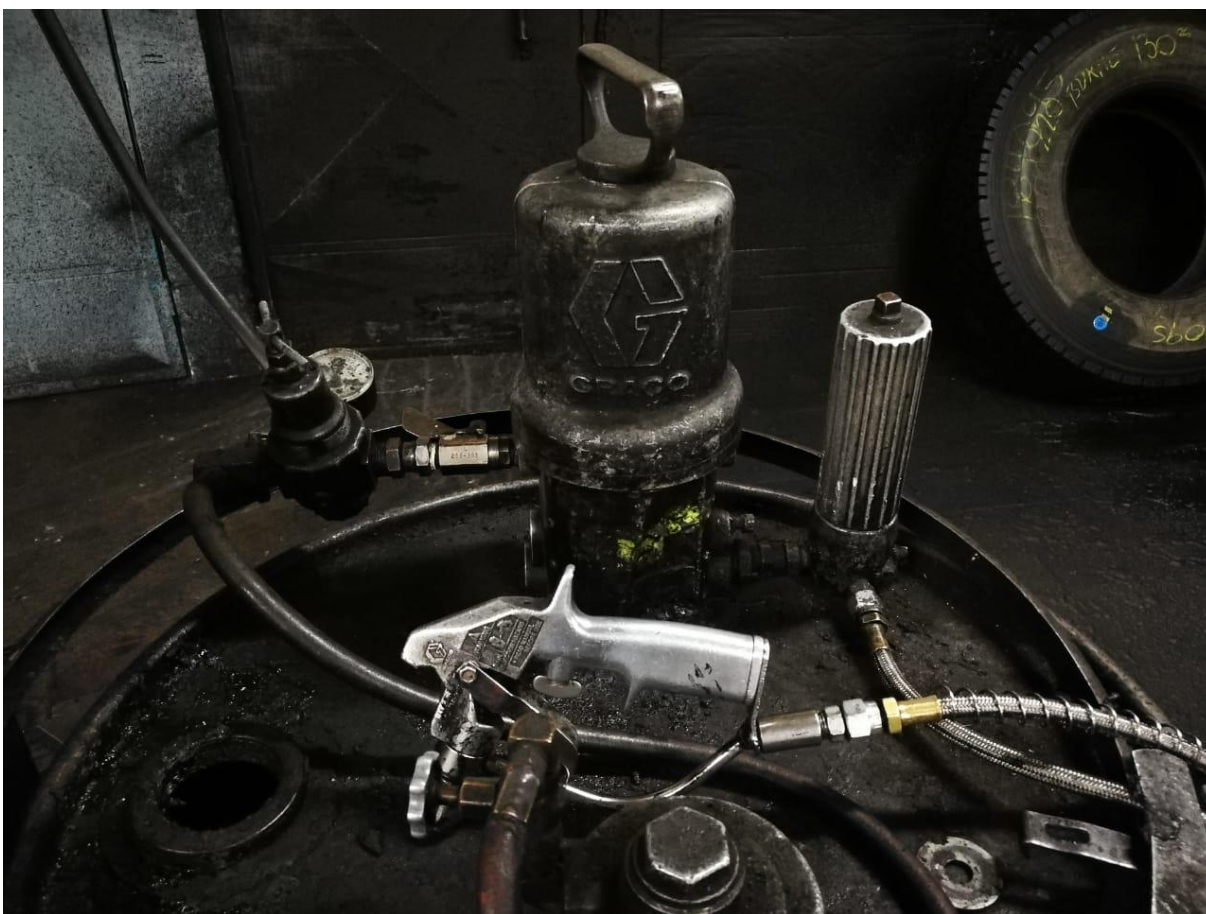


Figura 5. Bomba de Pistón Quirós & Cía.

Fuente: Elaborado por el autor.

2.4.3 Pistola de Pintura

Es una herramienta que permite la pintura por pulverización que es una técnica de pintura donde un equipo pulveriza un revestimiento (tinta, barniz, etc.) a través del aire hasta una superficie. Los sistemas más comunes utilizan un gas comprimido (usualmente aire) para atomizar y dirigir las partículas de tinta.



Figura 6. Pistola de pintura Quirós & Cía.

Fuente: Elaborado por el autor.

2.4.4 Regulador de Flujo

A veces es necesario el control de la velocidad de un cilindro para sincronizarlo con otros movimientos que se verifican en un sistema. Para conseguirlo se controla el caudal de fluido mediante las válvulas reguladoras de caudal. Existen dos tipos de reguladores: de un solo sentido (unidireccional) y de dos sentidos.

En el primero de ellos, el aire penetra en el regulador por el orificio de alimentación (izquierda) y éste presiona sobre las membranas rojas, con lo cual cierra el paso del aire. De esta forma, solamente, si la cabeza del tornillo de regulación está regulada (subida) podrá pasar aire entre ésta y las dos membranas. Por el contrario, cuando el aire viene de la derecha, la presión de éste levanta las membranas hasta el punto que permite el paso del aire (a través del dispositivo anti-retorno) hacia el orificio de salida sin encontrar obstáculos.

Regulador de Flujo unidireccional

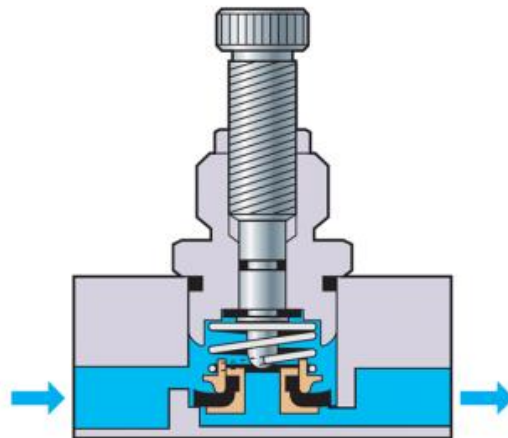


Figura 7. Regulador de flujo unidireccional

Fuente: Elaborado por el autor.

2.5 Motores

Los motores como definición integral son aquellos que transforman algún tipo de energía como térmica y eléctrica en una mecánica. Su funcionamiento y principio es casi siempre el mismo, ser capaz de mover un objeto y que éste pueda a su vez cumplir una tarea determinada. Ya sea que el motor es usado por un vehículo, o cualquier otro mecanismo, el efecto de mover otros elementos a través de sí se cumple siempre.

2.5.1 Motores neumáticos

Los motores neumáticos realizan la función de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. El proceso se desarrolla de forma inversa al de la compresión sus principales características pueden resumirse en las siguientes:

- Son Ligeros y compactos
- El arranque y paro es muy rápido, pueden trabajar con velocidad y por variables sin necesidad de un control complejo
- Baja inercia

En neumática se emplean principalmente, motores de paletas, también se utilizan, aunque con menos frecuencia, los motores de pistones y los motores de engranaje.

2.5.1.1 Motores Neumáticos de Paletas

Estos motores tienen un rotor montado excéntricamente en un cilindro, con paletas longitudinales alojadas en ranuras a lo largo del rotor, como se muestra en la Figura

8. El par se origina cuando el aire a presión actúa sobre las paletas, el número de paletas suele ser de 4 a 8. Normalmente, cuatro o cinco paletas son suficientes para la mayoría de las aplicaciones. Se utilizan mayor número de paletas cuando se necesita mejorar la fiabilidad de la máquina y su par de arranque. Los motores de paletas giran desde 3000 a 25000 R.P.M. en vacío.

Como norma general, los motores deben trabajar con una pre-carga para evitar que giren a velocidades altas. Al girar en vacío el motor, el número de veces que las paletas rozan sobre el cilindro es casi doble que en carga.

Esto supone un desgaste innecesario de las paletas y de la pared del cilindro sobre la que deslizan. La vida de las paletas se prolongará a varios cientos de horas trabajando el motor a velocidades moderadas y metiendo aire al motor debidamente limpio y lubricado con aceite en suspensión.

Los motores de paletas giran a velocidades más altas y desarrollan más potencia en relación con su peso que los motores de pistones, sin embargo, tienen un par de arranque menos efectivo.

Los motores de paletas son más ligeros y más baratos que los motores de pistones de potencia similar. Son los motores de uso más frecuente. Sus características suelen ser aproximadamente de 3.000 a 9.000 rpm, hasta 20 CV.

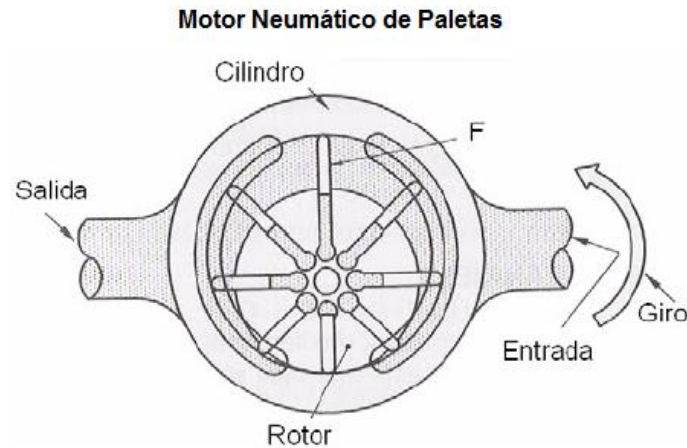


Figura 8. Motor de paletas

Fuente: Elaborado por el autor.

2.6 PLC LOGO! 8 SIMENS

El PLC siemens logo es el autómatas más pequeño que fabrican, diseñado y utilizado para realizar automatizaciones domésticas, o pequeñas aplicaciones industriales, lo que hace muy económico para su compra, pero, aunque parezca pequeño, posee grandes características en cuanto a hardware y software, en el uso de las entradas y salidas; posee módulos de expansión que permiten ampliar sus conexiones y el lenguaje que usa que es 100% gráfico y muy fácil de aprender.

LOGO! es una unidad de control que trae panel de mando, display retro-iluminado, fuente de alimentación. También posee una interfaz para módulos de ampliación, tarjeta Micro SD, visualizador de textos.

El LOGO! tiene funciones estándar pre-configuradas, por ejemplo, retardo a la conexión y desconexión, relé de impulsos, interruptor software, temporizadores, marcas digitales y analógicas.

LOGO! ofrece soluciones para aplicaciones domésticas y de la ingeniería de instalación como, por ejemplo, alumbrado de escaleras, iluminación exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.

También puede ofrecer soluciones para ingeniería de armarios de distribución, así como para ingeniería mecánica y construcción de máquinas y aparatos como, por ejemplo, sistemas de control de puertas, sistemas de climatización, bombas para agua pluvial, etc.

LOGO! también se utiliza para implementar sistemas de control especiales en invernaderos o invernáculos, para el procesamiento de señales de control y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones (p. ej. AS-i), para el control distribuido local de máquinas y procesos.

Para aplicaciones de producción en serie de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en la técnica de instalación, existen versiones especiales sin panel de mando ni display.

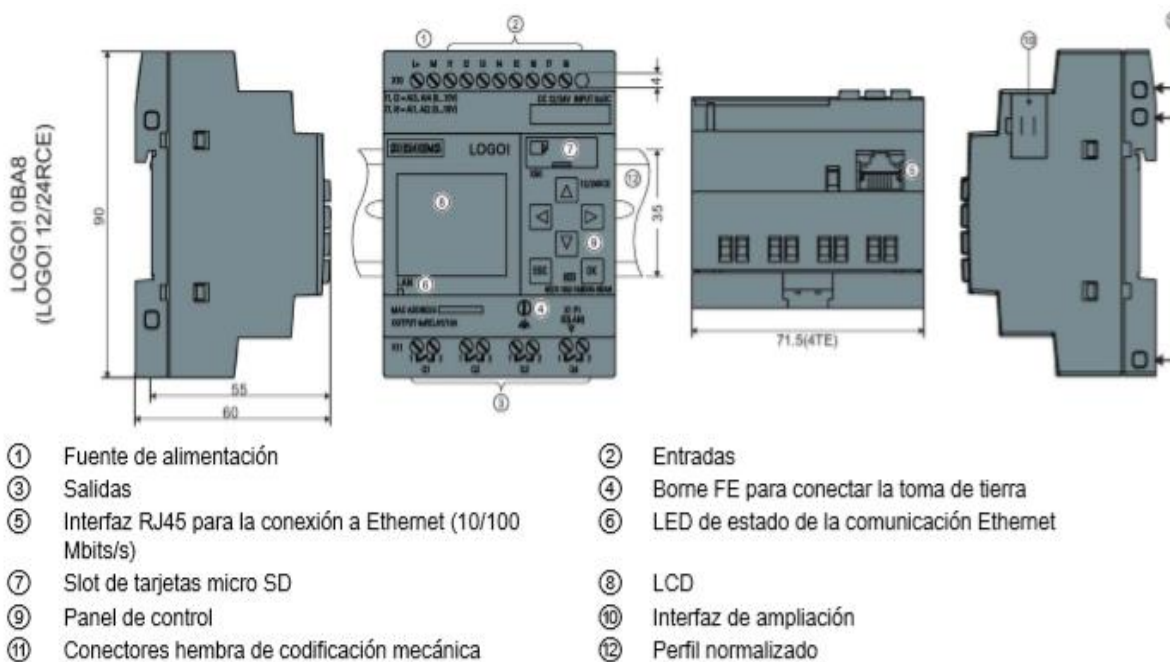


Figura 9. Módulo PLC LOGO!8 SIEMENS

Fuente: Manual Siemens

2.6.1 Módulo de ampliación LOGO! DM8 12/24R V DC

Los módulos de ampliación son muy utilizados debido a que muchas veces se necesita una mayor cantidad de entradas y salidas dependiendo de las necesidades de la automatización que se desee realizar.

Algunas características de los módulos de ampliación son:

- Entradas y salidas digitales
- Entradas y salidas analógicas de 0V a 10V y de 4miliamperios a 20 miliamperios.

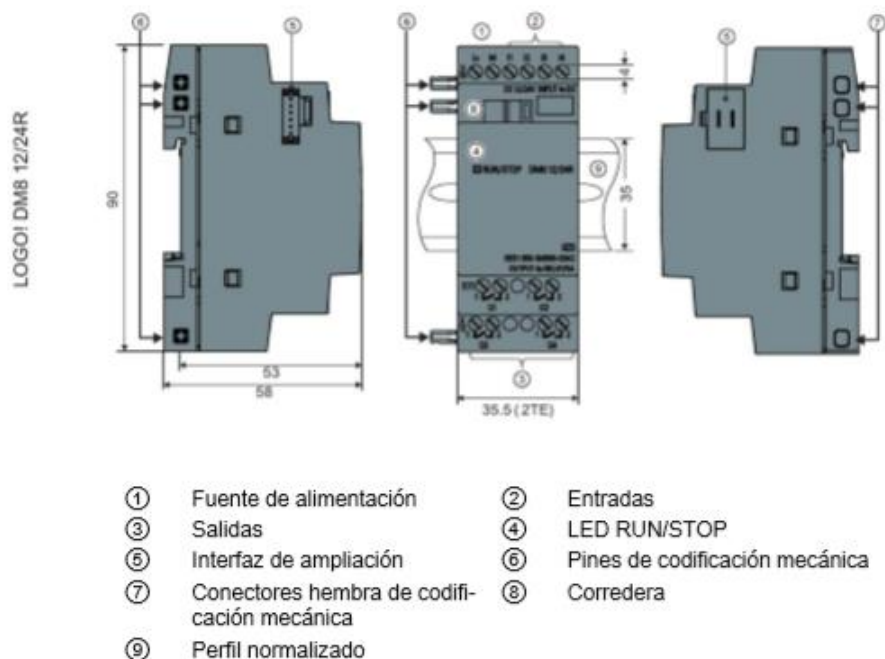


Figura 10. LOGO! DM8 12/24R

Fuente: Manual Siemens.

2.6.2 Micro-controladores y micro-procesadores

Existen muchas soluciones y dispositivos para el diseño del sistema de automatización, por ejemplo, los micro-controladores y microprocesadores. “Un micro-controlador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos. Estos procesos o acciones son programados en lenguaje ensamblador por el usuario, y son introducidos en este a través de un programador” (Aguayo, 2004, p.8). El objetivo principal del micro-controlador es realizar y ejecutar los comandos que el programador escribe. Asimismo, De la Cruz et al., (2010) definen un micro-controlador “como un dispositivo electrónico encapsulado en un chip, capaz de ejecutar un programa” (p. 2).

Los microprocesadores son circuitos integrados que en 1969 revolucionaron el diseño de los dispositivos. Intel creó el primer microprocesador llamado 4004. Este nuevo diseño permite que se pueda utilizar el mismo hardware para varias funciones, que son controladas en la programación del microprocesador.

En la actualidad la mayoría de los dispositivos electrónicos cuentan con microprocesadores en su interior que simplifican tareas. El microprocesador es la parte fundamental de un micro-controlador, es el encargado de direccionar la memoria de instrucciones, buscar los comandos, ejecuta la operación y guarda los resultados.

2.6.2.1 Ventajas de los microprocesadores

Los microprocesadores o sistemas programables permiten diseñar e implementar interfaces hombre-máquina y máquina-máquina para la automatización de sistemas, integrar soluciones computacionales con diferentes tecnologías, plataformas o dispositivos y más ventajas, por ejemplo:

- Bajo costo.
- Bajo consumo de corriente.
- Variedad de modelos para cada necesidad.
- Modelos con convertidores A/D.
- Herramientas de desarrollo gratuitas.
- Mucha información técnica y gratuita.
- Salidas PWM.

En la actualidad existen dos sistemas programables que están siendo muy utilizados en proyectos, educación y empresas, se trata del Arduino y el Raspberry Pi. El Arduino es un dispositivo de código abierto que se basa en un software y hardware fáciles de usar. Las tarjetas Arduino son capaces de leer las entradas por medio de distintos sensores y convertir dichas entradas en una salida que pueda activar un motor, encender un LED, publicar algo en línea.

Debido a la experiencia con el usuario, que es bastante sencilla y accesible, se utiliza en muchas aplicaciones y proyectos. Es bastante económico comparado con otras plataformas de micro-controladores, tiene la ventaja de que puede utilizarse en distintos sistemas operativos (Windows, Macintosh OSX y Linux) y el ambiente de programación es fácil de usar y aprender para personas con poco conocimiento de programación.

Al igual que el Arduino, el Raspberry Pi se puede utilizar en múltiples aplicaciones, es fácil de usar y programar. Puede conectarse con sensores, módulos, cámaras, entre otros componentes para crear un programa que cumpla con los requisitos de un proyecto determinado. La gran diferencia con el Arduino es que el entorno del Raspberry Pi es más amigable con el usuario, además, tiene más herramientas que facilitan el diseño e implementación de una interfaz gráfica.

2.6.2.2 RASPBERRY PI

El Raspberry Pi es una computadora de tamaño de tarjeta de crédito que se conecta a su TV y un teclado. Es un pequeño ordenador capaz de ser utilizado en proyectos

de electrónica, y para muchas de las cosas que hace su PC de escritorio, como hojas de cálculo, procesamiento de textos, navegación por Internet y juegos.

También reproduce video de alta definición. Se quiere ver siendo utilizado por adultos y niños de todo el mundo para aprender la programación y la creación digital (Raspberry, 2016, s p.).

Fue creado como un proyecto de código abierto, para ser un micro-controlador de bajo costo destinado a la educación y disminuir la brecha tecnológica entre países ricos y otros que no tienen tanto acceso a la tecnología. No obstante, su uso se ha incrementado para muchos proyectos y diferentes empresas han empezado a utilizarlos para varias aplicaciones como HTPC, NAS, servidores web, entre otros.



Figura 11. Raspberry Pi 3 Model B

Fuente: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

2.6.2.2.1 Características del Raspberry Pi

Algunas características físicas de este micro-controlador, por las que se seleccionó para la máquina y diseñar la interfaz gráfica, es la gran cantidad de pines GPIO disponibles, lo que permite que se puedan conectar varios dispositivos como

sensores, módulos, entre otros. Además de esta característica se enumeran otras a continuación:

- Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 de 64 bits
- 1GB de RAM
- BCM43438 LAN inalámbrica y Bluetooth de baja energía (BLE) a bordo
- GPIO 40 pines
- puertos USB 2
- Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto
- HDMI de tamaño completo
- Puerto de cámara CSI para conectar una cámara Raspberry Pi
- Puerto de pantalla DSI para conectar una pantalla táctil Raspberry Pi
- Puerto Micro SD para cargar su sistema operativo y almacenar datos
- Fuente de alimentación micro USB conmutada actualizada de hasta 2.5 A

2.6.2.2.2 Ventajas del Raspberry Pi

Además de sus características físicas cabe destacar algunas ventajas:

- Bajo consumo eléctrico, lo que permite que se pueda mantener encendido durante largos periodos de tiempo sin que esto signifique un costo importante.
- Su bajo precio lo hace bastante accesible.
- Variedad de accesorios disponibles como cámaras, pantallas, sensores, etc.
- Se puede instalar en casi cualquier lugar debido a que su tamaño no es más grande que una tarjeta de crédito.

2.6.2.2.3 Desventajas del Raspberry Pi

Es importante resaltar algunas desventajas del Raspberry Pi y valorarlas antes de su instalación, se pueden mencionar las siguientes desventajas:

- Requiere conocimiento de programación para su configuración.
- Su microprocesador no es compatible para trabajar con particiones NTFS.
- En momentos su velocidad de transferencia se ve limitada, ya que comparte el mismo bus para los puertos USB y la conexión LAN.
- No tiene un módulo RTC instalado para mantener la hora y fecha actualizada, aunque se encuentre apagado.

2.6.2.2.4 Raspbian

Raspbian es un sistema operativo libre y gratuito basado en Debian y optimizado para el hardware de la Raspberry Pi. Es el sistema operativo recomendado para el uso del Raspberry Pi, contiene más de 35,000 paquetes para facilitar el uso y la instalación de lo que se necesita para el uso del Raspberry Pi. Además, es un proyecto en desarrollo activo, con énfasis en mejorar la estabilidad y el rendimiento de tantos paquetes Debian como sea posible.



Figura 12. Raspbian sistema operativo

Fuente: <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

2.6.2.2.5 Conectividad WI-FI

Así como permitir la conexión entre dispositivos para compartir recursos, la principal aplicación de las redes Wi-Fi es la de permitir el acceso de estos dispositivos a internet a través de un punto de acceso ADSL, o router, ya que utiliza el mismo protocolo de internet TCP/IP de las redes cableadas.

Tales puntos de acceso (AP o Access Point) son equipos que gestionan las comunicaciones entre los distintos terminales de red, los cuales permiten a los dispositivos inalámbricos, conectarse a una red ya existente para tener acceso a internet (Carballar & Falcón, 2010). El estándar Wi-Fi está regulado según la norma IEEE 802.11, donde se determinan las especificaciones técnicas del modelo OSI para establecer una comunicación inalámbrica de datos, según la Wi-Fi Alliance, quien es el ente encargado de dichas regulaciones.

Tabla 1. Estándares IEEE 802.11

Estándar	Ancho de Banda	Frecuencia	Alcance	Compatibilidad
IEEE802.11a	Hasta 54 Mbps	5 GHz en la banda	45.7 m	802.11b, 802.11g, 802.11n
IEEE802.11b	Hasta 11 Mbps	2.4 GHz en la banda	91 m	802.11g
IEEE802.11g	Hasta 54 Mbps	2.4 GHz en la banda	91 m	802.11b
IEEE802.11n (Pre-estándar)	Hasta 540 Mbps	2.4 GHz en la banda	250 m	802.11b, 802.11g

Fuente: Elaborado por el autor.

En la actualidad los estándares 802.11b, 802.11g y 802.11n son los más utilizados a nivel mundial ya que tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los tres estándares mencionados utilizan un mismo ancho de banda para su comunicación (2,4 GHz), la diferencia existente entre estos radica en la velocidad de transferencia que consiguen; 11Mbps, 54Mbps y 300Mbps respectivamente; así como un aumento significativo en el rango de cobertura del estándar 802.11n, por lo que en conjunto con su velocidad de transferencia es lo que lo hace el más utilizado en las redes inalámbricas Wi-Fi actuales.

2.6.2.2.6 Servidor LAMP

El acrónimo LAMP está compuesto por las iniciales de sus cuatro componentes: Linux, Apache, MySQL y PHP. Estos forman la infraestructura en el servidor, que hace posible la creación y el alojamiento de páginas web dinámicas. Los componentes individuales se acumulan unos sobre otros, por lo que esta plataforma también recibe el nombre de LAMP *stack* (del inglés “apilar”).

Un servidor LAMP es la opción preferida por muchos por su bajo costo y su alta disponibilidad. Además, sus componentes individuales pueden ser reemplazados fácilmente por aquellos con las mismas funciones. Como sistema operativo se puede usar, por ejemplo, Windows (WAMP) o MacOS (MAMP). En vez de Apache, es común utilizar nginx como servidor web y en cuanto a gestor de bases de datos, MySQL y MariaDB son muy similares. Otros lenguajes de programación compatibles son Perl, Ruby o Python.

2.6.2.3 Breakout Board (Paneles de Ruptura)

Son tarjetas con único componente debido a sus pequeñas dimensiones, además, por esta misma razón son fáciles de usar. Por lo general, el componente eléctrico es un circuito integrado, el cual puede realizar múltiples tareas. En la mayoría de los casos tienen pines para suministrar potencia, una conexión a tierra, para recibir entradas y para enviar una salida.

El uso de breakout board en un proyecto tiene varias ventajas: por su tamaño pequeño se puede ahorrar gran cantidad de espacio, además, la mayoría de los integrados son SMD (dispositivo montado en superficie). Sus pines están elaborados para que resistan y están diseñados para ser reutilizados.

Una gran característica de estas placas es que tienen los nombres de los pines etiquetados en la PCB, esto hace que su conexión sea mucho más fácil. Para su uso deben tener conexiones soldadas, lo que implica la necesidad de contar con un soldador y tener habilidad para esta tarea.

Hay que tener en cuenta las tensiones de los componentes que contiene, así elegir correctamente la potencia adecuada.

Se tiene todo tipo de tableros de arranque, pero la mayoría son para diferentes tipos de sensores, por ejemplo: acelerómetros, sensores de distancia ultrasónicos, sensores de etiquetas RFID, sensores de temperatura, sensores de presión e incluso tienen tarjetas de corte sísmicas.

2.6.2.3.1 Electroválvula

Es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, en las que un motor acciona el mecanismo de la válvula, y permiten otras posiciones intermedias entre todo y nada.



Figura 13. Electroválvula 12V

Fuente: <https://www.adafruit.com/product/997>

2.6.2.3.2 Sensores

“Un sensor es un dispositivo eléctrico que está capacitado para detectar acciones, o estímulos externos donde convierte las magnitudes físicas o químicas en valores medibles” (definicion.de, s f.).

Los sensores son muy útiles en los sistemas implementados en la actualidad, ya que permiten medir distintos tipos de señales, esto lo logran al usar las propiedades de los materiales de los que están hechos y comparar su comportamiento antes las variaciones de la señal a medir.

Muchos de los sensores que se utilizan en la actualidad son eléctricos, aunque existen de diferentes tipos y las magnitudes a medir son fenómenos físicos como velocidad, aceleración, tamaño, etc. Se pueden mencionar los sensores de temperatura, humedad, fuerza y sonido. Pueden clasificarse de la siguiente manera:



Figura 14. Clasificación de sensores

Fuente: Thelastlabproject, 2014

2.6.2.3.2.1 Sensor capacitivo de proximidad

El sensor capacitivo es un interruptor electrónico que trabajan sin contacto. Estos sensores aprovechan el efecto que tienen los materiales como el papel, vidrio,

plástico, aceite, agua, así como de los metales, de aumentar la capacidad del sensor cuando se encuentran dentro del campo eléctrico generado.

Constan de un condensador que genera un campo eléctrico. Este condensador forma parte de un circuito resonador, de manera que cuando un objeto se acerca a este campo, la capacidad aumenta y el circuito empieza a resonar como se muestra en la figura 13.

Funcionamiento sensor capacitivo

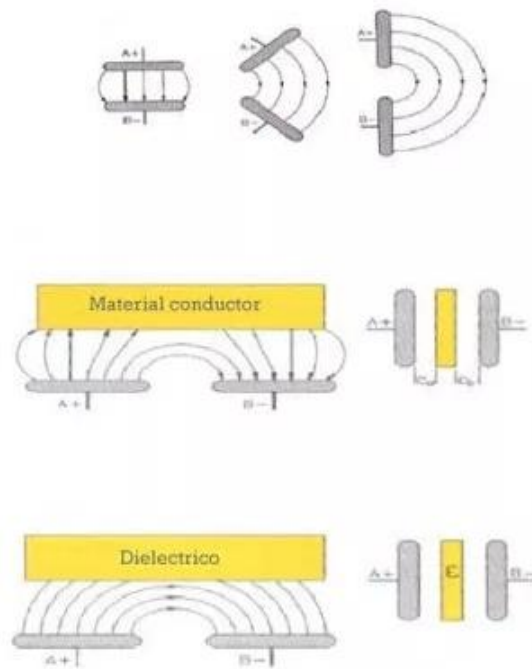


Figura 15. Resonancia sensores capacitivos.

Fuente: Elaborado por el autor.

La superficie de sensado del sensor capacitivo está formada por dos electrodos concéntricos de metal de un capacitor. Cuando un objeto se aproxima a la superficie de sensado y este entra al campo electroestático de los electrodos, cambia la

capacitancia en un circuito oscilador como se muestra en la figura 14. Esto hace que el oscilador empiece a oscilar. El circuito disparador lee la amplitud del oscilador y cuando alcanza un nivel específico la etapa de salida del sensor cambia. Conforme el objeto se aleja del sensor la amplitud del oscilador decrece, conmutando al sensor a su estado original.

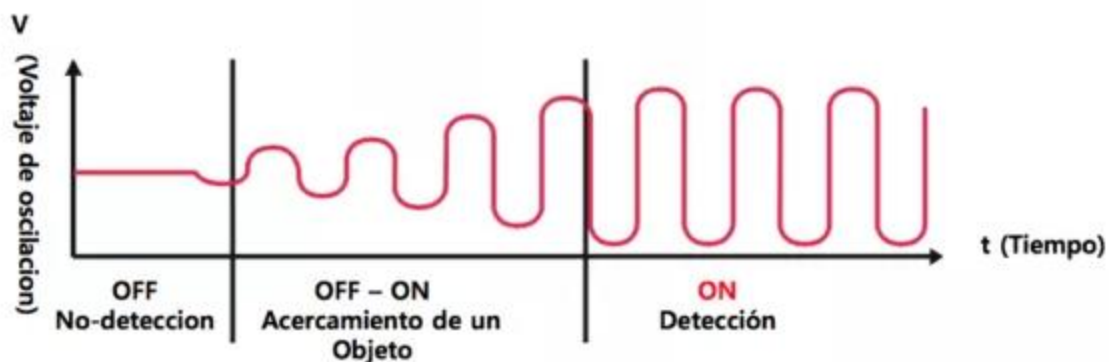


Figura 16. Onda de oscilación sensor capacitivo

Fuente: Elaborado por el autor.

Es importante también destacar que los sensores capacitivos tienen una distancia de detección corta que varía según el material que deba detectar, y al mismo tiempo son extremadamente sensibles a los factores ambientales. Existen sensores capacitivos de CD y CA. Los de CD los hay de 2, 3 y 4 hilos, con distancias de sensado desde 5mm hasta 20mm.

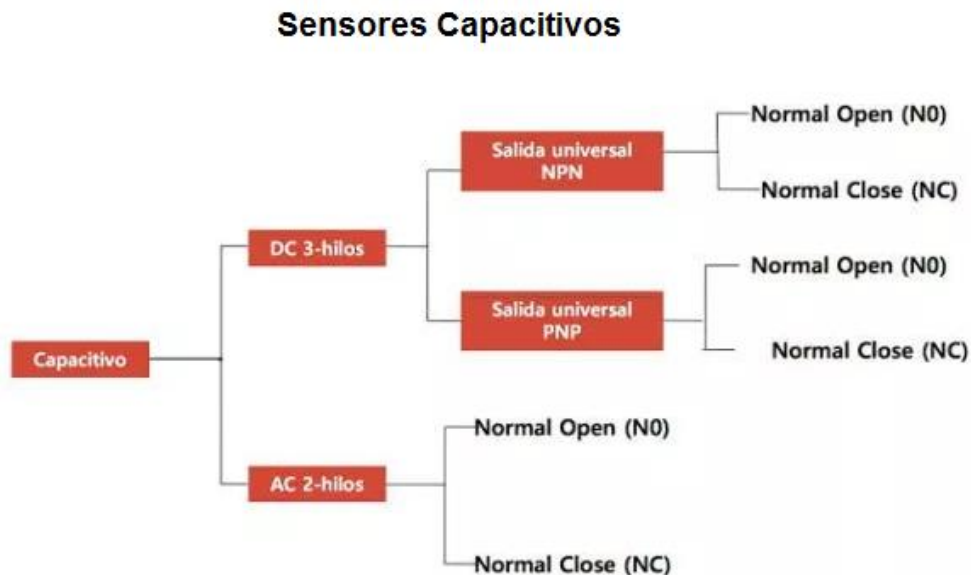


Figura 17. Tipos de sensores capacitivos

Fuente: Elaborado por el autor.

2.6.2.3.3.2 Sensor de Contacto Magnético

Este sensor es esencialmente, un interruptor de lengüeta, encerrado en una carcasa de plástico ABS. Normalmente, la lengüeta está 'abierta' (no hay conexión entre los dos cables). La otra mitad es un imán. Cuando el imán está a menos de 15 mm de distancia, el interruptor de lengüeta se cierra.

A menudo se usan para detectar cuándo una puerta, o un cajón están abiertos, por lo que tienen pestañas y tornillos de montaje. También puede recoger una cinta de espuma de doble cara de una ferretería para montar estos, que funciona bien sin necesidad de tornillos.

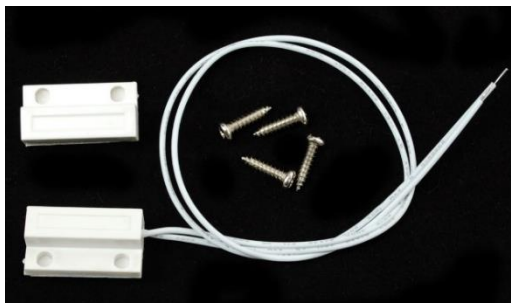


Figura 18. Sensor de campo Magnético

Fuente: <https://www.adafruit.com/product/375>

2.6.2.3.3 Panel de Control

Los paneles de control desempeñan una función importante en el entorno de manufactura actual. Al ser esenciales para los sistemas de automatización y control, necesitan manejar varios desafíos, como los avances en tecnología de sistemas de control, y la evolución del proceso de fabricación y diseño.

Con el apremio de disminuir el tiempo de salida al mercado, estos sistemas deben encargarse, diseñarse y armarse en menos tiempo que nunca.

El panel de control será confeccionado con un selector de tres pasos NC, un botón NC para iniciar la rutina que se selecciona y un botón de paro en caso de una emergencia algo semejante a como se muestra en la figura 16.



Figura 19. Panel de Control

Fuente: Elaborado por el autor.

2.7 DISPOSITIVOS DE SIMULACIÓN

Los dispositivos de simulación se van a utilizar para realizar una demostración más gráfica de la funcionalidad del proyecto que se desea implementar, para así dejar a los encargados de la compañía de una forma más clara como sería todo el proceso que se efectuaría.

Para esta sección del proyecto se utilizarán los siguientes dispositivos:

1. **Compresor:** Es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores. En nuestra maqueta es el que da la presión a la electroválvula para que inicie el proceso de pintado.

2. **Raspberry Pi:** Es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas. En el proyecto se utiliza para controlar la base de datos y la comunicación en línea.
3. **Arduino Leonardo:** Es una placa con un micro-controlador ATmega32U4 que permite un diseño mucho más sencillo y económico. También permite a la placa ser utilizada y programada como un dispositivo de entrada para emular un teclado, ratón, etc. Para el proyecto se utiliza para controlar el motor stepper.
4. **Electroválvula:** Es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería.
5. **Driver motor stepper:** La tarjeta con el integrado *TB6560* es un controlador de motores. Funciona al proporcionar un pulso digital de trabajo y dirección. Se puede usar la tarjeta para el control de un motor a pasos. Permite el control del motor de una forma más sencilla y eficiente.
6. **Servo Motor:** Los servomotores son motores de DC que en el mismo cuerpo del dispositivo cuentan con un sensor de posición el cual permite identificar las posiciones angulares del eje. En muchas versiones, este sensor de posición es una resistencia variable la cual se convierte en el eje del motor, por lo que el rango de giro puede quedar limitado al rango del potenciómetro. Ellos realizaran la función de los pistones.
7. **Panel de control:** Es la sección que se encargará de darle inicio al funcionamiento de la máquina por medio de tres botones N/C, además de un

interruptor que funcionara como botón de paro de emergencia, también se colocaran unas luces led's para indicar cómo va el proceso.

8. **Sensor Reflectivo CNY70:** Es un Sensor óptico reflectante con salida de transistor que simulara el sensor de proximidad del proyecto.
9. **Motor paso a paso** conocido también como motor de pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control. Es el encargado de realizar el giro de la llanta.
10. **Fin de carrera** Este módulo es un micro interruptor montado en un módulo con cable incluido. Un led indica cuándo se activó el interruptor para facilitar la resolución de problemas. En el proyecto sería el sensor de campo magnético

CAPÍTULO III:

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (Cid, 2011), “la investigación es una herramienta utilizada por las personas y la sociedad para aclarar dudas y problemas y, de paso, aumentar el conocimiento sobre algo” (p.9). Asimismo, (Tamayo, 2003) indica que: “la investigación es un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento” (p.37), de modo que el desarrollo de esta investigación, está determinada a la obtención de datos o búsqueda de soluciones para ampliar o desarrollar el conocimiento sobre un tema en específico de una forma más eficiente.

3.1.1 Finalidad de la investigación

Según Barrantes (citado por Rivas) “investigación aplicada: su finalidad es la solución de problemas prácticos para transformar las condiciones de un hecho que nos preocupa. El propósito fundamental no es aportar al conocimiento teórico” (2004, s p.).

Este proyecto tiene una finalidad aplicada, debido a que busca alcanzar la solución de un objetivo práctico sobre un tema específico dejando de lado la parte teórica, además, de dar uso de todas las sapiencias adquiridas por él estudiante durante el curso de la carrera, implementando un sistema para mejorar un proceso actual de la empresa.

3.1.2 Dimensión temporal de la investigación

Las investigaciones no experimentales se clasifican de acuerdo a Sampieri en transeccional, o transversal y longitudinal donde establece:

“Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. Pueden abarcar varios grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores; así como diferentes comunidades, situaciones o eventos.

Por ejemplo, analizar el efecto que sobre la estabilidad emocional provocó un acto terrorista en niños, adolescentes y adultos. Pero siempre, la recolección de los datos ocurre en un momento único. A su vez, los diseños transeccionales se dividen en tres: exploratorios, descriptivos y correlacionales- causales” (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010).

Para las investigaciones longitudinales establece:

“En ocasiones el interés del investigador es analizar cambios a través del tiempo de determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades; o bien, de las relaciones entre estas. Aún más, a veces ambos tipos de cambios. Entonces se dispone de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos a través del tiempo en puntos, o períodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o períodos por lo común se especifican de antemano.

Por ejemplo, un investigador que buscara analizar cómo evolucionan los niveles de empleo durante cinco años en una ciudad; otro que pretendiera estudiar cómo ha cambiado el contenido sexual en las telenovelas de cierto país en los últimos 10 años, y uno más que buscara observar cómo se desarrolla una comunidad indígena a través de varios años, con la llegada de la computadora e internet a sus vidas. Son pues, estudios de seguimiento. Los diseños longitudinales suelen dividirse en tres tipos: diseños de tendencia (trend), diseños de análisis evolutivo de grupos (cohorte) y diseños panel” (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010).

Basado en las citas mencionadas, la documentación es temporal transversal, pues se parte de la idea de automatizar un proceso actual, desarrollar esta idea hasta el punto de crear un sistema automatizado e implementarlo, sin retroceder en el tiempo.

3.1.3 Marco de la investigación

El proyecto busca solucionar un problema específico en una de las áreas de la compañía. Por lo tanto, la investigación es micro ya que se enfocará solamente en el proceso de pintado de llantas en el área de inspección final y tiene interacción con una pequeña cantidad de personas, los operarios relacionados con el proceso y el jefe a cargo del área mencionada.

3.1.4 Naturaleza de la investigación

Según Sampieri el “enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (2010, p.4).

En el caso de este proyecto, lo primero que se va a realizar es la investigación de los problemas planteados en este trabajo, en el mejoramiento del proceso de pintado de llantas, buscando la automatización.

Luego se analizarán las diferentes opciones tecnológicas existentes en el mercado para la construcción de prototipo de pintado de llantas.

Dado lo anterior, el tipo de enfoque que persigue y describe este proyecto es de tipo cuantitativo.

3.1.5 Carácter de la investigación

La investigación tendrá el carácter de proyecto, ya que conlleva técnicas, actividades y herramientas con las cuales se realizará un sistema para mejorar el proceso.

3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Una fuente de información se les llama a los diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información, o conocimiento. Conocer, distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se está realizando es parte del proceso de investigación.

Según (Muñoz, 2011), las fuentes de información son “los registros de conocimientos recopilados a través de escritos formales, libros, revistas, manuscritos, cuadros, figuras, y registros audibles en grabaciones fonográficas, los cuales se utilizan como fuentes de consulta para fundamentar un conocimiento” (p.223).

3.2.1 Fuentes primarias

Para la investigación que se realizará en este proyecto que requiere de una automatización de un proceso antes realizado de forma manual, se hará uso de diferentes tesis previamente realizadas como fuentes primarias de información.

La revisión de diferentes documentos sustentará la información necesaria para la utilización de algunos componentes electrónicos necesarios y brindara apoyo para la sustentación de esta investigación.

3.2.2 Fuentes secundarias

En esta investigación se dará el uso de fuentes secundarias tales como libros de texto e información básica por parte de los fabricantes en los distintos sitios web, además de algunos resúmenes y algunos vídeos.

3.2.3 Sujetos de información

En esta sección de la investigación se recolectará información sobre las necesidades que tiene la compañía para poder realizar la automatización, esto se realizará consultando a los encargados del área de revisión final.

Tabla 2. Definición de sujetos de investigación.

Puesto Laboral	Experiencia en el Área	Relación con el tema
Gerente de operaciones y logística	13 años	Encargado de toda el área de planta de la compañía
Encargado de revisión final del proceso	16 años	Realiza proceso de pintado final de las llantas

Puesto Laboral	Experiencia en el Área	Relación con el tema
Gerente General	18 meses	Manejo y búsqueda de mejoras en la compañía

Fuente: Datos propios del área de planta (junio de 2019).

Los sujetos mencionados en la tabla 1 son de vital importancia, ya que en ellos recae la información y apoyo técnico para el desarrollo del proyecto.

3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Al respecto, (Niño, 2011) establece que las técnicas “se entienden como las operaciones, procedimientos, o actividades de investigación, por ejemplo, la observación y la entrevista. Algunos las llaman “métodos”, por cuanto se trata de procedimientos de investigación. A veces, también se mencionan como los medios, o instrumentos de investigación” (p.29) y también menciona que las herramientas “son los elementos, o materiales que permiten la ejecución, o aplicación de las técnicas, como sería el cuestionario en la técnica de la encuesta” (p.29).

Esta sección menciona y describe las técnicas e instrumentos para la recolección de datos del proyecto. Al seleccionar las técnicas y herramientas es de mucha importancia el tener claro el tipo de investigación que se propone llevar a cabo.

3.3.1 Observación

Según (Niño, 2011) el observar es:

...un acto mental bien complejo. Implica mirar atentamente una cosa, una persona o ser vivo, un fenómeno o una actividad, percibir e identificar sus características, formas y cualidades, registrarlas mediante algún instrumento (o al menos en la mente), organizarlas, analizarlas y sintetizarlas. No basta con “ver” las cosas, proceso fisiológico que se genera en los sentidos. Es necesario “mirar”, proceso cognitivo que, aunque se inicia como ver, exige una actividad de la mente (p. 62).

Con cierta razón, la observación científica “es fundamentalmente sistemática, objetiva y posee los mecanismos de control que impiden caer en algunos errores propios de la subjetividad, de la ambigüedad y de la confusión” (Gutiérrez, 1993, p.238).

En cuanto a la parte de Observación se realizarán un par de visitas los días 28-6-2019 y 5-7-2019, estas visitas serán guiadas por el señor Sergio Bolaños gerente de operaciones y logística con el afán de poder observar cómo se efectúa el proceso de forma manual y así poder tomar métricas y hablar un poco de las necesidades físicas de las que carece la planta y el proceso.

Gracias a estas visitas se podrá observar sobre la seria problemática y falencias que tiene dicho proceso, además de los muchos puntos de mejora que se podrían obtener mediante la automatización.

3.3.2 Entrevista

En este sentido, (Gutiérrez, 1993) hace referencia sobre la entrevista como:

Una de las técnicas preferidas de los partidarios de la investigación cualitativa, pero también es un procedimiento muy usado por los psiquiatras, psicólogos, periodistas, médicos y otros profesionales, que a la postre es una de las modalidades de la interrogación, o sea el acto de hacer preguntas a alguien con el propósito de obtener un tipo de información específica. A este capítulo de la interrogación pertenecen también además de la entrevista, el cuestionario, que a diferencia de la primera es escrita (p.258).

Como parte del proceso de recolección de datos, se decide la realización de un cuestionario de dos secciones, el cual, mediante preguntas abiertas, permite conocer una posición más personal de cada uno de los sujetos de investigación. Esta información es fundamental para la automatización del proceso final, pero adecuado a las necesidades del área y de la empresa.

La tabla 3 muestra la organización y el objetivo del cuestionario que se diseñará para que la obtención de los datos sea lo más preciso y aprovechable posible.

Tabla 3. Definición del cuestionario de entrevista.

Sección del cuestionario	Objetivo del cuestionario	Descripción
Construcción de máquina	Conocer cuáles son los aspectos mínimos que debe tener la máquina para cumplir con las necesidades de la empresa	Se formulan preguntas que permitan al autor conocer la posición del personal para poder realizar la correcta automatización.

<p>Pintado de llantas</p>	<p>Saber cuáles son los aspectos mínimos del proceso para la correcta automatización</p>	<p>Se formulan preguntas que permitan al autor saber cuáles son los aspectos mínimos del proceso para que la automatización los supere.</p>
----------------------------------	--	---

Fuente: Elaborada por el autor.

3.4 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

El término de variable, en su significado más general, se utiliza para designar cualquier característica de la realidad que pueda ser determinada por observación y que pueda mostrar diferentes valores de una unidad de observación a otra (Tamayo, 2003, p.163).

Por su parte (Niño, 2011) determina que:

...entendemos por variable cada una de las características o propiedades del objeto estudiado en una investigación, las cuales pueden tomar diferentes valores. El sentido de valor es amplio, cubre no sólo lo cuantitativo, sino también lo cualitativo. Así “el color de los ojos” es una variable, pues es posible que sean negros, verdes, grises, castaños, etcétera. Se trata de una variable de tipo cualitativo. El peso o medida de algo, en cambio, será una variable de carácter cuantitativo, pues admite una escala numérica (p.59).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto sobre las variables de una investigación, una forma muy sencilla de visualizarlas en el desarrollo del presente proyecto es mediante la Tabla 3. Variables de la investigación, donde se identifica a cada una de ellas según haya sido planteado el objetivo.

Tabla 4. Definición de variables de investigación

Objetivo específico	Variable	Descripción
Analizar el proceso actual que se desarrolla en la empresa para el pintado de las llantas.	Visitas guiadas	Se le solicitará a la empresa que se realicen visitas guiadas para observar cómo se realiza el proceso.
Determinar cómo afecta la productividad de la compañía el proceso manual en cuanto a tiempo de operarios y aprovechamiento de insumos.	Estadística de Quirós y compañía.	Se realizará la solicitud a la empresa para evaluar las fallas que se encuentran en el proceso.
Elaborar una propuesta de diseño de un sistema automatizado, tomando en cuenta para su elaboración: requerimientos de operarios y de encargados de área.	Elaboración de encuesta y reuniones con encargados.	Se elaborará una encuesta a los operarios y encargados para así saber cuál es la necesidad de la compañía y en base a esa información realizar la propuesta adecuada.
Diseñar un programa que sea simple para el uso de los operarios, además de que lleve un registro de producción diario.	Programación de MySQL	Se utiliza el RPi y su función de MYSQL para llevar toda la métrica del proceso.
Construir el dispositivo diseñado para generar la automatización del proceso de pintado de llantas de Quirós y Cía.	Diseño de un prototipo	Diseño físico y electrónico del dispositivo a implementar

Objetivo específico	Variable	Descripción
Evaluar las mejoras obtenidas mediante la automatización del proceso de pintado de llantas.	Estadística de Quirós y compañía	Se realizará la evaluación de producción de la compañía ahora con la implementación de la máquina.
Analizar el costo beneficio de la propuesta.	Comparación de gastos vs ahorros.	Se realizará una comparación entre el costo total de la máquina y el ahorro que genera estando ya implementada.

Fuente: Elaborado por el autor.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Niño, 2011):

...el diseño se puede interpretar de una de las dos maneras: en un sentido amplio, y en un sentido específico. En el sentido amplio, diseño equivale a la concepción de un plan que cubra todo el proceso de investigación, en sus diversas etapas y actividades comprendidas, desde que se delimita el tema y se formula el problema hasta cuando se determinan las técnicas, instrumentos y criterios de análisis (p.53).

Y según Trochim (2005), el diseño de la investigación:

...es el pegamento que mantiene el proyecto de investigación cohesionado. Un diseño es utilizado para estructurar la investigación, para mostrar cómo todas las partes principales del proyecto de investigación funcionan en conjunto con el objetivo de responder a las preguntas centrales de la investigación (p.13).

En otras palabras, el diseño de la investigación es donde se cubren todas las etapas necesarias para el desarrollo del proyecto donde se asignan las herramientas, o técnicas con las cuales se ejecutarán dichos planteamientos.

3.5.1 Etapa 1

En esta etapa se trabajará toda la parte de investigación sobre la máquina, en la cual por medio de visitas, observaciones y encuestas se obtendrá toda la información básica para llegar a una serie de conclusiones y necesidades para la elaboración de dicha automatización.

3.5.2 Etapa 2

Esta etapa es bastante compleja debido a que es en la cual se iniciaría la parte de buscar empresas para poder realizar la elaboración de la máquina según los requerimientos obtenidos en la etapa anterior.

Se tendrá que llevar a los postulantes para la elaboración de la máquina a visitas para que puedan tomar medidas y ver el lugar en el cual tendrán que trabajar además de la elaboración de una cotización sobre el costo del proyecto.

En la parte final de esta etapa se habrá seleccionado a la empresa que realizará la elaboración de la máquina.

3.5.3 Etapa 3

En esta sección del proyecto se realizará la implementación de la parte de control ya antes diseñada por el estudiante con la maquina elaborada por la empresa seleccionada en la etapa 2 del proyecto y es donde se buscará tener la perfecta simetría entre la parte del hardware y software.

En la tabla 4 Diseño de la investigación se describen todos los elementos que conforman dicha investigación y las técnicas y las herramientas con las que se planean ejecutar dichos planteamientos.

3.5.4 Etapa 4

Anticipando el hecho de que la máquina al ser tan robusta conlleve un alto tiempo de elaboración, por parte de la compañía seleccionada en la etapa 2, además de una gran probabilidad de un alto costo económico.

Se decide implementar una maqueta para presentar ante la Gerencia de Quirós y Cía. y demostrar el fenómeno del concepto de la máquina para persuadirlos de que la inversión es necesaria.

Tabla 5. Diseño de la investigación

Pregunta de la investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Variables	Método de Investigación	Técnicas y Herramientas
¿Cuál será la mejor forma de desarrollar un equipo electrónico que permita la automatización para el proceso de pintado de llantas que mejore el rendimiento y aliviane las cargas de trabajo al personal responsable para de esta forma evitar en su mayoría los daños ambientales y colaterales a la salud de los	Desarrollar un dispositivo electrónico que permita la automatización para el proceso de pintado de llantas en el área de producción de Quirós y Cía. Durante el segundo semestre del 2019.	Analizar el proceso actual que se desarrolla en la empresa para el pintado de las llantas.	Visitas guiadas	Método Deductivo	Observación
		Determinar cómo afecta la productividad de la compañía el proceso manual en cuanto a tiempo de operarios y aprovechamiento de insumos.	Estadística de Quirós y compañía.	Método Deductivo	Observación
		Elaborar una propuesta de diseño de un sistema automatizado, tomando en cuenta para su elaboración: requerimientos de operarios y de encargados de área.	Elaboración de encuesta y reuniones con encargados.	Método Analítico	Aplicado
		Diseñar un programa que sea simple para el uso de los operarios, además de que lleve un registro de producción diario.	Programación de MySQL	Método Aplicado	Tecnológico

Pregunta de la investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Variables	Método de Investigación	Técnicas y Herramientas
empleados en Quirós y Cía. durante el segundo semestre del 2019?		Construir el dispositivo diseñado para generar la automatización del proceso de pintado de llantas de Quirós y Cía.	Diseño de un prototipo	Método Aplicado	Tecnológico
		Evaluar las mejoras obtenidas mediante la automatización del proceso de pintado de llantas.	Estadística de Quirós y compañía	Método Aplicado	Sintético
		Analizar el costo beneficio de la propuesta.	Comparación de gastos vs ahorros.	Método Aplicado	Sintético

Fuente: Elaborado por el autor.

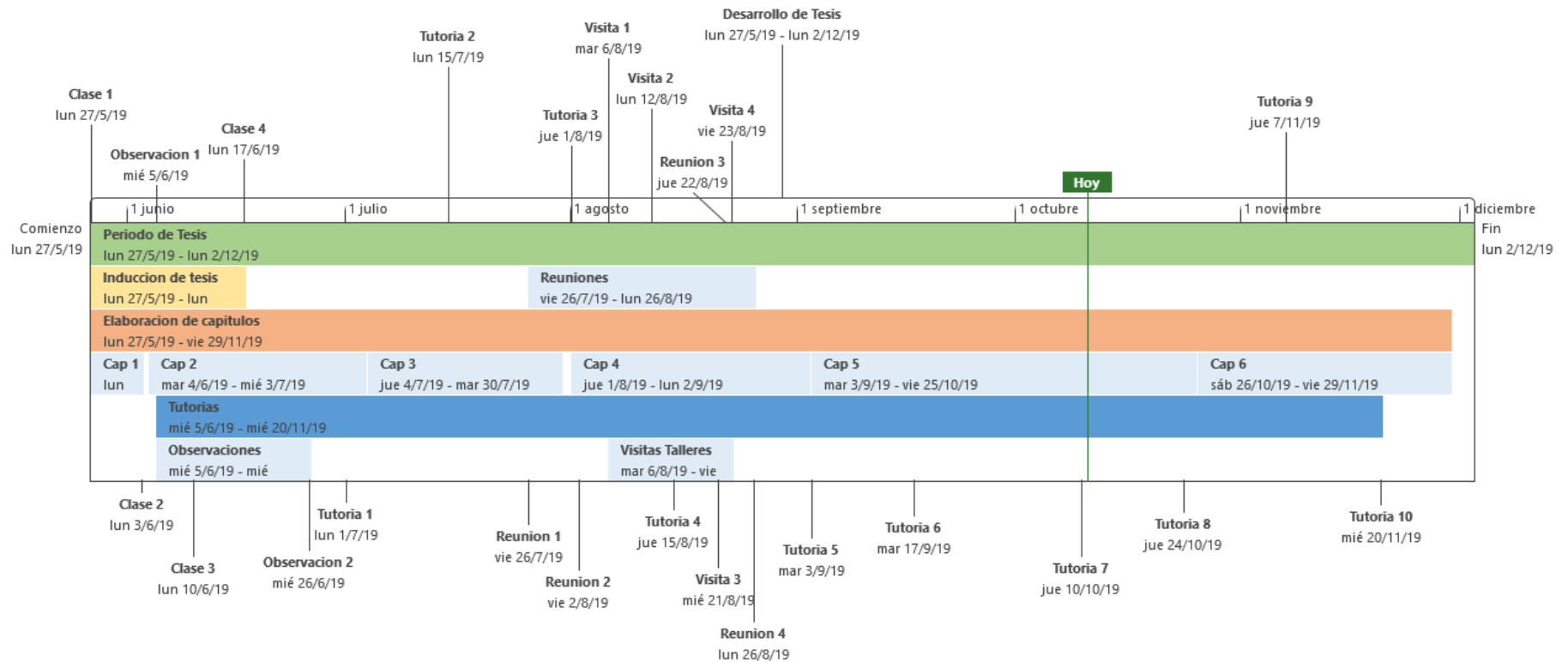


Figura 20 Diagrama de tiempo de elaboración del proyecto

Fuente: Elaborado por el autor.

Como se muestra en la figura 20 es un detalle sobre la línea del tiempo en el que se establecen las principales etapas y desarrollos del proyecto, así como las secciones más significativas y su ubicación en el tiempo durante la elaboración del proyecto.

CAPÍTULO IV:
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa Quirós & Compañía cuenta con un proceso el cual es manual y consiste en pintar la llanta para darle un acabado de nueva. Este proyecto es enfocado a que el operario tiene que dejar de realizar el proceso de revisión final de llantas para empezar a pintar y esto provoca una pérdida de tiempo en la parte operativa, además de eso al proceso ser manual no hay ningún tipo de medición que se lleve sobre la aplicación del producto lo cual provoca que no se tenga el conocimiento de si se le está dando el adecuado gasto a los suministros de la empresa.



Figura 21. Proceso Manual Pintado de llantas

Fuente: Quirós y Cía.

En una entrevista realizada el día 09-05-2019 al Gerente de operaciones y logística indica que una de las preocupaciones más grandes para la compañía es que el área

donde se realiza el proceso de pintado no es la adecuada ya que está expuesta al aire libre y aunque el encargado del proceso tiene la indumentaria necesaria para su debida protección no siempre se usa de la mejor forma, además del desperdicio de producto que se nota en el suelo en la Figura18.

4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

Debido a que el enfoque del proyecto está dado hacia un problema específico en una industria, se optó por utilizar dos herramientas distintas para la recolección de información sobre tal situación en estudio, una de estas es el método de la observación, en donde se realizará una inspección general del proceso actual para así poder analizarlo y conocer sus características y requerimientos; así como también se hará una entrevista al responsable de la fábrica y al personal involucrado en el proceso, los cuales con su experiencia y conocimiento permitirán conocer el problema más a fondo.

4.2.1 Observación

Según las guías de observación realizadas el 28-06-19 y el 5-07-19, como respaldo las guías se adjuntan en la sección de anexos como el anexo guía de observaciones, el proceso de pintado de llantas es muy tedioso, además de no tener un área adecuada para su desarrollo, desperdicio de producto.

Se calculó el tiempo que dura cada operario en pintar una llanta, lo que dio como resultado que cada llanta dura entre 12 a 30 segundos, este tiempo es muy variable

debido a que se tiene que tomar en cuenta el cansancio, la experticia y habilidad que tenga cada operario que realiza esta labor.

También se logró observar que después del proceso de pintado se tarda alrededor de 120 segundos en que la llanta se seque por completo para que pueda llegar el personal de bodega a llevarse las llantas y poder almacenarlas.

Además, en las reuniones se discutieron varios puntos y requisitos para el diseño de la máquina que se va a implementar:

- La necesidad de un sistema, o máquina que ayude a contrarrestar los tiempos de pintado y recortar el mal uso de los recursos.
- La máquina deberá adaptarse a los 10 tipos de llantas que se manejan.
- Como la máquina la utilizará la mayor parte del tiempo un operario, el cual no tiene conocimiento en programación o educación superior, es muy importante que sea fácil de usar y de manipular.
- Un punto muy importante para el Gerente de Operaciones y logística Sergio Bolaños es la generación de un Excel en el cual se puedan llevar estadísticas de producción y efectividad.
- También se solicitó la creación de un manual, detallando las instrucciones de uso de la máquina.
- La máquina debe cumplir con los aspectos de seguridad de la empresa. Para esto se pide que cuente con un botón de seguridad, que corta toda la corriente de la máquina, indicadores visuales como LED 's para indicar si la máquina se encuentra encendida, o apagada.

Se adjunta minuta de reuniones realizadas con los encargados del proceso en la sección de anexos en el anexo minuta de reuniones.

Debido a que la empresa no cuenta con un departamento que se encargue del desarrollo de la máquina el encargado de obtener un proveedor externo sería el estudiante por medio de visitas a la empresa y cumpliendo los requerimientos para la elaboración de dicha máquina, como se demuestra en el anexo minuta de reuniones.

4.2.2 Entrevista

Se efectuaron entrevistas con el Gerente de operaciones y con el operario que se encarga de dicho proceso además de la Gerente General. Como respaldo, las entrevistas se adjuntan en la sección de anexos como el anexo encuestas. De dicha entrevista se extrae información muy relevante y a partir de ella se decide la necesidad más clara de la empresa.

Debido a que de la mayoría de las preguntas se logra obtener las métricas sobre las cuales se va a trabajar, además, de algunos puntos de necesidad de la máquina para un mejor funcionamiento del proceso final de pintado de llantas.

Si se toma en cuenta que la compañía tiene un promedio de producción de 140 llantas por día, como resultado el operario tarda 70 minutos en completar la producción de un día de pintado de llantas.

También se toma en cuenta que la compañía gasta un estañón de pintura a la semana.

4.3 VALIDACIÓN DE DATOS

Se realizaron mediciones de cuánto tiempo tarda un operario en pintar una llanta en su totalidad, las medidas se tomaron a los dos operarios, aunque uno solo funge como respaldo en caso de una emergencia.

En cuanto al gasto de la pintura se sabe que es un estañón por semana y que la producción semanal es de 700 llantas.

Tabla 6 Tiempos de operarios por llanta pintada el 28/06/2019.

Operario	Día	Hora de toma de la muestra	Tiempo por llanta pintada (s)
Operario A	28/06/2019	9:00:00 AM	12.35
Operario A	28/06/2019	9:00:00 AM	13.52
Operario A	28/06/2019	9:00:00 AM	13
Operario B	28/06/2019	9:00:00 AM	23.02
Operario B	28/06/2019	9:00:00 AM	25.4
Operario B	28/06/2019	9:00:00 AM	26.3
Promedio			18.93166667

Fuente: Elaborado por el autor.

Al comparar los tiempos de los dos operarios se nota una diferencia de casi el doble entre el operario A y el operario B, esto sucede debido a que el operario B solo realiza esta labor en caso de emergencia. Como muestra la tabla tienen un promedio de 18.93 segundos por llanta.

Tabla 7 Tiempos de operarios por llanta pintada el 05-07-2019.

Operario	Día	Hora de toma de la muestra	Tiempo por llanta pintada (s)
Operario A	05/07/2019	3:00:00 PM	15.2
Operario A	05/07/2019	3:00:00 PM	14.52
Operario A	05/07/2019	3:00:00 PM	16.1
Operario B	05/07/2019	3:00:00 PM	28.3
Operario B	05/07/2019	3:00:00 PM	29.52
Operario B	05/07/2019	3:00:00 PM	31.05
Promedio			22.44833333

Fuente: Elaborado por el autor.

Este día se realizaron las mediciones en horas de la tarde, para ver si el cansancio afectaba los tiempos de trabajo. Se comprueba que sí hay un incremento en tiempo por parte de los operarios en el momento de efectuar su trabajo. Como muestra la tabla tienen un promedio de 22.44 segundos por llanta.

En cuanto a la sección de la elaboración de la máquina según lo comentado por parte de la empresa Quirós y Cía., el valor total de la máquina contando sección de control y sección de construcción debe andar en un máximo de \$6000.

El presupuesto elaborado para la parte de control llega casi a los \$1000 como se muestra en la tabla 8, dejando para la sección de construcción un aproximado de \$5000.

Tabla 8 Presupuesto de Control

Presupuesto de Control			
Unidad	Cant.	Valor unitario	Total
Cilindro neumático redondo	2	\$ 53	\$ 106
Cilindro neumático cubico	1	\$ 110	\$ 110
Electroválvulas	4	\$ 100	\$ 400
Regulador de Flujo	3	\$ 17	\$ 51
Panel de control	1	\$ 55	\$ 19
RPi	1	\$ 55	\$ 55
LOGO!8	1	\$ 148	\$ 148
Módulo de ampliación DM8	1	\$ 67	\$ 67
Sensor capacitivo	1	\$ 19	\$ 19
Sensor de campo magnético	2	\$ 3	\$ 6
Total			\$ 981

Fuente: Elaborado por el autor.

4.3.1 Análisis de resultados

Con los datos adquiridos y suministrados por el departamento de operaciones y logística se definen los factores, o problemas que conlleva este proceso manual. El principal problema es el factor humano.

- El proceso es muy repetitivo lo que ocasiona que los operarios se fatiguen y esto perjudica su rendimiento y productividad.
- Cada operario tiene capacidades distintas, lo cual hace que para uno sea más sencillo que para otro.

- La experiencia en el proceso influye bastante. En ocasiones se necesita que el operario que funge de respaldo se encargue del proceso, por lo que se eleva el tiempo de pintado y gasto de pintura.
- Como los operarios son seres humanos están anuentes a distraerse, o conversar con algún compañero, lo que provoca desconcentración durante el proceso
- Si un operario se enferma su rendimiento no será igual, además, puede llegar al punto donde sea necesario incapacitarlo y tener que ser sustituido por el compañero que es más lento.
- Dependiendo de la perspectiva del operario, así va la aplicación de la pintura lo cual provoca que haya una cantidad distinta de gasto de pintura entre operarios.

Todos estos son factores que poco a poco suman segundos al proceso, lo que ocasiona un atraso importante en el proceso además de un desperdicio de producto y esto incurre en un gasto innecesario para la empresa.

Con la automatización y elaboración de la máquina se estima poder bajar los tiempos totales ya que se tarda 20 segundos por pintado y 90 en secado para un total de 110 segundos por llanta, además de dar más homogeneidad al proceso y poder evitar que el encargado de inspección final deje sus labores para pintar las llantas.

El día 19-09-19 el taller MMB hace llegar la propuesta de trabajo con el costo de la elaboración de la máquina y quedando a la espera de la respuesta de la empresa.

4.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Luego de realizar las entrevistas y analizar los demás datos recolectados como presupuestos, se pudo reiterar y asegurar la necesidad que hay de crear un sistema para suplir estas carencias. Debido a la necesidad de la empresa de implementar la automatización se plantea la siguiente propuesta que se divide en 3 secciones:

Construcción de la máquina: esta parte se va a subcontratar al taller MMB los cuales se encargarán de elaborar una máquina con las siguientes características a solicitud de las indicaciones y diseño del estudiante:

- Sus dimensiones serán 1.40cm de largo, 80cm de ancho, 1.50 cm de alto.
- Hecha de tubo industrial HN-A36 con rodillos para el giro de la llanta con componentes y sistema electro neumático.
- Llevará 2 puertas una de entrada y otra de salida que se accionarán por el panel de control.
- Tendrá un expulsado automático para que la llanta salga de forma independiente.
- Se conectará el extractor de la máquina a la línea de extracción de la planta.
- Todo quedará preparado para unirle la sección de control.

La propuesta y solicitud de cómo quedaría la máquina se adjuntan en la sección de anexos en el anexo Bosquejo máquina pintado de llantas y en el anexo botador, motor y rodamientos. En esos anexos se muestra las dimensiones de la máquina y cómo funcionaría la parte del botador de la llanta.

Construcción de Control: esta etapa debe adaptarse a la máquina descrita en la sección anterior. Por lo tanto, para esta parte se debe esperar la aprobación de la

empresa para realizar la construcción y ya teniendo la sección de construcción elaborada poder adaptar la sección de control. El diagrama quedaría como se ve en la figura 22.

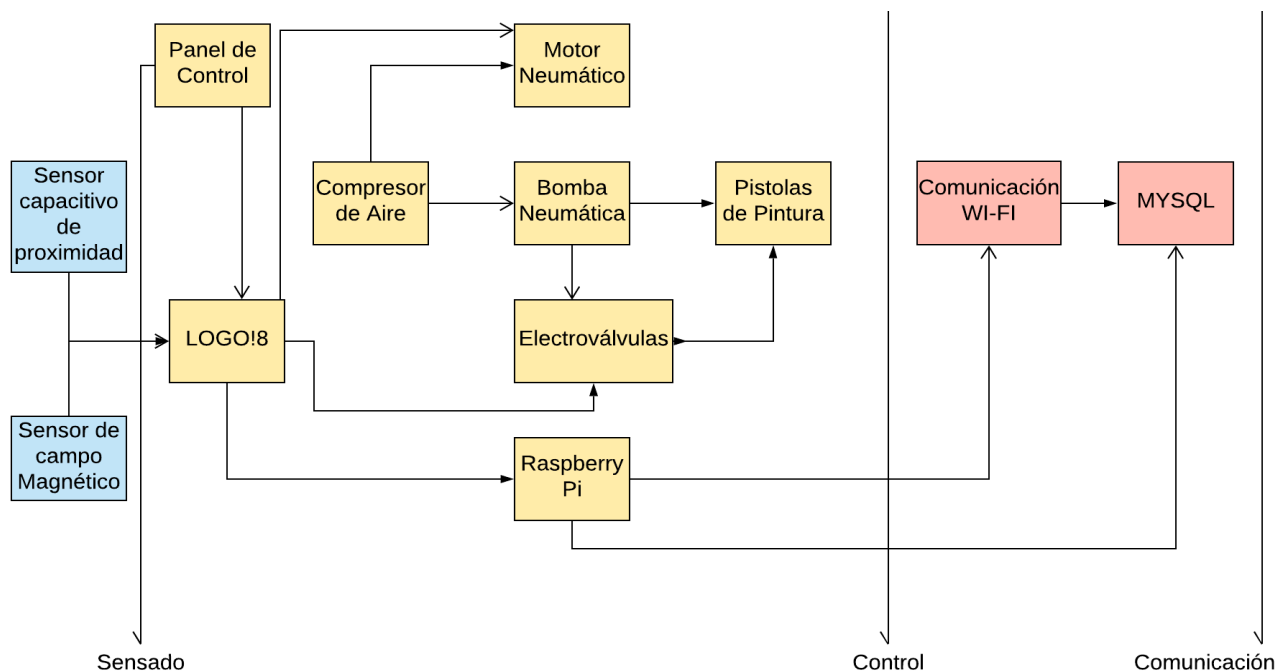


Figura 22. Diagrama de prototipo propuesto

Fuente: Elaborado por el autor.

En el diagrama anterior se logra observar las diferentes etapas que conlleva la máquina que se va a elaborar para automatizar el proceso.

1. **Etapas de Sensado:** En esta etapa se utiliza un sensor capacitivo de proximidad el cual detectará si en la máquina hay, o no hay una llanta además de un sensor magnético que indicará cuando las puertas estén cerradas para así poder dar inicio al proceso de pintado.
2. **Etapas de Control:** Este segmento del diagrama es más que nada controlado por un LOGO el cual recibe órdenes de un panel de control y las interpreta

para así poder activar electroválvulas, que a su vez controlan el paso del aire comprimido para poder activar un motor neumático de paletas, el cual realizará el giro de la llanta, mientras tanto otra electroválvula permite el paso para que llegue a una bomba de pistón neumático donde se encuentra la pintura y de ahí se sale hacia las pistolas. Las electroválvulas también controlarán 3 pistones, dos que se encargarán de abrir las puertas y uno que expulsará la llanta de forma automática.

- 3. Etapa de Comunicación:** En este tramo del proyecto se aprovecha la comunicación WI-FI y la aplicación MySQL que suministra el RPi para poder comunicarse con el dispositivo y así poder crear una base de datos donde se vea en tiempo real la productividad que está teniendo la máquina y poder generar un Excel con los datos recolectados.

Simulación de la máquina: Debido a la limitante de tiempo se decidió elaborar una pequeña maqueta, en la que se demuestre la funcionalidad del proyecto, para de esta forma poder presentar ante los encargados de la aprobación de la máquina y dar una mejor impresión de los beneficios que ella podría llegar a implementar en la planta en cuanto a tiempos, métricas y mejoramiento del aspecto físico de la compañía. En la figura 23 se muestra el diagrama de la maqueta.

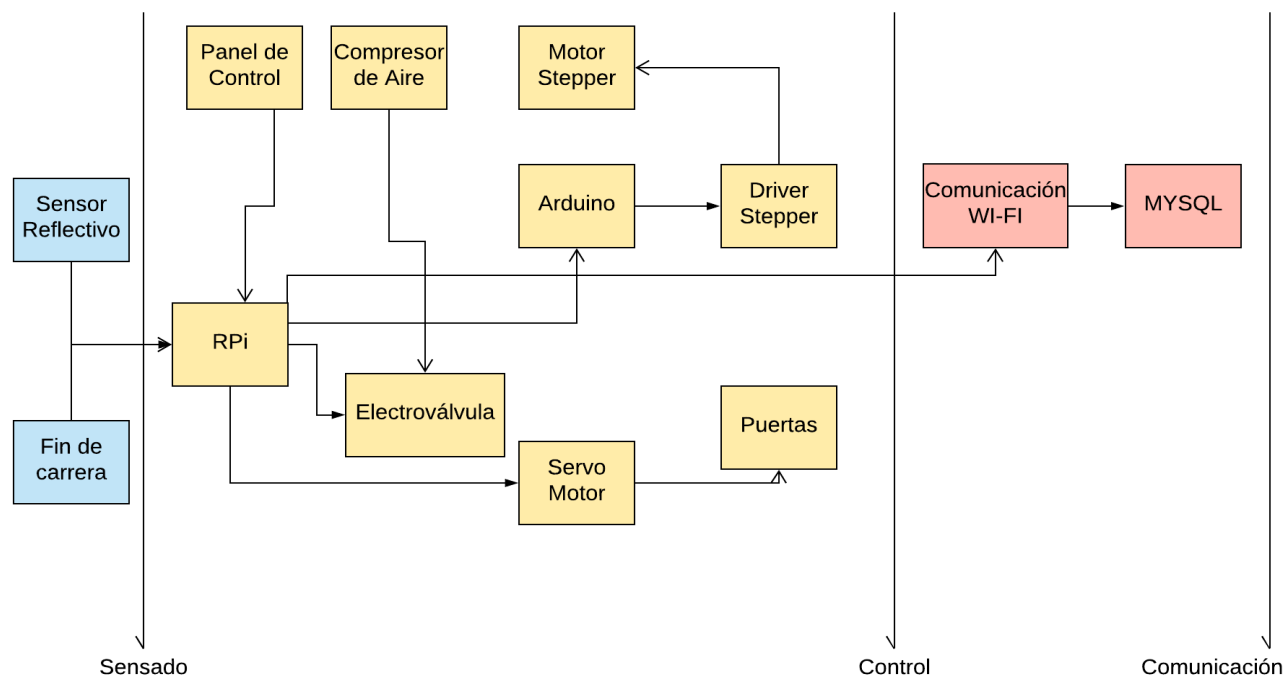


Figura 23. Diagrama de simulación de la máquina.

Fuente: Elaborado por el autor.

En el diagrama anterior se logra observar las diferentes etapas que conlleva la máquina que se va a elaborar para automatizar el proceso.

- 1. Etapa de Sensado:** En esta etapa se utiliza un sensor reflectivo, el cual detectará si en la maqueta hay, o no hay una llanta además de un fin de carrera que indicará cuando las puertas estén cerradas para así poder dar inicio al proceso de activación de la electroválvula.
- 2. Etapa de Control:** Este segmento del diagrama es más que nada controlado por un RPi el cual recibe órdenes de un panel de control y las interpreta para así poder enviar ordenes al Arduino el cual se encarga de la parte del giro del motor stepper, mientras llega la orden desde el RPi para que el servo cierre la

puerta y luego se active la electroválvula y habilite el paso del aire del compresor.

- 3. Etapa de Comunicación:** En este tramo del proyecto se aprovecha la comunicación WI-FI y la aplicación MySQL que suministra el RPi para poder comunicarse con el dispositivo y así poder crear una base de datos donde se vea en tiempo real la productividad que está teniendo la máquina y poder generar un Excel con los datos recolectados.

CAPÍTULO V:

DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 ASPECTOS DE DISEÑO.

La propuesta consiste en la automatización del proceso final de pintado de llantas en la compañía Quirós y Cía., mediante la elaboración de una máquina que permitirá una óptima realización del proceso, permitiendo que la compañía obtenga una serie de beneficios tales como la generación de métricas con las cuales no cuentan hoy, la mejora en los gastos ineficientes y pérdidas de tiempo e insumos por parte de los operarios, ya que se obtendrá un proceso más homogéneo y como el beneficio más importante garantizar la seguridad en salud ocupacional y ambiental de los empleados.

En búsqueda de obtener esta tarea, se realizan una serie de reuniones con los encargados del proceso y con la Gerente General de la compañía, para así poder obtener los requerimientos mínimos que debe de cumplir la máquina para que sea viable para la empresa.

Gracias a estas reuniones se logran obtener notas importantes donde se establece la necesidad de generar un área completamente cerrada que evite la contaminación tanto al ambiente como a los operarios de la planta, también se establece la necesidad de que la máquina pueda trabajar con una gama diferente de llantas además de que sea de un uso sencillo para así lograr que cualquier operario pueda utilizarla sin necesidad de tener un abundante conocimiento en el proceso.

Una vez delimitado el proyecto y estando de acuerdo las partes involucradas, se da inicio a la parte de investigación y elaboración del prototipo debido al gran interés de la compañía por poder mejorar dicho proceso.

5.2 Prototipo

En este apartado se detalla el proceso de diseño y construcción del prototipo del proyecto, para lo cual se analizan las características y funcionamiento de cada una de las partes del mismo, así como las razones de su selección para ser implementados. El prototipo estará constituido de dos partes:

5.2.1 Proceso de Construcción

El día 26-7-19 se realiza la primera reunión con la gente que se encargará del proyecto, donde ellos mencionaron la necesidad de automatizar el proceso de pintado de llantas, debido a que ellos trabajan con compañías que tienen una política de compras sostenibles donde realizan auditorías de las plantas de sus proveedores para cumplir con unos requerimientos mínimos para poder ser aptos. Con base en esas auditorías sale la necesidad de mejorar este proceso.

En esa reunión se mencionó que la empresa no desea invertir mucho dinero en este proyecto, por lo tanto, se da la idea de reutilizar un activo de la compañía que se encuentra en desuso para poder modificarlo y así solventar el problema de este proceso. En la figura 24 se ve la máquina de raspado para modificar.



Figura 24. Máquina de raspado

Fuente: Quirós y Cía.

Como Quirós y Cía. no cuenta con un departamento que se pueda encargar del proyecto, se llegó al acuerdo de que se tendrá que subcontratar una entidad ajena a la compañía para que realice las modificaciones necesarias donde deberá de cumplir con los requerimientos y necesidades de la empresa y el estudiante. A raíz de lo antes descrito, el estudiante será el encargado de buscar la entidad a subcontratar. Minuta de la reunión se encuentra en el anexo minuta de reuniones.

Se visitaron varios talleres como taller Chang y Ugarte, pero ellos mencionaron que debido a las fechas y lo apretado de su agenda laboral no podrían realizar el proyecto ya que estaban de lleno con unos proyectos sumamente demandantes.

El segundo taller a visitar fue taller Raúl Alfaro el cual llegó a ver las necesidades de Quirós y Cía. el día 6-8-19, el detalle de la visita se encuentra en el anexo visitas a

talleres, donde ellos mencionan que sí se pueden realizar las modificaciones del proyecto como se solicita por parte de la compañía, pero que se encuentran con el inconveniente de que están con una agenda laboral apretada por lo cual necesitaban sacar la máquina de la empresa para realizar todas las modificaciones en su taller. Con este motivo se presentaron varios problemas, ya que la compañía tendría que entrar en una serie de gastos de transporte además de que uno de los requerimientos de la empresa era no sacar la máquina de la empresa.

También se visitó el taller Jerson Metalurgia, ellos visitaron la compañía el día 12-8-19, como se muestra en el anexo visitas talleres, se menciona que las modificaciones que se solicitaron no se pueden realizar ya que la máquina no es compatible con las necesidades. Se comentó que la máquina debido a falta de espacio no podía tener el distanciamiento suficiente entre los rodillos de giro para poder darle el balance a la llanta y que no se saliera de los rodillos.

También se habló que se necesitaría hacer una máquina similar a una que la compañía tiene en el proceso de inspección final como se ve en la figura 25, ya que ella posee unos brazos que no permitirían que la llanta se perdiera en el giro.



Figura 25. Máquina de inspección final

Fuente: Quirós y Cía.

Y por último, se realizó la visita del taller MMB el día 21-8-19, como se muestra en el anexo visitas talleres, el dictamen que ellos brindaron es que las modificaciones no se podrían realizar, ya que no lograrían cumplir los requerimientos que se mencionaron en las reuniones entre la compañía y el estudiante, debido a que las modificaciones serían tantas que no sería factible.

Por lo cual, ellos lo que recomiendan es realizar una máquina desde sus inicios que pueda cumplir todas las necesidades básicas antes mencionadas, pero que ellos tendrían que hacer una segunda visita, ya que no cuentan en ese momento con el personal adecuado.

Ya que se tuvieron las bases de los talleres externos se realizó una reunión el día 22-8-19 donde se menciona toda la información brindada por los sustentantes a

elaborar la máquina y la compañía decidió darles la elaboración del proyecto a los señores del taller MMB.

Esto se da por varias razones, la primera es que fue el taller que mostró ser más profesional en cuanto a compromiso, también fueron los más dispuestos a apegarse a las necesidades y requerimientos de la compañía y por último, ya ese taller había trabajado con Quirós y Cía. por lo cual ya había una línea de crédito abierta. Detalle de lo antes mencionado en el anexo minuta de reuniones.

El día 23-8-19 volvió a visitar la planta el taller seleccionado, como se muestra en el anexo visitas talleres, ya con el personal adecuado se toman varias decisiones en cuanto a la elaboración de la máquina, por ejemplo:

- La máquina tiene que tener un área cerrada para evitar la contaminación.
- La posibilidad de usar el motor neumático que ya se tenía en la máquina que se iba a modificar para ahorrar costos.
- Se decide que la máquina va a tener entrada y salida de la llanta de forma independiente.
- Se opta que para evitar la contaminación se va a usar un extractor que a la vez que seca la llanta elimine el residuo contaminante uniéndolo a la línea de extracción que ya la compañía posee.
- Poner un pistón que saque la llanta de los rodillos de giro para ahorrar tiempo y evitar que el operario tenga que ingresar al área de pintado de la máquina.

Ya con toda la información brindada por el taller MMB se realiza una última reunión el día 26-8-19 donde se le comunica a la Gerente General todo lo comentado en la última visita del taller y se habla en la reunión de un presupuesto entre los \$3000 y \$6000. Se queda a la espera del presupuesto de la máquina. Detalle en el anexo minuta de reuniones.

El día 19-9-19 se recibió por medio de correo electrónico la propuesta de trabajo del taller Mora y Bermúdez, se adjunta propuesta en anexo propuesta de trabajo. Donde se explica los requerimientos de elaboración de la máquina y el costo que conllevaría.

Basados en esta cotización la compañía decide por el momento no avanzar con la máquina debido a que necesitan hacer un análisis exhaustivo sobre la factibilidad de la inversión. Ya que debido al período fiscal en el que se encuentra la compañía optó por no realizar este año inversiones en maquinaria superiores a los \$3000. Como se muestra en la figura 26.

RE: Propuesta para fabricación e instalación de máquina

Respondió el Jue 3/10/2019 09:22.



Sergio Bolaños S. <sergiob.solano@quirosycia.com>

Jue 3/10/2019 08:46

'Jonathan Villalobos' ✉



Buenos días

Don Jonathan a Quiros y Compañía le interesa este proyecto, de momento la empresa estará evaluando su factibilidad y retorno de la inversión. Por lo tanto de momento no vamos avanzar en este trabajo hasta que sean analizadas todas las variantes financieras. Proyecto que para este año fiscal no se realizara ninguna inversión en maquinaria que supero lo \$3000. Estaremos en contacto a mediados del próximo año para ver la viabilidad para el próximo periodo.

De antemano les agradezco todo su ayuda y dedicación brindada.

Muchas gracias

Sergio Bolaños

Gerente de Operaciones Y Logistica

Tel_ 2521-1058 Ext.242

Email: sergiob.solano@quirosycia.com



Figura 26. Respuesta de elaboración de máquina

Fuente: Elaborado por el autor.

5.2.2 Proceso de Control

Esta sección se realizó a partir de un prototipo debido a que la máquina no se podrá realizar, sin embargo, por medio de la maqueta se mostrará el funcionamiento haciendo ver que el control es igual sin importar la dimensión del prototipo.

La construcción del prototipo se realizará mediante una serie de diferentes etapas de sensado, comunicación y control, que en forma individual cuentan con características

de diseño y funcionamiento distintas; las cuales de manera conjunta componen el prototipo creado, tales etapas se presentan a continuación.

5.2.2.1 Etapa de Sensado

La etapa de Sensado se encarga de evitar accidentes y prevenir el desperdicio. A continuación, se demuestra cómo se da la prevención de estos dos factores y con qué dispositivos cuenta el prototipo.

5.2.2.1.1 Sensor óptico reflectivo CNY70

El CNY70 funciona como un detector de distancia. Para esto, requiere de una superficie que pueda reflejar la luz infrarroja. Entonces, el detector recibe esta luz en la base del foto-transistor. Si la corriente en la base es suficiente, permite el paso de corriente entre el colector y el emisor. El CNY70 funciona como un switch que se abre o cierra si existe una superficie que refleje la señal que emite el diodo IR.

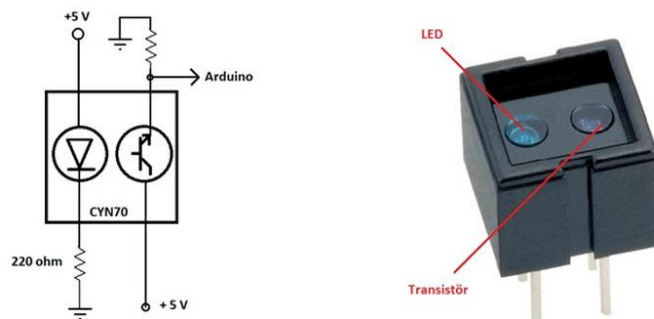


Figura 27. Sensor CNY70

Fuente: www.crcibernetica.com

La distancia máxima, la determina la corriente que le llega a la base del transistor. La distancia va desde 0mm hasta 10mm. La corriente de la base depende de la corriente que se le suministre al diodo emisor. Por ejemplo, para tener la máxima distancia de detección posible, se requiere que al led se le proporcione una corriente de 20mA.

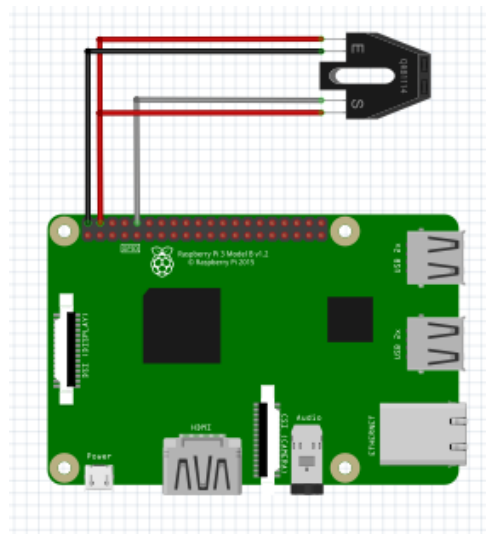


Figura 28. Conexión RPi con CNY70

Fuente: Elaborado por el autor.

Como se ve en la figura 28 este sensor requiere que tanto el emisor como el receptor se conecten a 5 voltios del RPi una de las patillas del área de emisor va a tierra mientras la otra patilla del receptor va al GPIO 27.

Dicho GPIO se establece con una resistencia pull Down para que cuando el transistor envíe una señal llegue un True al RPi e indique que si hay llanta, eso permitirá cambiar los ciclos de trabajo de los servomotores que se encargarán de abrir y cerrar las puertas, como se demuestra en la figura 29.

```
#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

#Nombramientos de GPIO's
import RPi.GPIO as GPIO
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setwarnings(False)
sllanta=27
servopuertae=GPIO.PWM(6,50)
servopuertae.start(7.5)
servopuertas=GPIO.PWM(13,50)
servopuertas.start(7.5)

#Comportamientos de GPIO's
GPIO.setup(sllanta, GPIO.IN,pull_up_down = GPIO.PUD_DOWN)

#Libreria del GPIO's
#Numeración dada por el fabricante para funciones específicas

# Sensor para saber si hay o no llanta
#GPIO 6 en modo PWM y se envia 50 pulsos por segundo
#Se envia un pulso del 7.5% para centrar el servo
#GPIO 13 en modo PWM y se envia 50 pulsos por segundo
#Se envia un pulso del 7.5% para centrar el servo

#Establesco el GPIO como entrada y lo pongo en funcion pull down

while True:
    estadosllanta=GPIO.input(sllanta)
    if estadosllanta==True:
        servopuertae.ChangeDutyCycle(4.5)
        servopuertas.ChangeDutyCycle(4.5)
except KeyboardInterrupt:
    servopuertae.stop()
    servopuertas.stop()
    servobota.stop()
    GPIO.cleanup()
GPIO.cleanup()
```

Figura 29. Código sensor CNY70

Fuente: Elaborado por el autor.

Tanto la maqueta como la máquina será gobernada por el diagrama de flujo que se muestra en la figura 30. En él se nota una orden de inicio que llega al sensor el cual verifica si hay llanta, si la condición es verdadera se cierran las puertas, pero si la condición es falsa retorna al inicio.

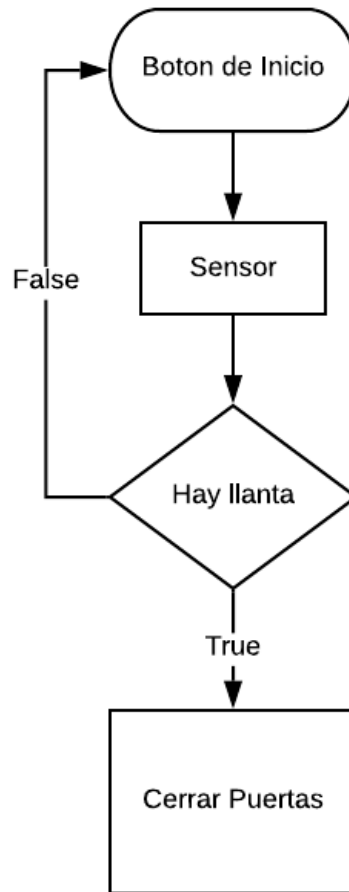


Figura 30. Diagrama de flujo sensor de llanta

Fuente: Elaborado por el autor.

Para efectos de evaluar el funcionamiento de la integración de la etapa de hardware junto con la de software se realizó un circuito de pruebas como se muestra en la figura 31.

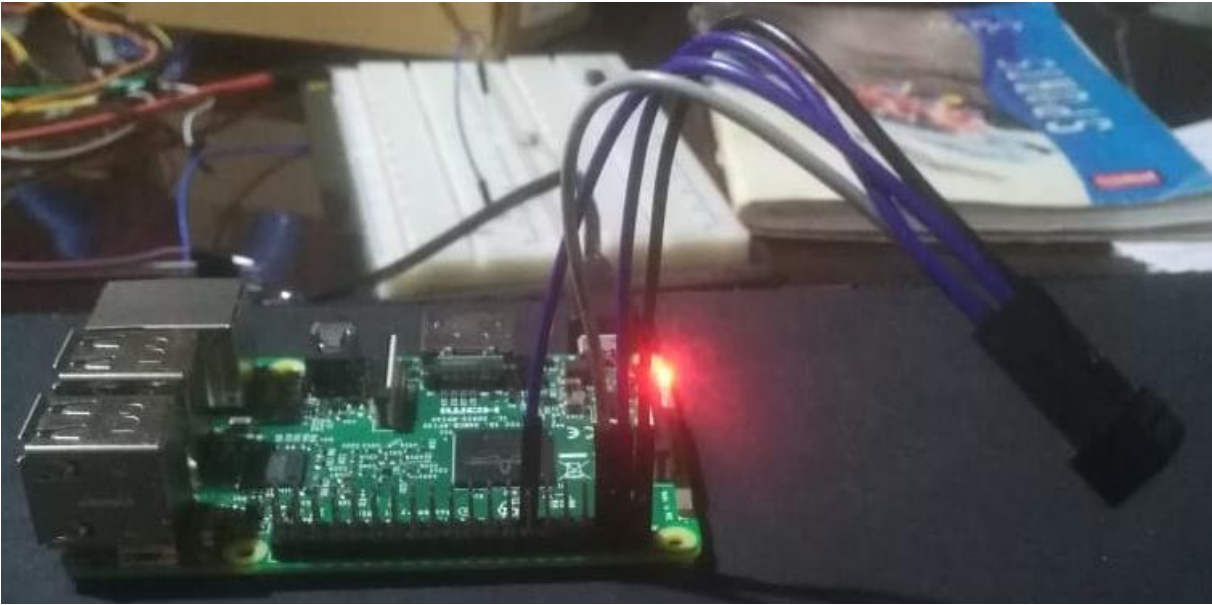


Figura 31. Circuito de prueba sensor de llanta

Fuente: Elaborado por el autor.

5.2.2.1.2 Fin de Carrera

Es un dispositivo situado al final del recorrido, o de un elemento móvil con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito como se ve en la figura 32.

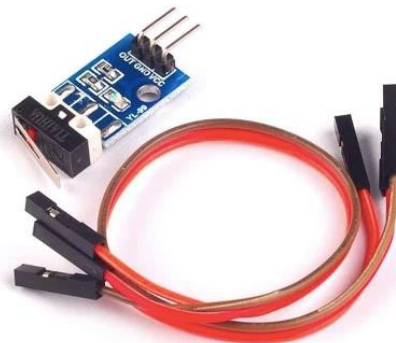


Figura 32. Fin de carrera

Fuente: www.crcibernetica.com

Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

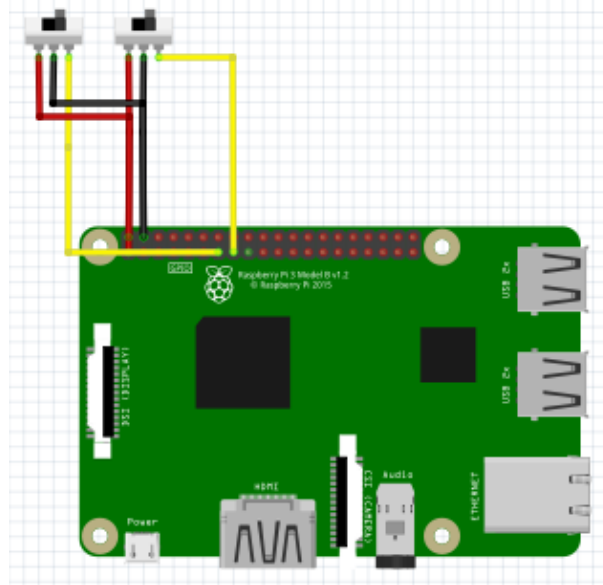


Figura 33. Conexión RPi con Fines de carrera

Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 33 se observa la conexión de los fines de carrera con el RPi, ellos trabajan con tres pines uno Vcc, Gnd y el pin de salida que es el que envía la señal cuando está pulsado y cuando no. En el código ellos van conectados a los GPIOs 22 y 10 donde se establecen en pull up, esto significa que cuando no está pulsado se encuentra enviando un True y permite el paso a la rutina de inicio de pintado y a la sección de botado de la llanta, se encargan de verificar que las puertas se encuentren cerradas, o abiertas. Esto queda codificado en Python tal y como se muestra en la figura 34.

```

#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

#tiempos de retardos
import time                                     #libreria de tiempos

#Nombramientos de GPIO's
import RPI.GPIO as GPIO                       #Libreria del GPIO's
GPIO.setmode(GPIO.BCM)                       #Numeración dada por el fabricante para funciones especificas
GPIO.setwarnings(False)                      # Sensor para saber si la puerta de la entrada esta abierta o cerrada
spuertae=22                                   # Sensor para saber si la puerta de la salida esta abierta o cerrada
spuertas=10

#Comportamientos de GPIO's
GPIO.setup(spuertae, GPIO.IN,pull_up_down = GPIO.PUD_DOWN) #Establezco el GPIO como entrada y lo pongo en funcion pull up
GPIO.setup(spuertas, GPIO.IN,pull_up_down = GPIO.PUD_DOWN) #Establezco el GPIO como entrada y lo pongo en funcion pull up

while True:
    estadospuertae=GPIO.input(spuertae)
    estadospuertas=GPIO.input(spuertas)
    if (estadospuertae==True and estadospuertas==True):
        GPIO.output(ledverde, False)
        estadospuertae=GPIO.input(spuertae)
        estadospuertas=GPIO.input(spuertas)
        if (estadospuertae==False and estadospuertas==False):
            time.sleep(2)
            servobota.ChangeDutyCycle(4.5)
            time.sleep(2)
            servobota.ChangeDutyCycle(7.5)
except KeyboardInterrupt:
    servopuertae.stop()
    servopuertas.stop()
    servobota.stop()
    GPIO.cleanup()
GPIO.cleanup()

```

Figura 34. Código Fines de carrera

Fuente: Elaborado por el autor.

Tanto la maqueta como la máquina será gobernada por el diagrama de flujo que se muestra en la figura 35. En él se demuestra que en el momento en que las puertas se cierran activan el sensor que indica la condición de la puerta y permite iniciar el proceso de pintado para luego volver a examinar el sensor y cuando indique que se encuentran abiertas activar el botador de la llanta.

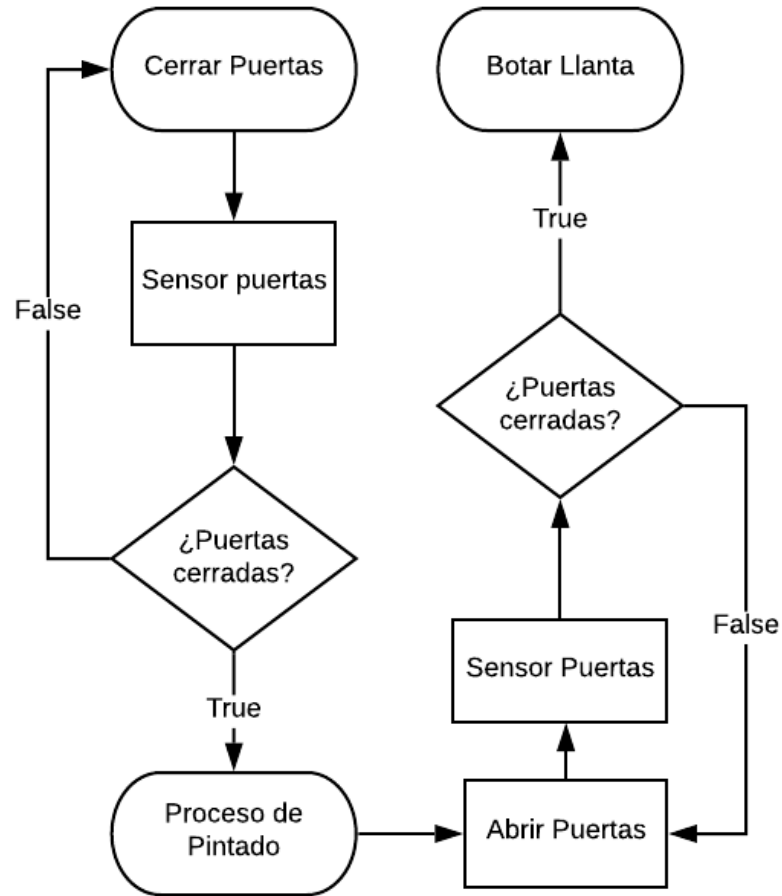


Figura 35. Diagrama de flujo fines de carrera

Fuente: Elaborado por el autor.

Para efectos de evaluar el funcionamiento de la integración de la etapa de hardware junto con la de software se realizó un circuito de pruebas como se demuestra en la figura 36.

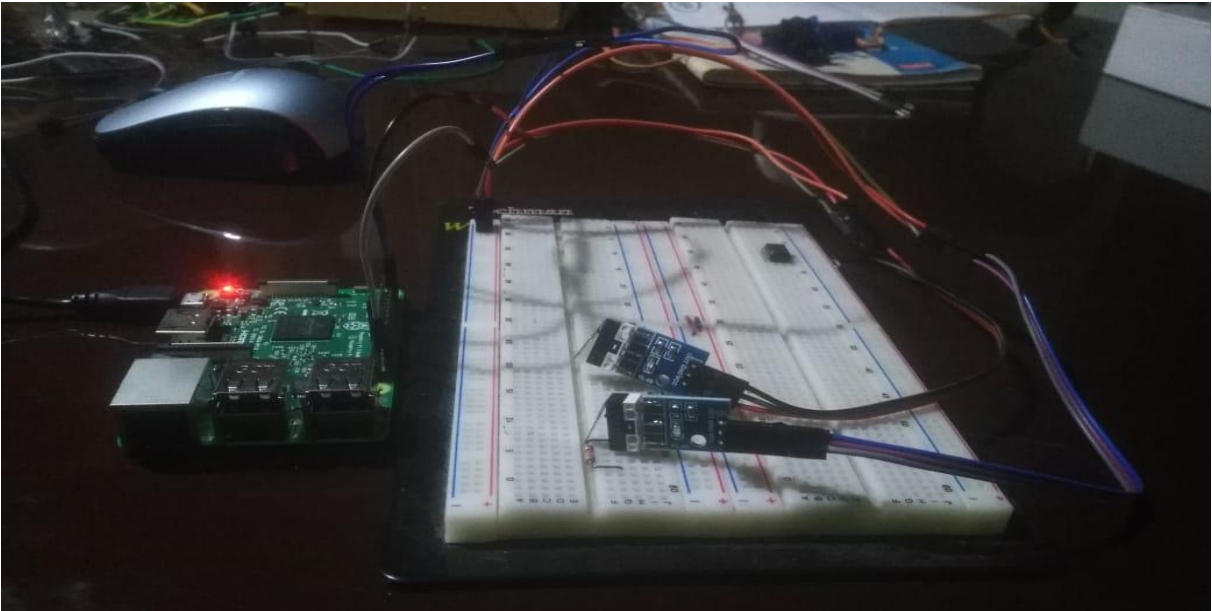


Figura 36. Circuito de prueba fines de carrera

Fuente: Elaborado por el autor.

5.2.2.2 Etapa de Comunicación

En la etapa de comunicación se configuran los elementos necesarios para el envío de información desde el micro-controlador hacia las diferentes interfaces implementadas que permiten a la compañía conocer las condiciones de producción del sistema; así como también la comunicación necesaria para la generación de estadísticas de gasto de insumos. También es la encargada de la transmisión de datos entre el dispositivo maestro “Master” RPi y el esclavo “slave” Arduino.

5.2.2.2.1 Servidor LAMP

Su funcionamiento es muy simple. Linux sirve como sistema operativo base para ejecutar el servidor web Apache. Este último no puede interpretar contenidos dinámicos, pero es aquí donde PHP entra a ejercer sus funciones de programación

del lado del servidor. El proceso funciona entonces de la siguiente manera: Apache le envía un código fuente al intérprete PHP, incluyendo la información correspondiente sobre las acciones del visitante de la web, y permite el acceso a la base de datos MySQL. El resultado es devuelto a Apache y este se muestra finalmente en el navegador web del visitante.

Se usó el servidor LAMP debido a que es dinámico y es de fácil acceso por medio del RPi, para poder instalarlo se deben seguir los siguientes procedimientos.

- Asignar una IP estática al RPi.
- Instalar Apache mediante la terminal de programación del RPi, ejecutando el comando `sudo apt-get install apache2`, para instalar Apache.
- Se comprueba la correcta instalación de Apache navegando con la dirección `http://localhost` desde el propio RPi.
- Por medio de la terminal de programación del RPi, se instala el lenguaje de programación para crear contenido dinámico, PHP, con el comando `sudo apt-get install php5` y la instalación de paquetes relacionados con el comando `sudo apt-get install libapache2-mod-php5 libapache2-mod-perl2 php5 php5-cli php5-common php5-curl php5-dev php5-gd php5-ldap php5-mhash php5-mysql php5-odbc`. Reiniciar el RPi.
- Comprobar que el PHP funciona, mediante la creación de un fichero con el comando `sudo nano /var/www/html/info.php` y se escribe en el fichero `<?php phpinfo(): ?>` y se salva el archivo.
- Verificar que PHP funciona correctamente con la dirección `localhost/info.php` en un navegador web del RPi

- Instalar el gestor de base de datos, ejecutando `sudo apt-get install mysql-server mysql-client php5-mysql`, reiniciar el RPi y ejecutar `sudo service mysql start`.
- Verificar funcionamiento de MySQL mediante ejecutar en la terminal `mysql -u root -p` y escribiendo la contraseña que se definió durante la instalación de MySQL en el paso anterior.
- Ir a un navegador web de una computadora que esté en la misma red que el RPi y escribir en la barra de navegación la IP definida en el paso 2 seguido de `/phpmyadmin`; donde se solicitará la comprobación de credenciales.

Ya estando instalado en el RPi el uso es muy sencillo tan solo se ingresa en la terminal y se llama la librería y se utilizan unos comandos para enviar los datos a la base de datos tales como se muestran en la figura 37.

```
#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

#tiempos de retardos
import time                                     #libreria de tiempos

#MySQL
import csv
from datetime import date, datetime
Llanta1="11R22.5"
Llanta2="12R22.5"
Llanta3="21S/75R17.5"

while True:
    with open('ordcgcsv.csv', 'a') as csvfile:      # Se abre el archivo csv
        thewriter=csv.writer(csvfile)            # Se establece que se va a enviar info a la base de datos
        thewriter.writerow([Llanta1, datetime.now().strftime("%d-%m-%Y"), datetime.now().strftime("%d-%m-%Y")]) # se envia la info que se requiere
    except KeyboardInterrupt:
        servopuertas.stop()
        servopuertas.stop()
        servobota.stop()
        GPIO.cleanup()
GPIO.cleanup()
```

Figura 37. Código de envío información al servidor

Fuente: Elaborado por el autor.

Tanto la maqueta como la máquina será gobernada por el diagrama de flujo que se muestra en la figura 38. Esta etapa se mantendrá tal y como está en el código ya que

se usará la misma base de datos. Cada vez que se ejecute un proceso de pintado el enviara la información por medio del RPi a la base de datos indicando cual fue la rutina seleccionada, la fecha y la hora para así poder manejar una métrica de gastos y producción.

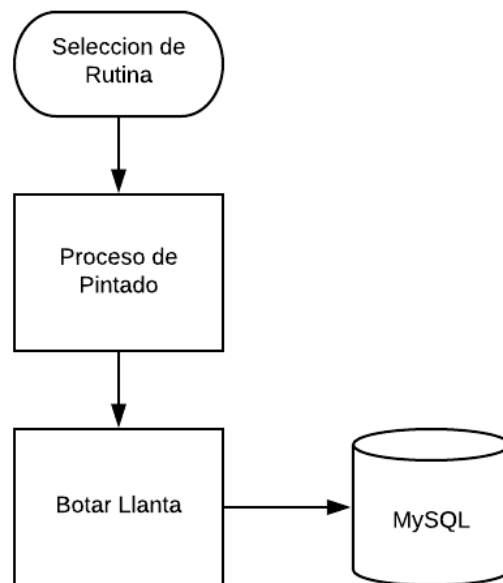


Figura 38. Diagrama de flujo de la base de datos

Fuente: Elaborado por el autor.

5.2.2.2.2 Comunicación I2C.

Para la elaboración de la maqueta se utilizan un RPi y un Arduino Leonardo ellos se comunicarán por medio de I2C. Como se muestra en la figura 39.

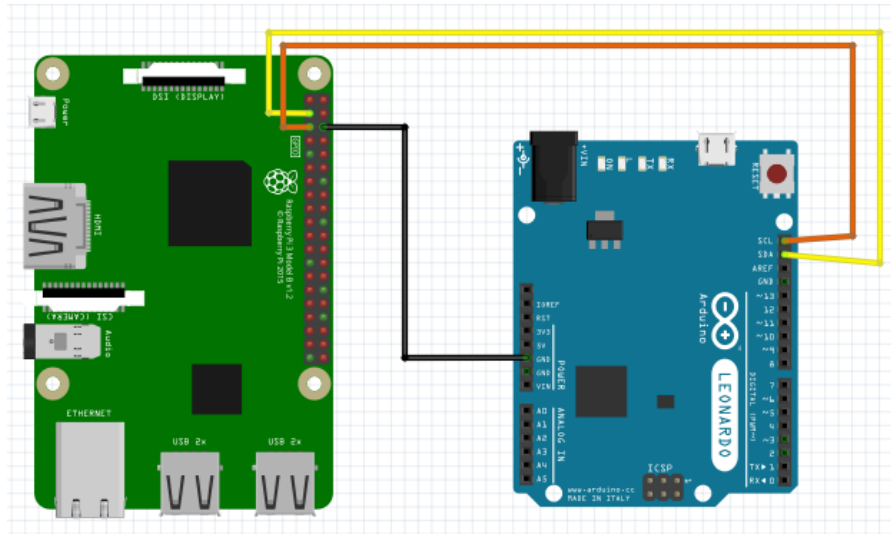


Figura 39. Conexión RPi con Arduino Leonardo por I2C

Fuente: Elaborado por el autor.

El Arduino Leonardo utiliza las señales SDA y SCL del protocolo de comunicación del I2C para recibir los valores del micro-controlador, los dos dispositivos se conectan a la misma Gnd o tierra.

Previamente al desarrollo de programación para la integración del Arduino Leonardo en conjunto con el RPi, se planteó el diagrama de flujo correspondiente mostrado en la Figura 40.

En esa figura se determinan los pasos necesarios para que el micro-controlador le pueda enviar al Arduino un dato mediante el protocolo de comunicación I2C. El cual facilita la integración de estos dispositivos al sistema mediante los correctos comandos escritos en el lenguaje de programación Python como se muestra en la figura 41 del RPi y también se definen las variables y distintas configuraciones a utilizar.

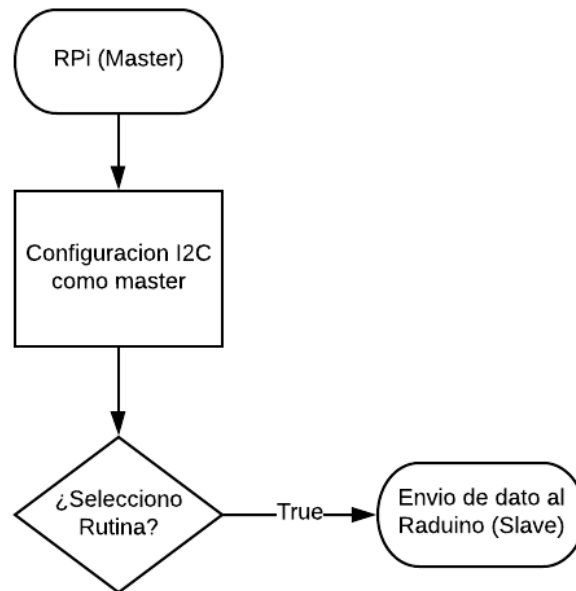


Figura 40. Diagrama de flujo Comunicación Maestro – Esclavo

Fuente: Elaborado por el autor.

```

#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

#tiempos de retardos
import time                                     #libreria de tiempos

#i2c
import smbus                                    #Libreria i2c
bus=smbus.SMBus(1)                             #Defino dirección del Esclavo
Arduino 0x04

while True:
    bus.write_byte(Arduino, ord('1'))
    time.sleep(3)
except KeyboardInterrupt:
    servopuertas.stop()
    servobota.stop()
    GPIO.cleanup()
GPIO.cleanup()
  
```

Figura 41. Código comunicación I2C RPi.

Fuente: Elaborado por el autor.

```
#include <Wire.h>
int Arduino= 0x04;
int ch;      //Dato que se recibe desde el RPi

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //iniciar puerto serie
  Wire.begin(Arduino); //Direccion Esclava
  Wire.onReceive(processMessage);
}
void loop(){
}
void processMessage (int n)
{
  ch = Wire.read();
  Serial.print(ch);
}
```

Figura 42. Código comunicación I2C Arduino.

Fuente: Elaborado por el autor.

Para efectos de evaluar el funcionamiento de la integración de la etapa de hardware junto con la de software se realizó un circuito de pruebas como se muestra en la figura 43.

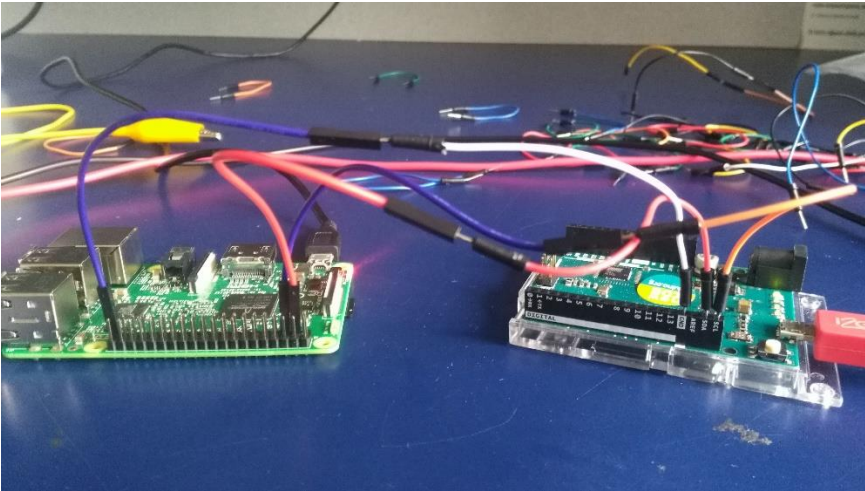


Figura 43. Circuito pruebas I2C Arduino - RPi

Fuente: Elaborado por el autor.

5.2.2.3 Etapa de control.

La finalidad del desarrollo de una etapa de control es sustituir al operario en el campo de actuación física directa y para ello se implementan distintos métodos y elementos de control que permiten tener un mejor manejo sobre el proceso.

Esta etapa es el complemento de las otras dos etapas expuestas anteriormente, ya que son estos nuevos elementos de control los que ejecutan las acciones solicitadas por el operario para poder dar inicio y tener un mejor proceso en el acabado de las llantas y un procedimiento más homogenizado. Esta sección de control se subdividirá en 3 etapas.

5.2.2.3.1 Control giro del Motor.

La parte de control de giro contará con el Arduino Leonardo, el driver TB6560, un led amarillo y un motor stepper.

El Arduino (Slave) se encargará de recibir una orden de ejecución desde el RPi, por medio de I2C, donde se indica que tipo de llanta es la que se va a pintar y con base en eso se establecen variables de tiempo debido a su tamaño, esto para poder mantener la llanta girando lo suficiente para que sea cubierta en su totalidad el área de pintado y que gire un tiempo más para que se seque la llanta. La conexión se demuestra en la figura 44.

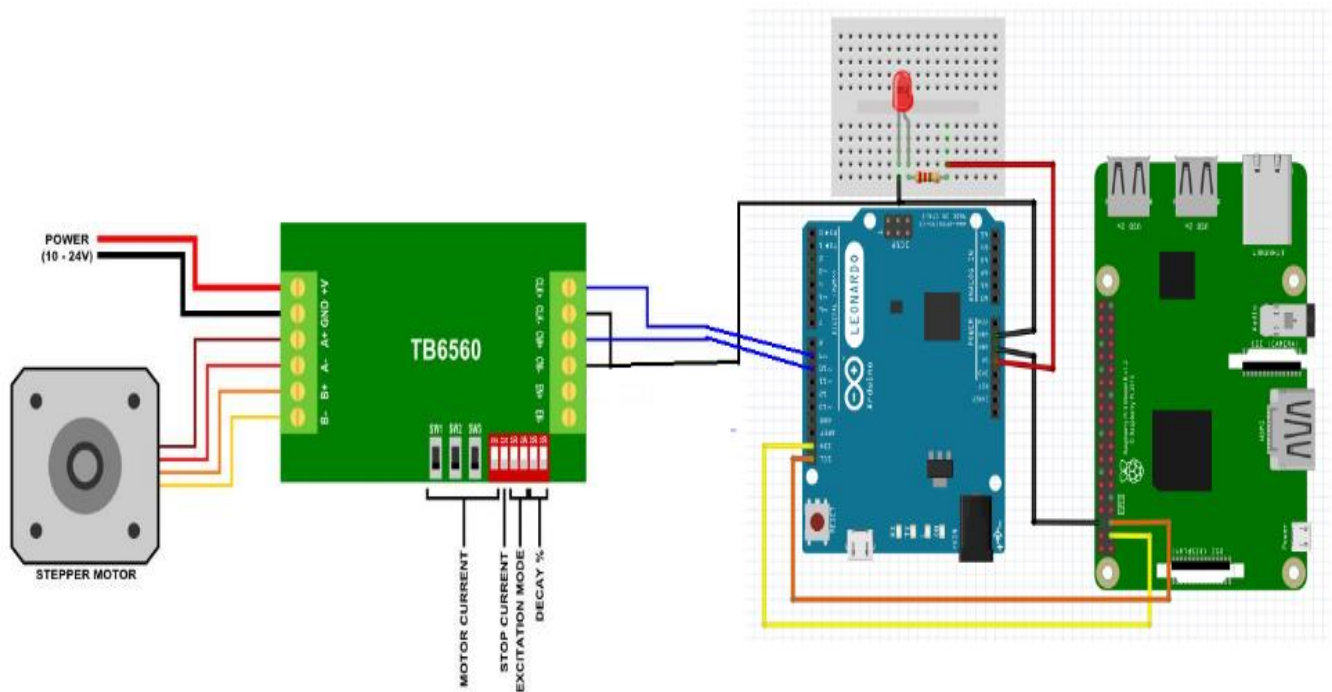


Figura 44. Conexión para etapa de giro del motor

Fuente: Elaborado por el autor.

Mientras el stepper este girando se mantendrá un led amarillo encendido para que el operario observe que etapa está en funcionamiento. Todo lo que es giro es comandado por el Arduino (Slave), el RPi solo enviará la orden de función como se muestra en la figura 45.



```

void stepper1()
{
    // Variando Pot cambiamos la velocidad de Giro del motor.
    digitalWrite(8, HIGH);
    Tiempo = map(Pot, 0, 1023, 150, 2000); // de 150 milisegundos a 2 segundos
    digitalWrite(9, HIGH);
    delayMicroseconds(Tiempo); // delay define la Velocidad o tiempo entre pasos
    digitalWrite(9, LOW);
    delayMicroseconds(Tiempo); // delay de X milisegundos }
    digitalWrite(8,LOW);
}

void stepper2()
{
    // Variando Pot cambiamos la velocidad de Giro del motor.
    digitalWrite(8, HIGH);
    Tiempo = map(Pot, 0, 1023, 150, 2000); // de 150 milisegundos a 2 segundos
    digitalWrite(9, HIGH);
    delayMicroseconds(Tiempo); // delay define la Velocidad o tiempo entre pasos
    digitalWrite(9, LOW);
    delayMicroseconds(Tiempo); // delay de X milisegundos }
    digitalWrite(8,LOW);
}

void stepper3()
{
    // Variando Pot cambiamos la velocidad de Giro del motor.
    digitalWrite(8, HIGH);
    Tiempo = map(Pot, 0, 1023, 150, 2000); // de 150 milisegundos a 2 segundos
    digitalWrite(9, HIGH);
    delayMicroseconds(Tiempo); // delay define la Velocidad o tiempo entre pasos
    digitalWrite(9, LOW);
    delayMicroseconds(Tiempo); // delay de X milisegundos }
    digitalWrite(8,LOW);
}

```

Figura 45. Código giro del motor

Fuente: Elaborado por el autor.

Para la correcta programación de estos componentes, se planteó el diagrama de flujo mostrado en la Figura 46, en donde se facilita la integración de estos dispositivos tanto a la maqueta como a la máquina.

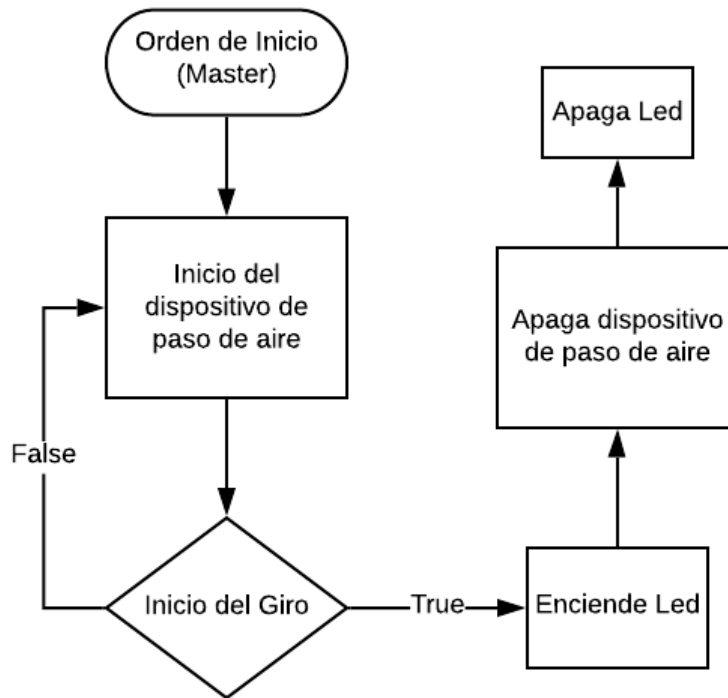


Figura 46. Diagrama de Flujo Giro del Motor

Fuente: Elaborado por el autor.

Para efectos de evaluar el funcionamiento de la integración de la etapa de hardware junto con la de software se realizó un circuito de pruebas como se demuestra en la figura 47.

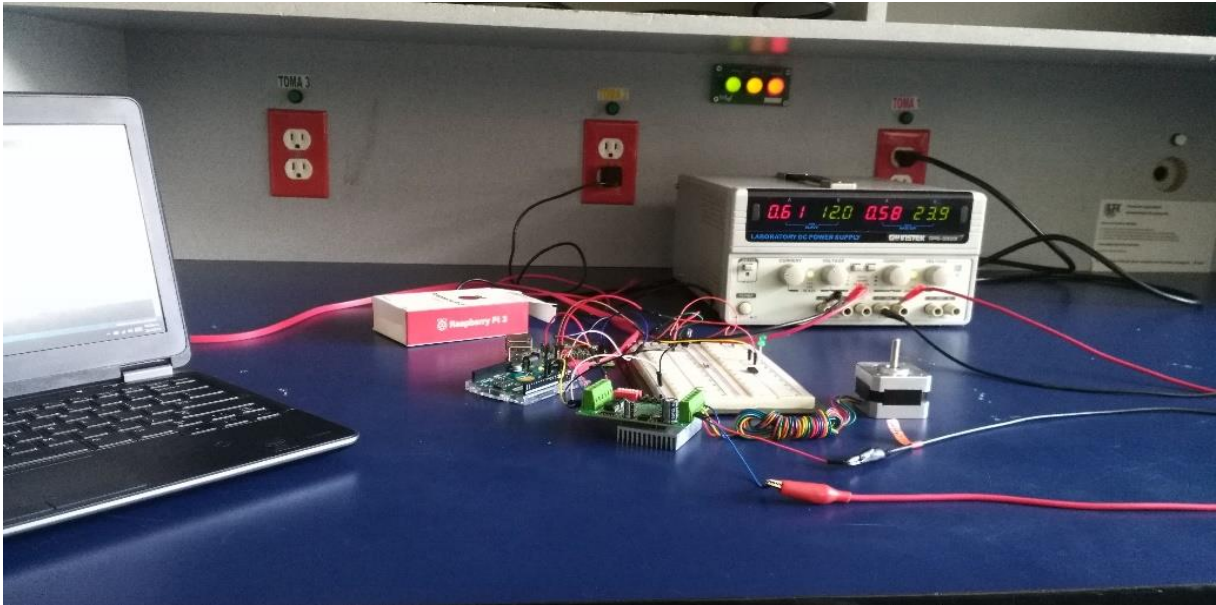


Figura 47. Circuito de prueba etapa de Giro del motor.

Fuente: Elaborado por el autor.

5.2.2.3.2 Control de Puertas.

Esta sección de la etapa de control se encargará de controlar las puertas que son las que se ocuparán de mantener el sumo de la pintura y la contaminación lejos de la gente y del edificio para así poder solventar uno de los grandes problemas que tiene la compañía. Ella contará con un par de servomotores que son los que abrirán y cerraran las puertas, además de un tercer servomotor que botará la llanta para así evitar que tengan que ingresar a sacarla manualmente.

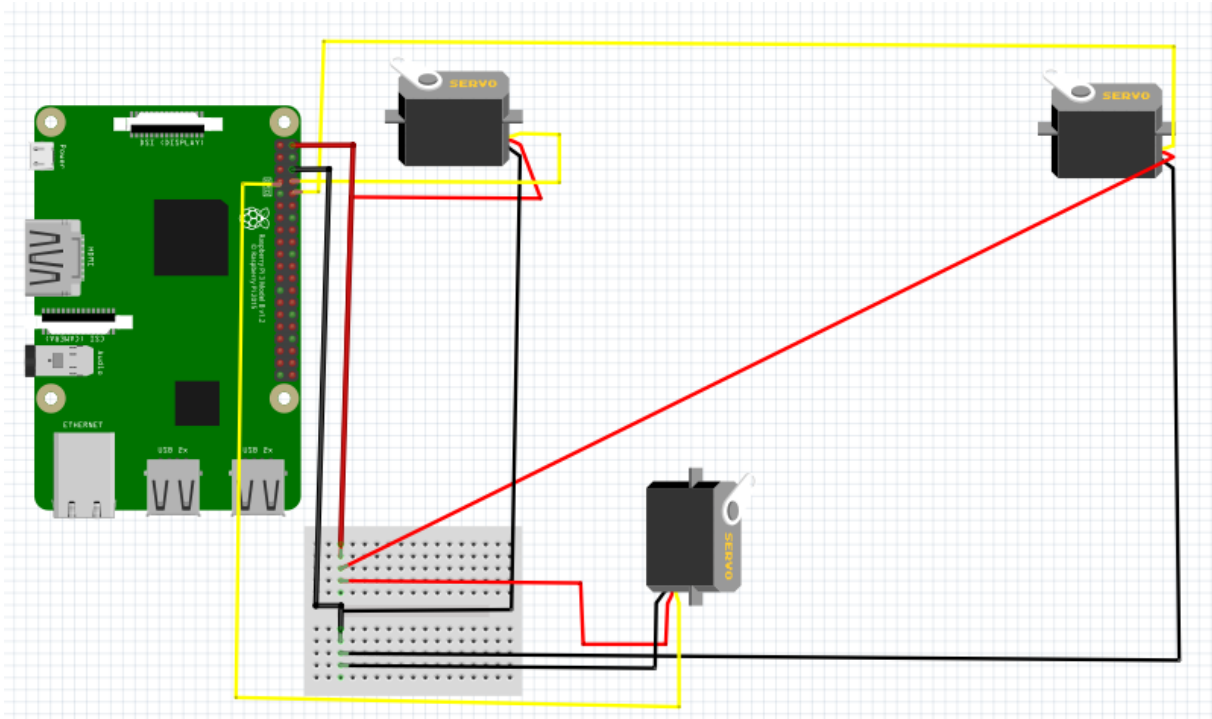


Figura 48. Conexión de RPi con servomotores

Fuente: Elaborado por el autor.

Para la correcta funcionalidad de la maqueta se establecen una serie de variables y se realiza una programación para el debido control de los servomotores por medio del RPi (Master) y Python tal y como se muestra en la figura 49.

```

#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

#tiempos de retardos
import time                                     #libreria de tiempos

#Nombramientos de GPIO's
import RPI.GPIO as GPIO                       #Libreria del GPIO's

#Comportamientos de GPIO's
GPIO.setup(6, GPIO.OUT)                       #Establesco el GPIO como salida
GPIO.setup(13, GPIO.OUT)                     #Establesco el GPIO como salida
GPIO.setup(12, GPIO.OUT)                     #Establesco el GPIO como salida
servopuertae=GPIO.PWM(6,50)                  #GPIO 6 en modo PWM y se envia 50 pulsos por segundo
servopuertae.start(7.5)                      #Se envia un pulso del 7.5% para centrar el servo
servopuertas=GPIO.PWM(13,50)                 #GPIO 13 en modo PWM y se envia 50 pulsos por segundo
servopuertas.start(7.5)                     #Se envia un pulso del 7.5% para centrar el servo
servobota=GPIO.PWM(12,50)                    #GPIO 12 en modo PWM y se envia 50 pulsos por segundo
servobota.start(7.5)                         #Se envia un pulso del 7.5% para centrar el servo

While True:
    servopuertae.ChangeDutyCycle(4.5)
    servopuertas.ChangeDutyCycle(4.5)
    time.sleep(3)
    servopuertae.ChangeDutyCycle(7.5)
    servopuertas.ChangeDutyCycle(7.5)
    time.sleep(2)
    servobota.ChangeDutyCycle(4.5)
    time.sleep(2)
    servobota.ChangeDutyCycle(7.5)
except KeyboardInterrupt:
    servopuertae.stop()
    servopuertas.stop()
    servobota.stop()
    GPIO.cleanup()
GPIO.cleanup()

```

Figura 49. Código control de puertas

Fuente: Elaborado por el autor.

Para la correcta programación de estos componentes, se planteó el diagrama de flujo mostrado en la Figura 50, en donde se facilita la integración de estos dispositivos tanto a la maqueta como a la máquina.

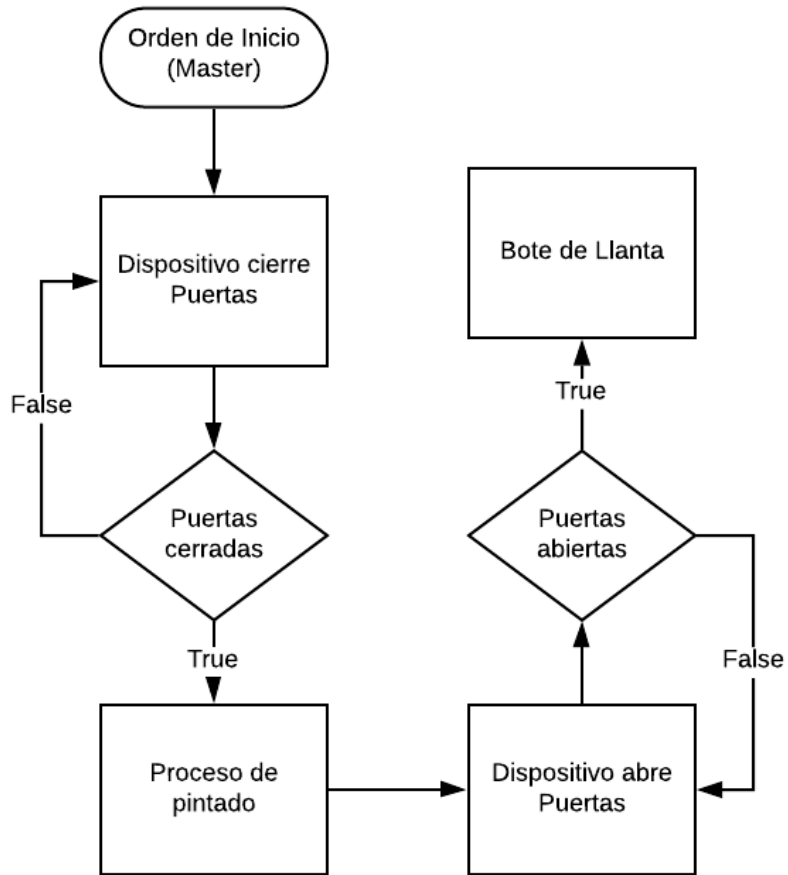


Figura 50. Diagrama de flujo cierre de puertas

Fuente: Elaborado por el autor.

Para efectos de evaluar el funcionamiento de la integración de la etapa de hardware junto con la de software se realizó un circuito de pruebas como se muestra en la figura 51.

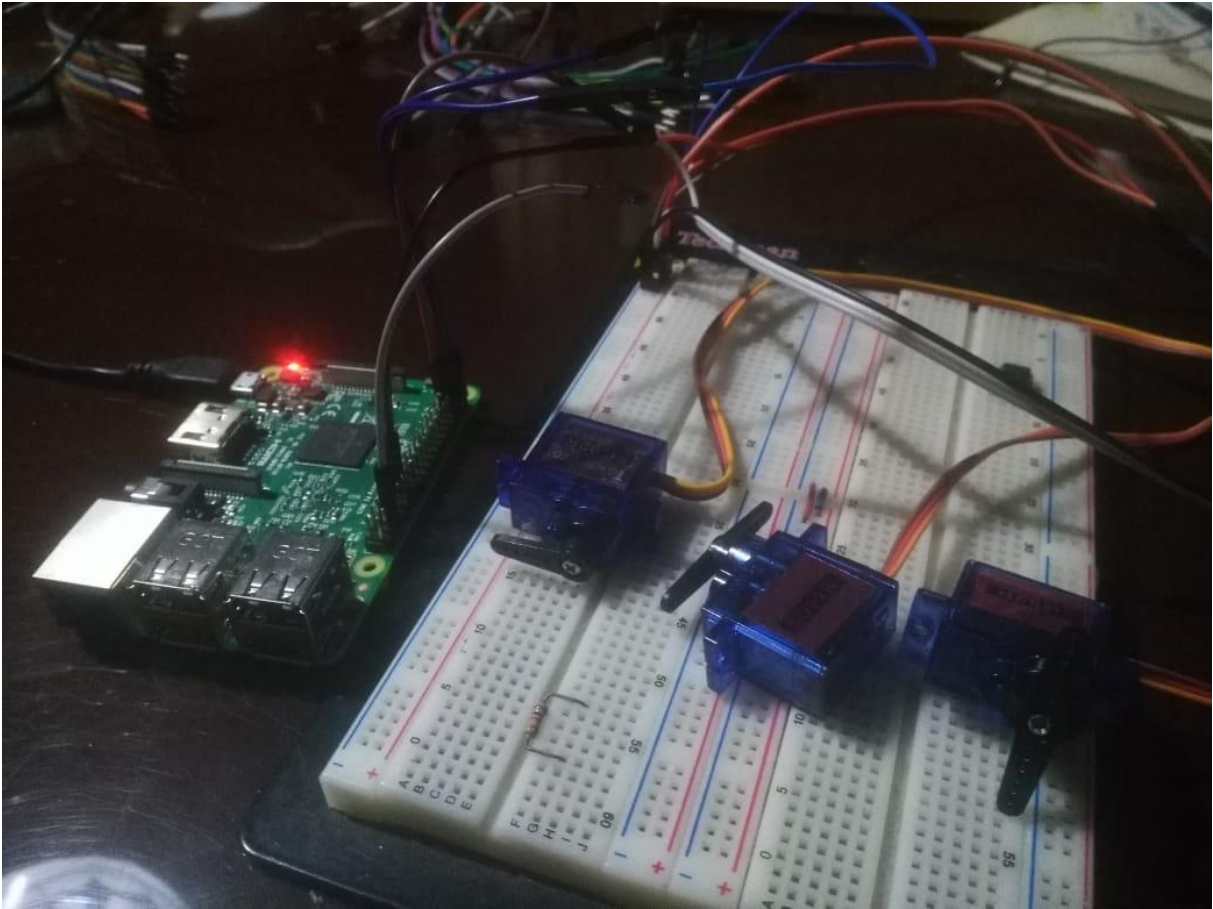


Figura 51. Circuito de prueba cierre de puertas.

Fuente: Elaborado por el autor.

5.2.2.3.3 Control de Pintado.

En la parte de control de pintado de la llanta es donde se abrirá el paso de pintura por medio de una electroválvula al recibir la orden proveniente del RPi, esto en conjunto con las otras dos secciones de control completaría el proceso para evitar el desperdicio y la contaminación, ya que el paso de la pintura por la electroválvula sería constante e igual en cada una de las activaciones del proceso. La conexión se demuestra en la figura 52.

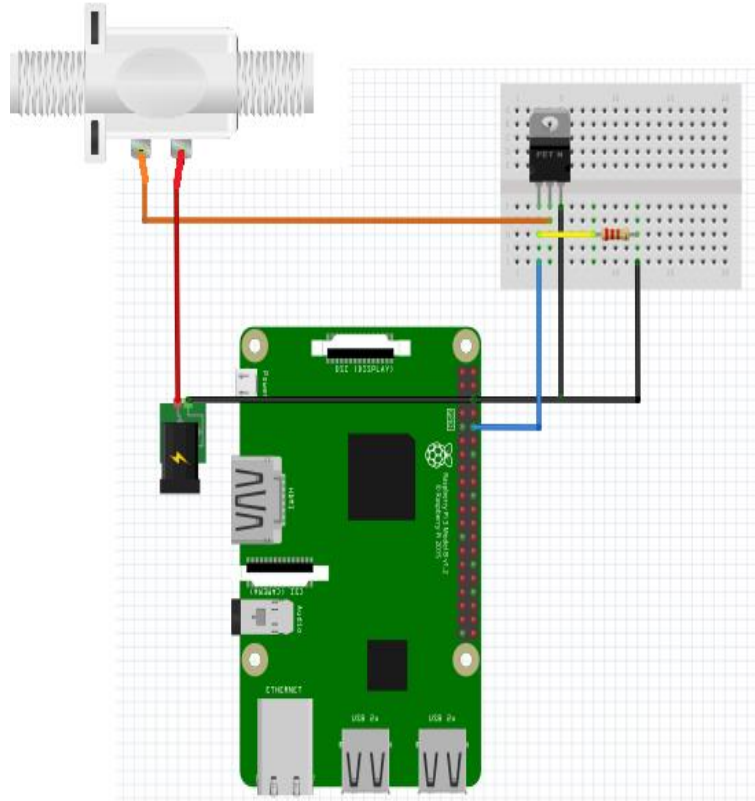


Figura 52. Conexión RPi con la electroválvula

Fuente: Elaborado por el autor.

Para poder programar de forma correcta la parte del pintado se realizó el siguiente diagrama de flujo, el cual gobernara tanto la maqueta como la máquina tal y como se demuestra en la figura 53.

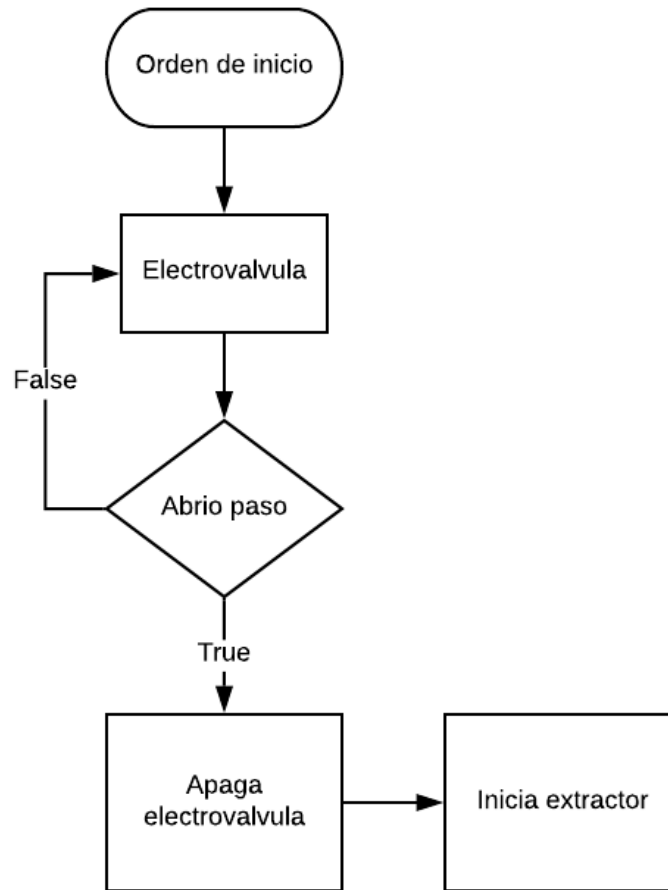


Figura 53. Diagrama de flujo control de pintado

Fuente: Elaborado por el autor.

Para la correcta funcionalidad de la maqueta se establecen una serie de variables y se realiza una programación para el debido control de los servomotores por medio del RPi (Master) y Python tal y como se muestra en la figura 54.

```

#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

#tiempos de retardos
import time                                     #libreria de tiempos

#Nombramientos de GPIO's
import RPi.GPIO as GPIO                       #Libreria del GPIO's
GPIO.setmode(GPIO.BCM)                       #Numeración dada por el fabricante para funciones específicas
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setup(valvula, GPIO.OUT)                 #Establezco el GPIO como salida

while True:
    GPIO.output(valvula, True)
    time.sleep(30)
    GPIO.output(valvula, False)
except KeyboardInterrupt:
    servopuertae.stop()
    servopuertas.stop()
    servobota.stop()
    GPIO.cleanup()
GPIO.cleanup()

```

Figura 54. Código control de pintado

Fuente: Elaborado por el autor.

Para efectos de evaluar el funcionamiento de la integración de la etapa de hardware junto con la de software se realizó un circuito de pruebas se demuestra en la imagen

55.

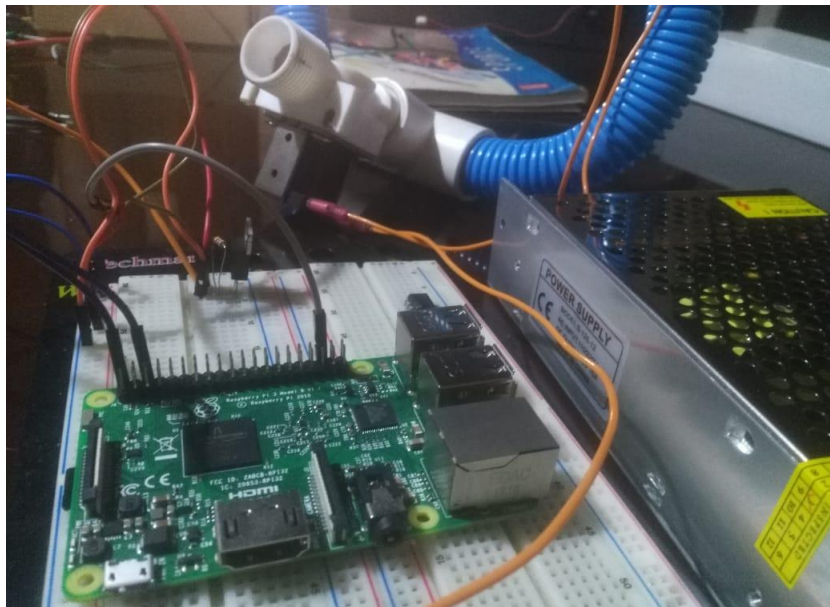


Figura 55. Circuito de prueba control de pintado.

Fuente: Elaborado por el autor.

5.3 IMPLEMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO.

Como ya se mencionó en secciones posteriores de este enunciado, la empresa Quirós y Cía. se encuentra muy interesada en solucionar su problema de contaminación y falta de automatización del proceso final de inspección de llantas. Debido a esa contaminación se habían recibido repercusiones en cuanto a sus calificaciones por parte de las regencias y auditorías que le realizan varios clientes para poder contratar sus servicios de reencauche de llantas, tal y como se muestra en la figura 1.

Debido a este problema se decide intervenir en el proceso de pintado de llantas y la administración toma la decisión de elaborar una máquina, como antes se mencionó en el capítulo 4 anexo minuta de reuniones, para así poder dar fin a esta situación de afectación al ambiente, los empleados y además poder sacar un beneficio en cuanto a la generación de métricas y buscar el mejoramiento del proceso.

El proyecto tuvo varios problemas entre los cuales se destacan

- La empresa no contaba con un departamento que se encargara de modificar, o elaborar una máquina.
- Quirós y Cía. deseaban reutilizar una máquina que tenían en desuso.
- Debido al período en el que la máquina se realiza se necesitaba que no tuviera un valor muy elevado debido a que el presupuesto ya estaba elaborado y no se había contemplado este gasto.

- Ya que no se contaba con un departamento para confeccionar la máquina se tuvo que buscar una empresa externa para poder elaborar la sección estructural del proyecto.
- Se debieron buscar varios proveedores de este servicio de confección y buscar cual era el que mejor se adaptara a los requerimientos y necesidades de la empresa.

Todas estas circunstancias se mencionan en capítulos anteriores y en el anexo minuta de reuniones de este proyecto.

Ya habiendo retomado estos puntos y presentándolo ante la administración de Quirós y Cía. tal y como se demuestra en el anexo minuta de reuniones, ellos mencionan que el proyecto les es de mucho interés, pero que en este momento prefieren optar por no realizarlo aún por las siguientes circunstancias.

- El costo de elaboración superó el presupuesto que ellos habían considerado para el proyecto.
- Debido al alto costo de la máquina la compañía tendrá que realizar un exhaustivo análisis de factibilidad y retorno para poder realizar el proyecto.
- Por razones internas de la compañía y circunstancias ajenas al proyecto deciden no realizar en este período fiscal inversiones mayores a los \$3000.

En razón de poder mostrar cómo sería el funcionamiento y dejar más claros los beneficios que se obtendrían con la elaboración de la máquina, se presenta una maqueta ya antes mencionada en enunciados del proyecto. Como se muestra toda la conexión en la figura 56.

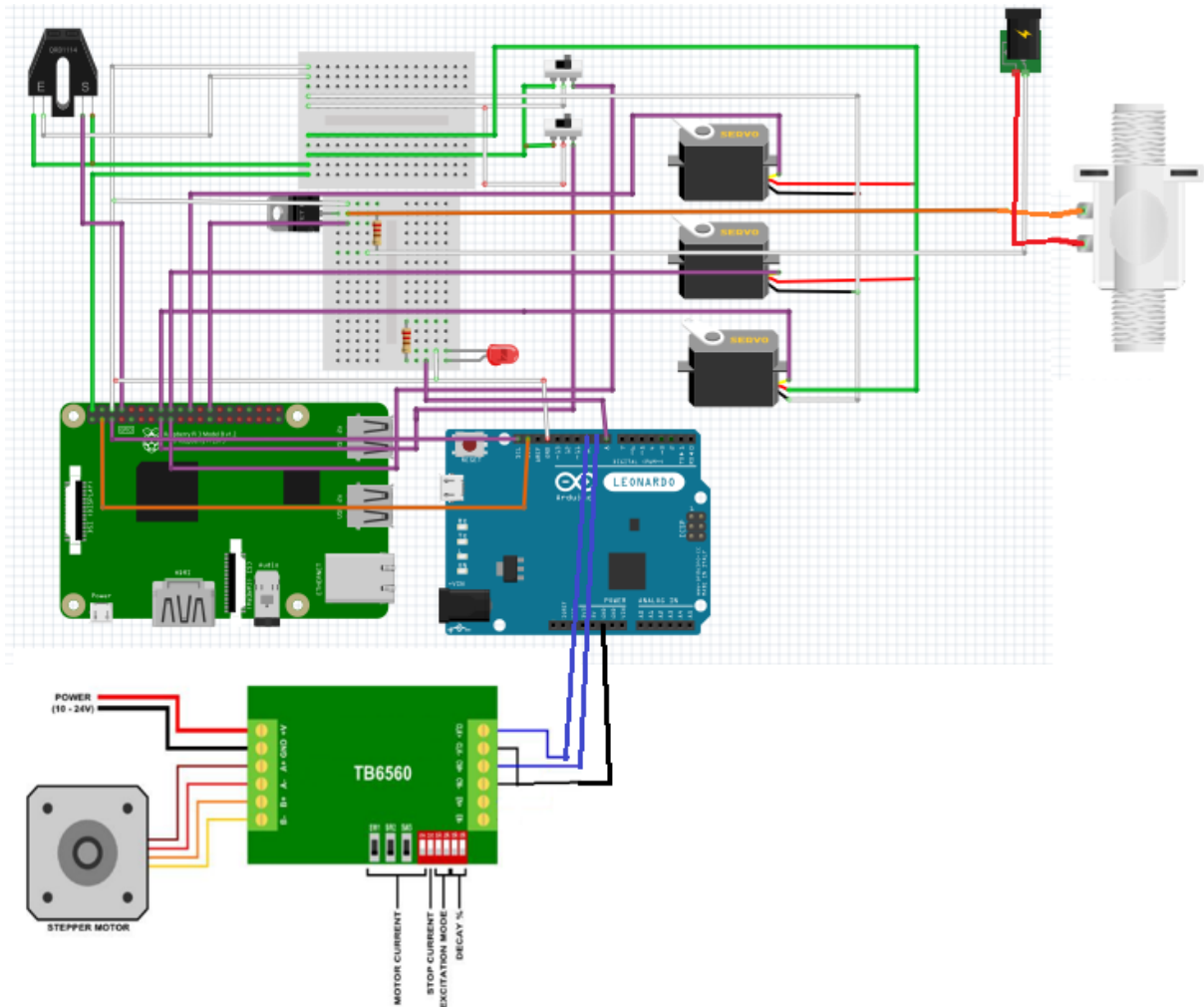


Figura 56. Conexión Total de la maqueta

Fuente: Elaborado por el autor.

Ya estando montada toda la maqueta se muestra en la figura 57 cómo se ve la conexión eléctrica real del proyecto.

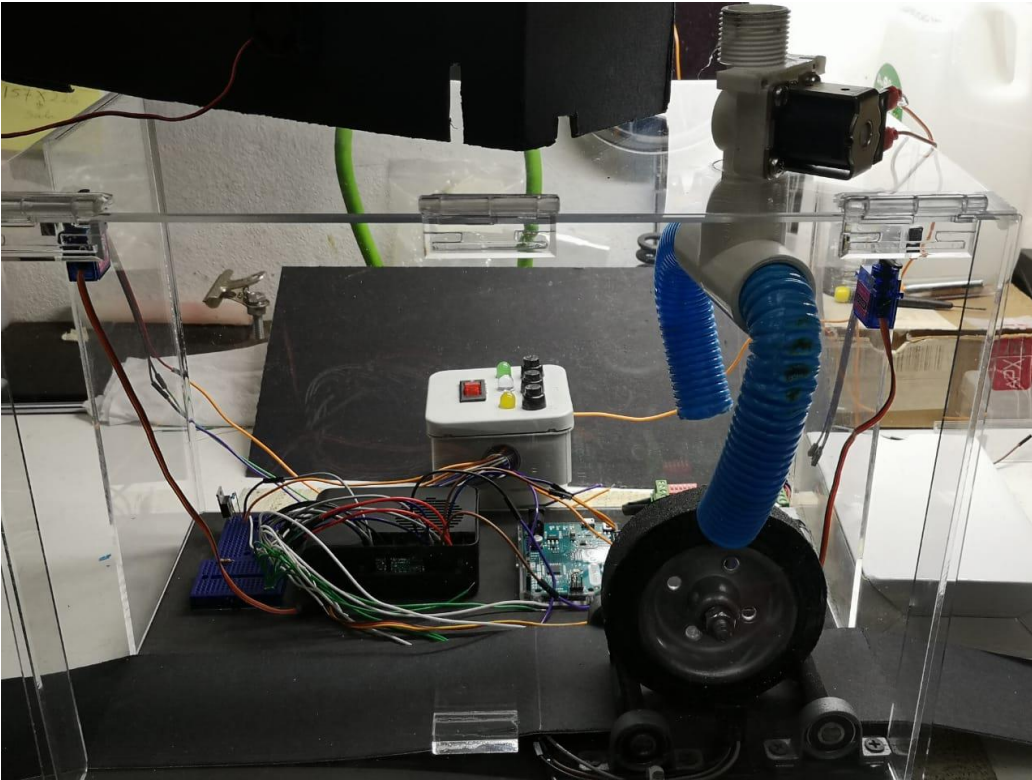


Figura 57. Conexión eléctrica maqueta final.

Fuente: Elaborado por el autor.

Y para finalizar se muestra la figura 59 de cómo quedará montada la maqueta para la demostración de funcionalidad del proyecto llamado DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO QUE PERMITA LA AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PINTADO DE LLANTAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE QUIRÓS Y CÍA. DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DEL 2019.

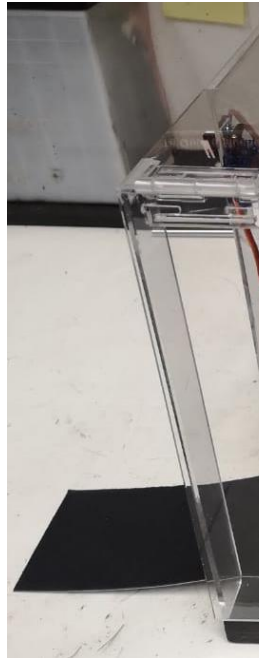


Figura 58. Elaboración final maqueta.

Fuente: Elaborado por el autor.

5.4 ANÁLISIS DE COSTO - BENEFICIO

Debido a que la elaboración de este proyecto se divide en dos procesos uno de control y otro de confección estructural de la máquina, el cual tendría que ser dirigido por el autor de este documento, pero gestado por una compañía externa.

Para la sección de control se elaboró un presupuesto donde el costo de materiales era de \$981 como se muestra en la tabla 8 en el capítulo 4. En la cotización de materiales tal y como se muestra en la tabla 9, se incluye el costo de la confección estructural la cual se adjunta como el anexo propuesta de trabajo.

Tabla 9. Análisis de costos de materiales utilizados.

Presupuesto de Control			
Unidad	cantidad	Valor unitario	Total
Cilindro neumático redondo	2	\$ 53	\$ 106
Cilindro neumático cubico	1	\$ 110	\$ 110
Electroválvulas	4	\$ 100	\$ 400
Regulador de Flujo	3	\$ 17	\$ 51
Panel de control	1	\$ 55	\$ 19
RPI	1	\$ 55	\$ 55
LOGO!8	1	\$ 148	\$ 148
Módulo de ampliación DM8	1	\$ 67	\$ 67
Sensor capacitivo	1	\$ 19	\$ 19
Sensor de campo magnético	2	\$ 3	\$ 6
Confección Estructural	1	\$ 21605	\$ 21605
Total			\$ 22586

Fuente: Elaborado por el autor.

En la tabla anterior se puede observarse el desglose de la inversión económica a realizar para la compra de cada uno de los elementos necesarios para construir el dispositivo de control; la mayoría de estos componentes pueden encontrarse con facilidad en el mercado nacional.

De igual manera se deben contemplar los gastos correspondientes de diseño y construcción del dispositivo, para los cuales al realizar el cálculo de estos montos se toma como referencia el costo hora, honorarios y salario mínimo establecidos por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica en su última actualización.

La construcción del dispositivo de calibración se iniciaría con una etapa de diseño, la cual contempla la estructura general del dispositivo de control, medición y comunicación, así como la determinación de las diferentes partes y componentes requeridos para su fabricación.

Además, se contempla cada configuración y/o programación para cada una de las etapas ya mencionadas anteriormente, que corresponden a las instrucciones escritas en diferentes lenguajes para más adelante ser cargadas en el controlador.

En la tabla 10 se muestran las diferentes actividades que se llevarían a cabo en el diseño e implementación del proyecto, así como la cantidad total de horas invertidas a cada una de estas etapas anteriormente descritas.

Tabla 10. Costos de implementación

Actividad	Costo por hora	Horas	Total
Diseño del dispositivo	\$ 4.88	29	\$ 141.52
Diseño de Software	\$ 4.88	16	\$ 78.08
Búsqueda de proveedor de la confección estructural	\$ 4.88	20	\$ 97.60
Logística en adquisición de partes	\$ 4.88	5	\$ 24.40
Supervisión de la confección estructural	\$ 4.88	8	\$ 39.04
Unión de etapa de control y etapa de construcción	\$ 4.88	8	\$ 39.04
Pruebas de campo	\$ 4.88	2	\$ 9.76
Total			\$ 429.44

Fuente: Elaborado por el autor.

Teniendo en claro los montos requeridos para la inversión de este nuevo dispositivo de pintado, tanto de la parte estructural, así como su programación, diseño e implementación, se elabora la Tabla 11, en la cual se muestra el monto total necesario para llevar a cabo todas las etapas del dispositivo pintado final de llantas.

Tabla 11. Costo total del proyecto

Descripción	Monto
Costo de materiales control	\$ 981
Costo de implementación	\$ 429.44
Costo confección estructural	\$ 21605
Ganancia dirección técnica confección estructural 7.5%	\$ 1620.38
Ganancia sobre el proyecto 30%	\$ 6904.63
Total	\$ 31540.45

Fuente: Elaborado por el autor.

El monto de la ganancia correspondiente a la elaboración del proyecto fue establecido en una relación del 30% contemplando todos aquellos costos que debe cubrir la empresa para que el proyecto se pueda lograr de la forma más eficiente. También se determina que la inversión necesaria para poder llevar a cabo dicho proyecto será de un monto aproximado de \$31540.45 en su etapa inicial.

El proceso original de pintado final de llantas, era una operación completamente manual en donde un operario es el encargado de pintar una a una las llantas para poder dar un aspecto de nueva al casco de la llanta. Este proceso es realizado con una sola pistola de pintura y girando la llanta se pinta cada cara de forma individual, este procedimiento le toma al operario alrededor de 21 segundos por llanta, pero a esta sucesión hay que sumarle 120 segundos más para que la llanta quede seca por completo tal y como se muestra en el anexo guía de observaciones. Esto significa que el proceso total de pintado y secado tarda alrededor de unos 141 segundos por llanta.

Una vez se implemente este nuevo equipo de pintado en el piso de producción, se determinó por medio cálculos de duración de etapas que el tiempo total para el pintado de llantas variaría de 141 segundos (tiempo original) a un tiempo total de 90 segundos que incluye el tiempo de pintado y secado más la documentación realizada en el control estadístico de la empresa.

Según la información proyectada, se va a poder obtener una serie de beneficios los cuales van a suplir las necesidades de la compañía descritas en el anexo minuta de reuniones.

Beneficios tales como:

- 1. Seguridad en salud ocupacional:** Debido a que la máquina estaría realizando el proceso de forma automática, los empleados ya no tendrían exposición a los vapores de la pintura, lo cual generaría un gran beneficio en cuanto a la salud de los operarios ya que ese olor impregnaba toda el área. Se evitarían incapacidades por afectaciones por los vapores de la pintura y pagos de gastos médicos.
- 2. Eliminación de contaminación ambiental:** Para la gerente general la contaminación que generaba el procedimiento era sumamente problemático ya que deterioraba el edificio manchando paredes y pisos, originando una capa de hule sobre él. Provocando un aspecto de suciedad y de descuido por parte de la compañía, con la máquina teniendo un área cerrada se evitaría por completo la contaminación del edificio.
- 3. Aplicación de producto:** Como el proceso era totalmente manual la aplicación de la pintura dependía de variantes en el operario tales como estado de ánimo, concentración, experiencia, entre otras ya con la confección de la máquina el proceso sería totalmente homogenizado ya que el proceso sería de una sola forma.
- 4. Generaciones de métricas:** Con la automatización de este proceso se generarán una serie de mediciones más exactas ya que la máquina enviará a una base de datos que rutina se seleccionó la hora y la fecha, esto ayudará al

Gerente de producción a poder tener información más al alcance de él con tan solo ingresar al servidor teniendo la información en tiempo real.

- 5. Beneficio económico:** La automatización generaría un beneficio económico en cuanto a ahorro de tiempo de operario, ya que la compañía podría dejar a esta persona sólo realizando la inspección de la llanta y podría poner a los encargados de almacenaje en bodega a realizar este proceso. También habría ahorro en la aplicación de producto ya que al ser homogéneo ya no se desperdiciaría tanto por medio del error humano. Y el beneficio económico mayor sería en cuanto a poder evitar la pérdida de clientes ya que Quirós y Cía. con el pasar del tiempo recibe regencias y auditorías en donde sus calificaciones han ido disminuyendo debido a la contaminación y afectación en cuanto a salud ocupacional que este proceso genera, tal y como se muestra en el anexo auditorías 2016 y 2018.
- 6. Beneficio en Productividad:** Para poder demostrar el mejoramiento de producción que la máquina generaría se realiza la tabla 12.

Tabla 12. Análisis beneficio en productividad

Descripción	Tiempo dedicado al proceso diario	Producción diaria de llantas	Producción mensual de llantas
Proceso Manual	329 minutos	140	2800
Proceso Automatizado	329 minutos	219	4380
Diferencia	0 minutos	79	1580

Fuente: Elaborado por el autor.

Con base en la tabla anterior se ve un mejoramiento en cuanto a la productividad que podría generarse automatizando el proceso, mejorando la productividad en un 78%.

CAPÍTULO IV:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez concluida la práctica supervisada universitaria se logró llevar a cabo el desarrollo de un dispositivo electrónico, el cual permite la automatización para el proceso de pintado de llantas en la empresa Quirós y Cía. el cual demuestra y evita todo tipo de contaminación además de mejorar la productividad del procedimiento.

Mediante la recolección de información realizada referente a las características y deficiencias del proceso de pintado de llantas, para la cual se emplearon los métodos de observación del procedimiento y una entrevista a los involucrados en el manejo del proyecto, fue posible conocer la operativa de esta y así determinar las características del procedimiento actual; a la vez que se definieron los puntos débiles del proceso; donde se demostró la importante necesidad de implementar un dispositivo que permitiera mejorar el proceso que se llevaba a cabo.

Se logra determinar la afectación productiva que contiene el proceso de pintado de llantas al ser totalmente manual mediante muestras que se toman en las observaciones realizadas diferentes días. Ya que se demuestra que dependiendo de las distracciones, o afectaciones que sufra el operario así van siendo afectados los tiempos y la calidad de la aplicación del producto.

Durante el período de elaboración del proyecto se confeccionó una propuesta de un diseño de un sistema totalmente automatizado, el cual cumplirá con todos los requisitos y requerimientos impuestos en las reuniones con los encargados del proyecto.

Superando las primeras etapas del proyecto se logró diseñar un sistema de control sumamente sencillo de usar para así poder simplificar el proceso y permitir que cualquier operario pueda dar uso al dispositivo, además de que cada vez que se seleccione una rutina de pintado se enviará la información a una base de datos que se encargará de almacenarla y tenerla actualizada en tiempo real con el fin de que se puedan obtener métricas más exactas.

Durante el proceso del proyecto se construyó un dispositivo diseñado para automatizar el proceso de pintado de llantas en Quirós y Cía. El cual permitió dar una serie de beneficios con los cuales no se contaba anteriormente por la falta de automatización.

Debido a la confección de este proyecto se obtendrán una serie de mejoras en varias áreas del proceso tales como productividad, así como los beneficios de salud y ambiente a los operarios de la planta.

También mejora el proceso en homogeneidad de aplicación en cuanto a producto y mejora los tiempos de pintado por llanta.

Como resultado del desarrollo de este nuevo equipo de pintado, se logran evidenciar los beneficios adquiridos con la posible implementación del equipo y se realizó un análisis del costo – beneficio que conlleva el desarrollo del equipo que realiza la automatización del pintado de llantas de la empresa Quirós y Cía.

Además, se determinó que, con la mejora del proceso de pintado, los niveles productivos aumentarían lo cual permitiría una mayor productividad en la planta.

6.2 Recomendaciones

El enfoque de este proyecto contempla exclusivamente el 80% de producción de la empresa Quirós y Cía. por tanto se recomienda desarrollar una o varias rutinas donde se realicen algunas modificaciones al dispositivo creado para poder extender el control a toda la producción de la compañía y así homogenizar el proceso para toda la producción de la planta.

Debido a que la máquina trabaja con pintura hecha a base de solventes y hule se recomienda realizar una serie de mantenimientos donde eviten que los sumos de la pintura que no puedan ser eliminados por el extractor caigan en los rodamientos y pistones de la máquina provocando que se dañen además de un mantenimiento constante a las pistolas de pintura.

El proceso de eliminación de contaminantes de la máquina se unirá a la línea de extracción de la planta, pero como la pintura es altamente contaminante se recomienda colocar un filtro para así evitar que la contaminación afecte a la comunidad.

Ya que la máquina cuenta con una serie de rutinas establecidas para las medidas de llantas específicas por el tiempo de giro y de pintado, se recomienda modificar el control de la máquina dejando una línea para poder ingresar las medidas de la nueva llanta para que así pueda ser modificado el tiempo de giro y pintado.

Debido a que el proceso de expulsión de la llanta será automático se le recomienda a la empresa realizar un tipo de atracadero donde pueda llegar el operario de bodega a retirar las llantas sin ningún peligro de salir golpeado.

Se recomienda a la empresa valorar la importancia de implementar este proyecto ya que les ayudará a cumplir los requerimientos necesarios para las certificaciones y los requisitos de salud ocupación los cuales deben cumplir.

Además, se le recomienda a la empresa Quirós y Cía., que estudien la necesidad de darle seguimiento a este proyecto y para ello deben establecer el presupuesto necesario para poder desarrollarlo con todos los requerimientos del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

Benjamín, K. (1996). *Sistemas de Control automático*, 7 ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S. A.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; y Batista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5 ed. México: McGraw Hill.

Romera, J. (1996). *Automatización: problemas resueltos con autómatas programables*. Ed: Paraninfo

Tokheim, R. (1995). *Fundamentos de los microprocesadores*. 2 ed. México: McGraw Hill.

Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis (2da Ed)* México DF: Prentice Hall.

Cid, A. d. (2011). *Investigación Fundamentos y metodología*. México: Pearson Educación de México, S.A.

Tamayo, M. T. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México DF: Limusa S.A.

Niño, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación Diseño y ejecución*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Gutiérrez, H. C. (1993). *Los elementos de la investigación. Cómo reconocerlos diseñarlos y construirlos*. Santa Fe de Bogotá: Editorial El Búho LTDA.

Carballar, J. A., & Falcón, J. A. C. (2010). *Wi-Fi: lo que se necesita conocer*. Madrid: RC Libros.

Tesis:

Ruedas, C. (2008). Automatización Industrial áreas de aplicación para ingeniería. Trabajo presentado al Congreso de Estudiantes de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial, realizado en el Auditorio de la Universidad Rafael Landívar el 12 de agosto de 2008.

Monge, V. (2017). Diseño e implementación de un sistema para la automatización en el proceso de ensamble de componentes en el área de Solder, compañía EMC tecnología s. a. zona franca coyol, Alajuela, en el periodo de mayo a noviembre del 2017. (Practica Supervisada) Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica.

Mora, O. (2016). Desarrollo e implementación de un sistema automatizado para la recarga de baterías en el proceso de manufactura, Hospira Costa Rica, para el último trimestre DEL 2016.

Rosales, M. (2019). Desarrollo de un equipo electrónico que permita la automatización del proceso de calibración de los mecanismos de bombas de infusión, para lograr mayor eficiencia en los procesos productivos, Heredia 2018.

Fallas, E. (2017). Banda transportadora automatizada para la clasificación de cítricos, en comercializadora de cítricos Santa Fe, primer semestre 2017

Murillo, M. (2005) Automatización del sistema de abastecimiento de alcohol para la máquina de limpieza rotativa de cristales de cuarzo utilizada en la empresa Sawtek de Costa Rica.

Brenes, R. (2009) Implementación y diseño de la automatización de climas artificiales para el proyecto plaza roble

Campos, C. (2009) Automatización de una maquina inyectora de la empresa RTC Termo formas Costa Rica

Villalobos, E. (2012) Desarrollo e implementación de prototipo de un ambiente controlado automáticamente de área menor a 2 metros cuadrados para riego y control de cultivos, en el segundo semestre del 2012, en la comunidad de bajos de sardinal, cantón de mora, San José, Costa Rica

Zúñiga, J. (2014) Desarrollo de un sistema automatizado de monitoreo remoto para los bancos de capacitores ac y dc de una unidad de potencia Ininterrumpida modelo hipulse en el primer cuatrimestre del 2014 para optar por el grado académico de bachiller en ingeniería electrónica

Internet:

Raspberry PI 3 model B (2018) Disponible en:

<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

Raspbian sistema operativo (2018) Disponible en:

<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

Electroválvula 12V Disponible en: <https://www.adafruit.com/product/997>

López, A. (2013). Guía de Raspberry Pi. Hardlimit. Disponible en:

https://hardlimit.com/guia-raspberry-pi/#__RefHeading__1720_924516217

Mecafenix. (2016). Motor paso a paso ¿qué es y cómo funciona? Disponible en:

<http://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>

Mecafenix. (2017). Sensor de proximidad Disponible en:

<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-proximidad-capacitivo/>

ANEXOS

Lista de anexos

En el CD se encuentra una carpeta llamada “Anexos” en la cual pueden ser localizados los documentos de apoyo utilizados para el desarrollo de esta investigación.

- 1) Arduino Leonardo
- 2) Auditorias_2016_y_2018
- 3) Bosquejo maquina pintado de llantas
- 4) Botador, motor y rodamientos
- 5) Carta Quirós y declaración jurada
- 6) CNY70 Sensor óptico datasheet
- 7) Encuestas
- 8) Fines de carrera
- 9) Guía de Observaciones
- 10) Hora-profesional-mayo2019 CFIA
- 11) Logo_system_manual_es-ES_es-ES
- 12) MINUTA DE REUNIONES
- 13) Propuesta de trabajo
- 14) RaspberryPi
- 15) Recepción de trabajo taller MMB
- 16) Servo Sg92R datasheet
- 17) Solenoid Valves datasheet
- 18) Stepper datasheet
- 19) Tb6560 stepping motor driver datasheet
- 20) VISITAS TALLERES

