

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



MAESTRÍA EN MECÁNICA, MENCIÓN MANUFACTURA
COHORTE 2019

TEMA:

**“TECNOLOGÍA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
TEÑIDO STONE EN MÁQUINA LAVADORA INDUSTRIAL DE JEANS.”**

Trabajo de titulación

Previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Mecánica, Mención Manufactura

Autor: Ing. Marco Vinicio Pilco Núñez

Director: Ing. Jorge Enrique López Velástegui Mg.

Ambato- Ecuador

2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación presentado, previo a la obtención del título Magíster en Mecánica, Mención Manufactura. Con el tema: “TECNOLOGÍA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE TEÑIDO STONE EN MÁQUINA LAVADORA INDUSTRIAL DE JEANS.”, elaborado por el Ing. Marco Vinicio Pilco Núñez con cedula de identidad C.I. 1803824661 Maestrante de la MAESTRÍA EN MECÁNICA, MENCIÓN MANUFACTURA COHORTE 2019 de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo de Titulación es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ing. Jorge Enrique López Velástegui Mg.

C.I. 1802630416

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “TECNOLOGÍA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE TEÑIDO STONE EN MÁQUINA LAVADORA INDUSTRIAL DE JEANS.” le corresponde exclusivamente al Ingeniero Marco Vinicio Pilco Núñez, Autor bajo la Dirección del Ing. Jorge Enrique López Velástegui, Mg., Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Marco Vinicio Pilco Núñez

C.I. 1803824661

AUTOR

Ing. Jorge Enrique López Velástegui Mg.

C.I. 1802630416

TUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Marco Vinicio Pilco Núñez

C.I. 1803824661

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

A la Unidad Académica de Titulación la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación precedido por el Ingeniero Wilson
Santiago Medina Robalino, Mg. e integrado por los señores: Ing. Oscar Iván Analuiza
Maiza Mg., Ing. Christian Byron Castro Miniguano Mg., designados por la Unidad
Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el
Trabajo de Titulación con el tema: “TECNOLOGÍA PARA LA AUTOMATIZACIÓN
DEL PROCESO DE TEÑIDO STONE EN MÁQUINA LAVADORA INDUSTRIAL
DE JEANS.”, elaborado y presentado por el Ing. Marco Vinicio Pilco Núñez, para
optar por el Grado Académico de Magister en Mecánica, Mención Manufactura; una
vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y
remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg.

Presidente del Tribunal

Ing. Oscar Iván Analuiza Maiza, Mg.

Miembro del Tribunal

Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.

Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

A mi esposa, la Psic. Ind. Gabriela Gualli Aguilar Mg, a mi bella hija Ariana Salomé Pilco, quienes son los pilares fundamentales para mi superación personal y profesional, a mi padre Luis Alfredo Pilco que me inculcó en este grandioso mundo de la mecánica desde que yo era niño y a mi madre Luz Salomé Núñez por darme la vida y apoyarme.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jorge López Mg. quien fue mi director en este proyecto de titulación, a mis profesores y compañeros quienes formaron parte de este proceso académico, a mi suegra Nancy Aguilar por el apoyo brindado a mi persona y a los trabajadores de la lavandería y tintorería Jean Apitex perteneciente a la provincia del Tungurahua, quienes me permitieron desarrollar mi trabajo de titulación.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.

TEMA:	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
EXECUTIVE ABSTRACT	xx
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Problema.....	3
1.4. Objeto	3
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos.....	3
1.6. Hipótesis	4
1.6.1. Variables	4
1.7. Fundamentación Teórica	4
1.7.1. Lavadora industrial	4

1.7.2.	Automatización industrial	5
1.7.3.	Control Industrial	6
1.7.4.	Automatización de Procesos	9
1.7.5.	Controlador Lógico Programable.....	12
1.7.6.	Sensores	13
1.7.7.	Solenoide.....	15
1.8.	Procesos de Teñidos y Acabados para Prendas Jean.....	15
1.8.1.	Clases de Lavados.....	15
1.8.2.	Clases de Acabados.....	15
1.8.3.	Productividad	16
1.8.4.	Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	17
CAPITULO II.- METODOLOGÍA		18
2.1	Materiales	18
2.1.1	Materiales para el Diseño del Proceso	18
2.1.2	Materiales para la Implementación del Proceso	18
2.2	Equipos	19
2.2.1	Lavadora Horizontal	19
2.3	Variables de la Investigación.....	19
2.4	Metodología.....	19
2.4.1	Investigación Bibliográfica.....	20
2.4.2	Investigación de Campo.....	20
2.4.3	Investigación Experimental	20
2.5	Población	20
2.6	Muestra	20
2.7	Operacionalización de las variables	21
2.7.1	Variable Independiente	21
2.7.2	Variable Dependiente.....	21

2.7.3	Recolección de la información.....	22
2.7.4	Procesamiento y Análisis.....	23
2.7.5	Marco Lógico.....	24
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
3.2	Recopilación de Datos Preliminares.....	26
3.2	Organigrama de la Empresa	26
3.2.1	Proceso de Producción (teñido)	27
3.2.2	Prendas Conformes e Inconformes del Proceso.....	28
3.2.3	Proceso Productivo Stone	30
3.2.4	Temperatura en el Proceso.....	31
3.2.5	Volumen del Agua	31
3.2.6	Tiempos de los Procesos.....	32
3.2.7	Niveles de Producción	32
3.2.8	Datos Durante la Operación de la Máquina.....	33
3.2.9	Análisis de la Productividad	34
3.3	Verificación de la Hipótesis	35
3.3.1	Prueba de la Hipótesis para el Volumen del Agua en el Proceso Stone	35
3.3.2	Prueba de la Hipótesis para el Tiempo en el Proceso Stone	37
3.3.3	Prueba de Hipótesis para la Temperatura en el Proceso Stone	40
CAPÍTULO IV.- DESARROLLO DE LA PROPUESTA		42
4.1	Descripción.....	42
4.2	Objetivos	42
4.2.1	Objetivo General.....	42
4.1.1	Objetivos Específicos.....	43
4.2	Análisis de Factibilidad	43
4.2.1	Factibilidad Tecnológica.....	43
4.1.1	Factibilidad Económica	43

4.2	Esquemas del Proceso para Automatizar	44
4.3	Desarrollo	45
4.3.1	Descripción del Proceso de las Condiciones de la Empresa.....	45
4.3.2	Eventos que se va a Controlar en el Proceso	46
4.3.3	Variables a Controlar en el Proceso.....	46
4.3.4	Descripción del Proceso Automatizado a las Condiciones de la Empresa ..	46
4.4	Diseño del Proceso Automatizado.....	47
4.4.1	Diagrama de flujo	48
4.5	Identificación de las Variables para el Controlador	49
4.5.1	Señales de Entradas para el Controlador	49
4.5.2	Salidas al Relé para el Controlador.....	49
4.5.3	Graficet del Proceso Stone.....	50
4.6	Análisis y Selección del Controlador, Actuador y Sensores	50
4.6.1	Selección de Controladores.....	50
4.6.2	Selección de Sensores	55
4.6.3	Selección de Actuadores	56
4.7	Automatización del Proceso	58
4.1.1	Armado del Tablero de Control	59
4.1.2	Armado del Tablero de Mandos	60
4.1.3	Instalación de los Sensores	61
4.1.2	Instalación de los Actuadores	62
4.1.3	Instalación de los Tableros.....	65
4.2	Calibración del Sistema Automatizado	66
4.3	Funcionabilidad del proceso automatizado	68
4.4	Evaluación del Proceso Automatizado.....	69
4.4.1	Datos en Operación de la Máquina Automatizada	69
4.4.2	Evaluación de la productividad.....	71

4.5	Análisis Financiero.....	72
4.5.1	Flujo de caja para el proceso automatizado.....	72
4.6	Seguridad en el Proceso Automatizado.....	74
4.6.1	Análisis Hazop.....	74
4.7	Instrucciones de Operación (Máquina Automatizada).....	75
4.7.1	Inicio del Proceso.....	75
4.7.2	Manual de Mantenimiento.....	76
4.8	Análisis de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible).....	77
4.8.1	8.- Trabajo Decente y Crecimiento Económico.....	77
4.8.2	9.-Industria, Innovación e Infraestructura.....	77
4.8.3	12-Producción y Consumo Responsable.....	78
4.8.4	13.-Acción por el Clima.....	78
	CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1.	Conclusiones y Recomendaciones.....	80
5.1.1.	Conclusiones.....	80
5.1.2.	Recomendaciones.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1: Máquina lavadora jean de tipo horizontal.	5
Figura. 2: Relación en el sistema de control(entrada, salida y sistema).	7
Figura. 3: Tipos de entradas aplicadas a los sistemas de control.....	7
Figura. 4: Funcionamiento del sistema de control.	8
Figura. 5: Sistema para el control del lazo abierto.	8
Figura. 6: Sistema para el control del lazo cerrado.....	9
Figura. 7: Estructura modular del diseño estructurado de sistemas.....	10
Figura. 8: Marco metodológico genérico.....	11
Figura. 9: Flujograma del proceso de investigación.	22
Figura. 10: Organigrama estructural de la empresa.....	26
Figura. 11: Proceso de producción de la empresa.	27
Figura. 12: Proceso stone de la empresa.....	30
Figura. 13: Controlador LOGO.	52
Figura. 14: Esquema de conexión.....	53
Figura. 15: Controlador del tiempo seleccionado.....	54
Figura. 16: Válvula de paso neumática de 1.5 in.....	57
Figura. 17: Actuador y mecanismo de descarga.....	57
Figura. 18: Solenoide neumático.	58
Figura. 19: Diagrama de conexión en el controlador.....	59
Figura. 20: Tablero del control armado.	60
Figura. 21: Tablero de mando armado.....	61
Figura. 22: Sensor de temperatura instalado.....	61
Figura. 23: Sensor de nivel instalado.....	62
Figura. 24: Válvula neumática instalada.....	62
Figura. 25: Compuerta de descarga.	63
Figura. 26: Válvula de vapor instalada.	63
Figura. 27: Solenoides neumáticos instalados	64
Figura. 28: Tableros de mandos y control.	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente	21
Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente	21
Tabla 3: Marco lógico	25
Tabla 4: Tabla de conformidades general	28
Tabla 5: Análisis de costos de prendas no conformes	29
Tabla 6: Temperaturas en los procesos	31
Tabla 7: Volumen del agua en los procesos.....	31
Tabla 8: Tiempos de los procesos	32
Tabla 9 : Proceso stone en bruto por periodos	32
Tabla 10: Reprocesos del proceso stone por periodos	33
Tabla 11: Productos con mala calidad	33
Tabla 12: Operación de la máquina lavadora jean de 50kg	34
Tabla 13: Volumen del agua durante el proceso.....	35
Tabla 14: Volumen del agua (esperado).	36
Tabla 15: Distancia del chi-cuadrado para el volumen del agua	37
Tabla 16: Tiempo en los procesos	38
Tabla 17: Tiempo en el proceso stone esperado	39
Tabla 18: Distancia del chi-cuadrado para el tiempo.....	39
Tabla 19: Temperaturas observadas en los procesos	40
Tabla 20: Temperaturas esperadas en los procesos	41
Tabla 21: Distancia del chi-cudrado para las temperaturas	41
Tabla 22: Proceso del teñido de las condiciones de la empresa.....	45
Tabla 23: Descripción del proceso automatizado.	47
Tabla 24: Señales de entrada para el controlador	49
Tabla 25: Salidas al relé para el controlador.....	49
Tabla 26: Características para el controlador.....	51
Tabla 27: Características para el controlador de la temperatura	52
Tabla 28: Características para el control del tiempo.....	53
Tabla 29: Características para el sensor de nivel.	55
Tabla 30: Características para la válvula del agua.....	56
Tabla 31: Características para la válvula de vapor.	58

Tabla 32: Calibración de tiempos	66
Tabla 33: Funcionabilidad del proceso	68
Tabla 34: Operación de la máquina lavadora jean de 50 kg automatizado.....	69
Tabla 35: Balance general de la máquina automatizada	70
Tabla 36: Costos de materiales y equipos.....	72
Tabla 37: Flujo de caja.....	73
Tabla 38: Análisis HAZOP del proceso automatizado	74
Tabla 39: Pasos para el inicio del proceso	75
Tabla 40: Cronograma del mantenimiento.....	76
Tabla 41: Análisis del consumo de combustible.....	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama para el procesamiento y análisis	24
Gráfico 2: Volumen del agua durante el proceso.....	36
Gráfico 3: Proceso vs. Tiempo en el proceso stone.....	38
Gráfico 4: Procesos vs temperaturas en el proceso stone	40
Gráfico 5: Esquemas del proceso para automatizar.....	44
Gráfico 6: Diagrama de flujo del proceso para automatizar	48
Gráfico 7: Grafset del proceso de teñido stone	50
Gráfico 8: Autoenclavamiento del contactor principal.....	60
Gráfico 9: Esquema de conexión para la válvula del agua	64
Gráfico 10: Esquema de conexión para la compuerta de descarga.....	65
Gráfico 11: Programa del proceso automatizado.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Árbol de problemas.	84
Anexo B: Catálogo de electroválvulas de vapor.	85
Anexo C: Datasheet del controlador de la temperatura.	86
Anexo D: Datasheet del controlador del tiempo.	87
Anexo E: Datasheet sensor de nivel.	88
Anexo F: Catálogo para sensores de temperatura.	89
Anexo G: Catálogo de válvulas neumáticas.	90
Anexo H: Catálogo del cilindro neumático.	91
Anexo I: Catalogo de electroválvulas.	92
Anexo J: Accesorios neumáticos.	93
Anexo K: Proceso del pantalón jean.	94

GLOSARIO DE TÉRMINOS

HAZOP.- Proviene del inglés hazard and operability que significa "riesgos y operabilidad" en otras palabras es un análisis funcional de operatividad.

GRAFSETS.- Es un diagrama funcional que describe los procesos a automatizar.

ODS.- Objetivos de desarrollo sostenible, también conocidos como objetivos mundiales, se adoptaron por todos los estados miembros en 2015.

LOGO SIEMENS.- Es un controlador lógico programable de muy pequeño tamaño pero gran capacidad.

PLC.- Controlador lógico programable.

GEMMA.- Es una guía gráfica, representa los diferentes modos de marcha de una instalación de producción y las formas y condiciones de pasar de un modo a otro.

RTD.- Del inglés: resistance temperature detector, es un detector de temperatura resistivo.

NTP.- Del inglés: network time protocol, es un protocolo de internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos.

AC.- Corriente Alterna.

DC.- Corriente Continua.

VA.- Voltios – Amperios, es la potencia aparente.

NA.- Normalmente Abierto.

NC.- Normalmente Cerrado.

NTC.- Del inglés: Negative Temperature Coefficient, que es un sensor de temperatura por resistencia, que varía su valor con la temperatura con un coeficiente negativo.

VDC.- Del inglés: Voltage of Continuos Current, que es Voltaje de corriente continua.

VCA.- Voltaje de corriente alterna.

FUP.- Proviene de la palabra germana Funktionsplan que viene a decir diagrama de funciones.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objetivo la automatización del proceso de teñido stone, en la máquina lavadora industrial, acorde a las condiciones de la lavadora jean Apitex, en un primer aspecto se realiza un estudio bibliográfico y de campo, de modo que se determina las variables a ser controladas, como son: temperatura, tiempo y nivel del agua, el cual intervienen directamente en el proceso stone implementado en la lavadora, además se determina que la calidad en función de la eficacia es del 99 por ciento y la eficiencia es igual al 90 por ciento, al relacionar estos valores se determina que la productividad es del 89 por ciento en el proceso actual. Con estos antecedentes se realiza el diseño conceptual automatizado del proceso, con el propósito de realizar una adecuada selección de los equipos como son: controlador, actuadores y sensores, mismos que cumplen con los estándares implantados en las condiciones del proceso y adquisición económica del mismo. Seguidamente se implementaron los equipos en la máquina lavadora industrial, con capacidad de 50Kg, de la lavadora Apitex para la posterior calibración y funcionamiento del proceso de teñido stone automatizado, finalmente al relacionar calidad y eficiencia del proceso final, se determinó que la productividad es del 95 por ciento, aumentado un 6 por ciento en relación al proceso inicial del negocio.

Palabras clave: Teñido Stone, Eficiencia, Eficacia, Productividad, Automatización Industrial.

EXECUTIVE ABSTRACT

The present investigation has as objective the automation of the stone dyeing process, in the industrial washing machine, according to the conditions of the Apitex jean washing machine, in a first aspect a bibliographic and field study is carried out, so that the variables to be controlled are determined, such as: Temperature, time and water level, which are directly involved in the stone process implemented in the washing machine, it is also determined that the quality in terms of effectiveness is 99 percent and efficiency is equal to 90 percent, relating these values it is determined that productivity is 89 percent in the current process. With this background, the automated conceptual design of the process is carried out, with the purpose of making an adequate selection of the equipment such as: controller, actuators and sensors, which comply with the standards implemented in the process conditions and economic acquisition of the same. Next, the equipment was implemented in the industrial washing machine, with a capacity of 50Kg, of the Apitex washing machine for the subsequent calibration and operation of the automated stone dyeing process, finally when relating quality and efficiency of the final process, it was determined that the productivity is 95 percent, increased by 6 percent in relation to the initial process of the business.

Keywords: Stone Dyeing, Efficiency, Effectiveness, Productivity, Industrial Automation.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Las industrias manufactureras para competir a nivel mundial en términos de calidad y costos se ven obligadas a implementar técnicas automatizadas en las secciones de fabricación y planificación[1], por otra parte la innovación de los procesos de producción y la utilización de los materiales textiles es cada vez más importante para reducir la cantidad de agua y el uso del tiempo de la maquinaria en la industria textil[2], más aun que el sector textil está creciendo, al igual que los aspectos técnicos del mismo [3].

A nivel mundial la industria textil ha presentado notables problemas medioambientales vinculados principalmente al uso y la gestión del recurso hídrico, es por esta razón que las aguas residuales son las más contaminantes dentro de los sectores industriales.

En la investigación realizada por, Londoño y González en el 2013 [4], menciona que gracias al sistema automático en una lavadora industrial textil, entrega una reducción de gastos debido a la posible manipulación inadecuada de la materia prima, aumenta la seguridad industrial, reduce la afectación a la salud, incrementa la calidad del producto terminado y entrega trazabilidad a los procesos, para concluir que, al automatizar el proceso de dosificación de químicos, permite una optimización en los recursos necesarios para la realización de los teñidos y acabados de las prendas tipo jean, debido a que se disminuye la manipulación de los insumos por parte del personal a cargo durante el desarrollo de los procesos de coloración en la lavadora industrial.

Según Acharya [1] menciona que, la automatización industrial (IA) es una estrategia de fabricación importante que emplea técnicas y prácticas modernas en la fabricación para lograr una ventaja competitiva sostenible en la industria manufacturera, además las aplicaciones de automatización se ha convertido en un pilar fundamental de todo proyecto de ingeniería de sistemas de producción (PSE) con la proliferación de sistemas ciberfísicos (CPS) [8].

Rodríguez Y Chaves en el 2016, [5] en su investigación, llega a la conclusión sobre la estandarización de procesos, que es un factor vital para las organizaciones, ya que permite alcanzar productos con calidad homogénea debido a que se mantienen

similares condiciones de trabajo, incluyendo materiales, maquinaria, equipos, métodos, procedimientos, conocimiento y habilidades del personal durante las operaciones ejecutadas, y se espera una mejora en la calidad debido a la disminución de los productos a reprocesar.

En el Ecuador el proceso de manufactura jean cuenta con poca tecnología, porque la mayoría de fábricas poseen lavadoras de tipo horizontal o de carga superior hechas de forma artesanal[6]. Sólo en la Cámara de la Pequeña Industria del Azuay, están registradas 25 empresas que utilizan este tipo de maquinaria, con tiempos de producción que están entre 50 a 60 minutos.

Según Guayo y Rumipamba [7] en su investigación da a conocer que, la industria del jean en el Ecuador tiene como parte de gran desarrollo económico en el cantón Pelileo, los habitantes tanto de la zona urbana y la zona rural identifican que las lavanderías y tintorerías del jean emiten malos olores, contaminación del agua y del suelo, pérdida de biodiversidad, y vertidos tóxicos.

En la investigación realizada por Guallaguamán y Geovanny [6], recoge información sobre los procesos de lavado textil industrial y analiza resultados en relación con los tipos de maquinarias existentes en el Ecuador, donde el autor concluye que las máquinas utilizados en el proceso de lavado de jean son: lavadoras de tipo horizontal, tipo vertical y secadoras. Además da a conocer los parámetros más relevantes como son: tipo de carga, capacidad, seguridad, costos, consumo eléctrico y dimensiones físicas[6][7].

1.2. Justificación

El uso de tecnologías automatizadas en los proceso de producción en la industria textil, permite relacionar la incidencia entre calidad, precisión y repetitividad, generando un análisis en la producción y productividad en el proceso de teñido stone.

El presente trabajo mejora el proceso de producción, la calidad y la productividad, optimizando tiempos y recursos económicos en el proceso de teñido stone, generando crecimiento y competitividad de la industria textil del Ecuador.

La implementación del proceso automatizado stone en la máquina lavadora industrial, se presenta como un cambio en la productividad dando lugar a un enfoque tecnológico en relación con la producción y la calidad.

1.3. Problema

La operación manual de la máquina lavadora industrial por parte del trabajador durante el proceso stone en ocasiones genera fallas en los procesos, a consecuencia de ello baja la calidad del producto, generando pérdidas económicas, por otra parte el nivel ambiental se ve perjudicado por el uso excesivo de recursos hídricos y descarga de residuos contaminantes, conjuntamente con el agua.

1.4. Objeto

Automatización del proceso teñido stone en la máquina industrial textil.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Implementación de tecnología para la automatización del proceso de teñido stone en la máquina lavadora industrial jean.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar una investigación bibliográfica de los fundamentos para el proceso de teñido stone, en las diferentes prendas jean y determinar las variables que definen la calidad del proceso y la variación admisible.
- Diseñar un proceso automatizado stone que cumpla con las condiciones de la empresa, para la máquina lavadora industrial jean.
- Implementar un proceso automatizado stone en la máquina lavadora industrial de prendas jean, en las condiciones de la empresa.
- Evaluar los resultados alcanzados durante la automatización del proceso.

1.6. Hipótesis

La implementación de tecnología automatizada en la maquinaria industrial textil, permitirá disminuir fallas que se producen durante el proceso de tinturado stone, mejorando la producción y calidad del producto final.

1.6.1. Variables

Dentro del estudio se ha identificado las variables que intervienen dentro del proceso a ser evaluado.

Variable Dependiente: Proceso de producción.

Variable Independiente: Automatización del proceso de teñido stone.

1.7. Fundamentación Teórica

1.7.1. Lavadora industrial

En la industrial del jean se considera como la máquina que sirva para el teñido de prendas confeccionadas, esto se lo realiza al existir una mezcla de agua con químicos, la mezcla se colocan las prendas el cual permanecen girando a una velocidad determinada, alternando el giro en otro sentido durante tiempos establecidos. En la actualidad existen lavadoras con mecanismos diferentes y nuevas tecnologías el cual permiten que los procesos se ejecuten de una forma más fácil[6].

Dentro de la lavadora Apitex existen lavadoras de tipo horizontal.

1.7.1.1. Lavadora horizontal

En estas máquinas lavadoras industriales el ingreso de las prendas es por la parte superior. La capacidad para este tipo de máquinas no es recomendable para grandes pesos esto debido a que su manejo se hace más complejo porque sus dimensiones son exageradas para el operario. En este tipo de lavadoras la carga y descarga de prendas son complicadas cuando superan los 100Kg, ya que se requiere de la ayuda de una plataforma para poder alcanzar la puerta [6]. En la Figura 1 se puede identificar las partes que están constituidas en la máquina lavadora industrial tipo horizontal.

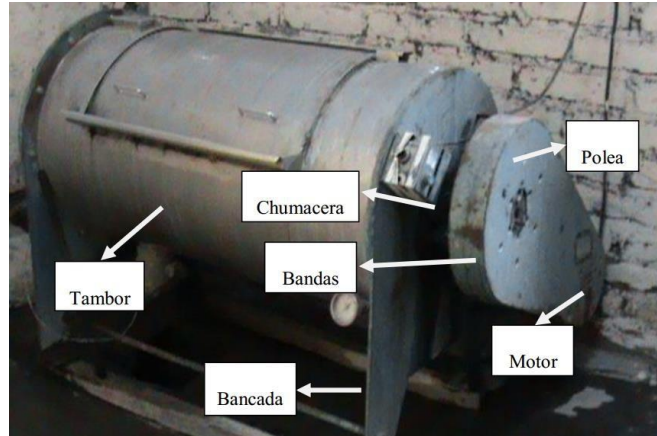


Figura. 1: Máquina lavadora jean de tipo horizontal [8].

1.7.2. Automatización industrial

Es el conjunto de técnicas el cual se encarga del funcionamiento de sistemas mecánicos, electrónicos y computacionales, esto permite la operación y control del proceso [8].

Este tipo de tecnología está conformada por:

- Herramientas automáticas
- Máquinas de montaje automático
- Robots en la industria
- Control automático y sistemas para el almacenamiento
- Inspección automática para el control de calidad
- Reutilizamiento y control de procesos
- Sistemas por computadora el cual permite planificar la toma de datos y decisiones en las actividades [8].

1.7.2.1. Tipos de automatización

Existen cinco formas para automatizar la industria moderna, para aquello se debe analizar las situaciones, con el fin de seleccionar el proceso más idóneo[9].

La automatización se clasifican en:

- Control de procesos en forma automática
- Procesamiento electrónico de datos
- Automatización fija

- Automatización programable
- Automatización flexible [9].

Control automático de los procesos

Se utiliza generalmente en procesos químicos y físicos el cual permite diversos tipos de cambios[8].

Procesamiento electrónico de datos

Está relacionado con los sistemas de información. En la actualidad se considera la obtención, registro y análisis de datos a través de interfaces y computadoras[8].

Automatización fija

Este tipo de automatización es utilizada comúnmente para procesos de producción muy altas, el cual es económicamente justificable esto por el alto costo en el diseño del equipo, el cual posee un alto rendimiento para elevadas tasas de producción. Su ciclo de vida está en función del producto en el mercado[8].

Automatización programable

Es empleado comúnmente para volúmenes de producción bajo ya que existe una gran variedad de producción. El sistema de producción se encuentra diseñada para que varíe en función de producto, esto se lo realiza mediante un software[8].

Automatización flexible

Es utilizado en producción media. Este tipo de sistemas flexibles tienen características que se relacionan con la automatización fija y programada[8].

1.7.3. Control Industrial

1.7.3.1. Sistema de control

Es una interconexión con elementos el cual forman una configuración al que se denominada sistema, esto permite que el arreglo resultante se controle de forma automática hacia sí mismo[10].

El sistema de control se le aplica una señal $r(t)$ de tal manera que la entrada para la obtención de una respuesta o salida $y(t)$, se representa mediante bloques[10] como se ilustra en la Figura 2.

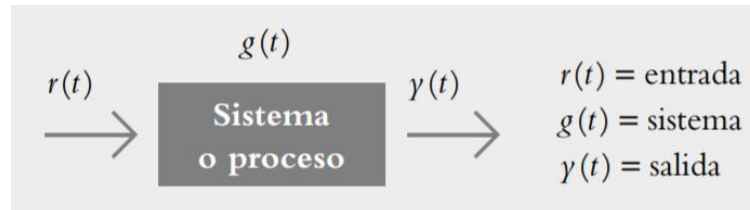


Figura. 2: Relación en el sistema de control(entrada, salida y sistema) [10].

La relación de las entradas y salidas es una convergencia de causa y efecto con el sistema, por lo que el proceso a ser controlado se va relacionando con las salidas y entradas.

Las entradas más comunes aplicadas en los sistemas de control son:

Escalón: Cuando el comportamiento o una referencia constantes son introducidos al sistema.

Rampa: Se refiere a la variación continua en el tiempo.

Impulso: Emite una señal de prueba con magnitud grande y duración corta.

A continuación en la Figura 3 se observa gráficamente los tipos de entrada en los sistemas de control en función del tiempo.

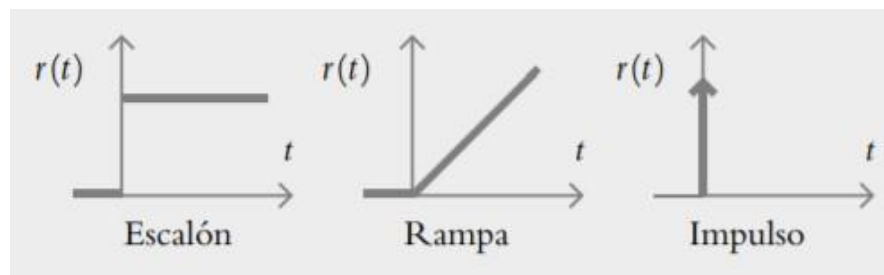


Figura. 3: Tipos de entradas aplicadas a los sistemas de control [10].

El sistema de control que permite la manipulación están formados por: controladores, sensores y actuadores, como se lo indica en la Figura 4.

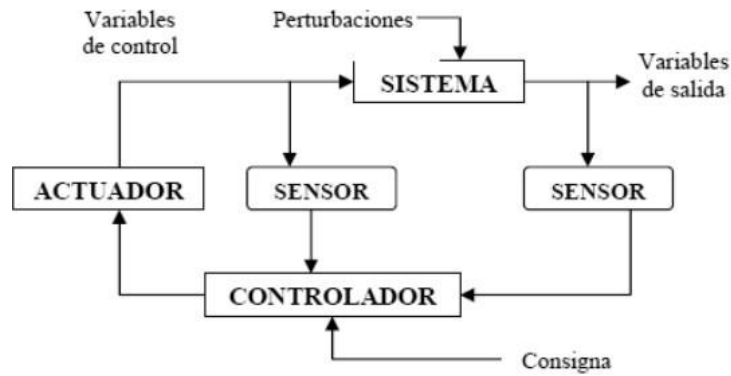


Figura. 4: Funcionamiento del sistema de control [8].

1.7.3.2. Clasificación de los sistemas de control

Por su comportamiento se clasifican en:

Sistema de control de lazo abierto

Este sistema permite que actúe el proceso con una señal de entrada, obteniendo como resultado una señal de salida independiente, como se observa en la Figura 5, este tipo de sistema se caracteriza por:

- Su sencillez y de fácil procesamiento
- Su estabilidad no es segura en cuando hay una perturbación
- La salida no tiene relación con la entrada
- Las perturbaciones le afectan
- La precisión del sistema depende de la calibración.



Figura. 5: Sistema para el control del lazo abierto [11].

Sistema de control del lazo cerrado

Estos sistemas se da cuando la acción que permite controlar está en función de la señal de salida, como se interpreta en la Figura 6 y se caracteriza por:

- Son de amplios parámetros y complejos

- Tanto las salidas y las entrada se comparan entre sí afectando el control del sistema
- Se retroalimentan
- Son estables a perturbaciones y variaciones internas.

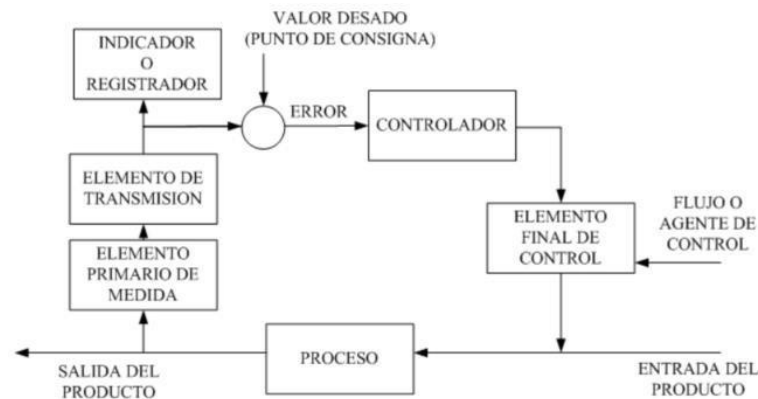


Figura. 6: Sistema para el control del lazo cerrado [11].

1.7.4. Automatización de Procesos

1.7.4.1. Lenguaje Grafset

Es un método gráfico de modelado y descripción para los sistemas que conlleva automatismos secuenciales y discretos el cual divide a los sistemas en dos partes como son: parte de mando o control (Sistema lógico) y la parte operativa (potencia)[12].

El Grafset.- Es un sistema que describe el automatismo que se utiliza en diferentes niveles, para el funcionamiento del automatismo, se puede representar por un conjunto de:

- Etapas
- Transiciones
- Arcos.

Etapas .- En esta parte en el sistema no existe variación de las salidas al variar la entrada, la etapa solo puede estar en dos estados: activa y no activa [4].

Transiciones.- Es el puerto de una etapa a la siguiente, se debe cumplir ciertas condiciones como: una transición esta validada cuando todas las etapas anteriores están activas. Una receptividad asociada a una transición es la condición lógica asociada a su disparo. Una transición es válida cuando las etapas inmediatamente

precedentes a la transición se encuentran activas, el cambio de una etapa a la otra se presenta si y solo si: la transición está válida y la receptividad es verdadera [4].

Arcos.- Son uniones con direccionamiento que conectan las etapas y las transiciones o viceversa [4].

1.7.4.2. Guía Gemma

Se trata de un enfoque de diseño estructurado, ante la complejidad de los factores que intervienen en la automatización de procesos, es conveniente utilizar el diseño estructurado con el fin de modelar, de forma parcial, las tareas. En el diseño estructurado de un sistema automatizado, aparecen tres módulos[13]:

- Módulo de seguridad.
- Módulo de modos de marcha.
- Módulo de producción.

En la Figura 7 se observa el aspecto de seguridad de los sistemas automatizados en entornos productivos, en situaciones de emergencia y fallos de dispositivos o de producción defectuosa, de forma que ante estas contingencias, el módulo de seguridad es prioritario respecto a los otros módulos. En segundo lugar, se observa la intervención del operario como parte integrante del sistema, pues aporta experiencia en el cambio de modo automático a modo manual cuando el funcionamiento del proceso lo requiere. En tercer lugar, aparece el módulo de producción, que se entiende que está supeditado a los módulos precedentes y en el que tenemos el funcionamiento de ejecución secuencial de activación y desactivación de estados, mediante la lectura lógica de las transiciones.

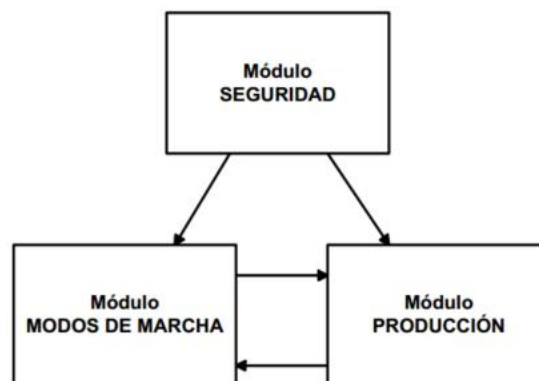


Figura. 7: Estructura modular del diseño estructurado de sistemas [13].

1.7.4.3. Metodología implicada al automatismo

El operario debe realizar las siguientes fases que constan en el marco metodológico:

- Automatización
- Supervisión
- Interacción
- Implementación
- Pruebas.

Para el proyecto que involucre el tema de automatización es recomendable seguir un proceso metodológico, de igual manera se indica al operador o grupo encargado llevar a cabo las fases por separado o el conjunto de ellas como se lo expresa en la Figura 8 [13].

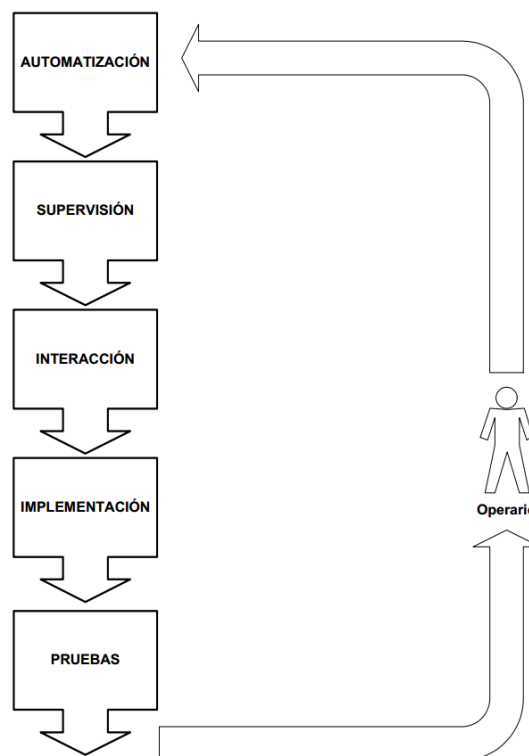


Figura. 8: Marco metodológico genérico [13].

1.7.4.4. Análisis de riesgo

Hazop.- Es un procedimiento que se utiliza para revisar el diseño y las condiciones de operación de una instalación de proceso. Se utiliza para identificar todas las causas o

fuentes de riesgo o peligros latentes de una operación normal y segura que podrían ser conducentes a cualquier riesgo de seguridad o problema de operatividad [14].

El método de Hazop usa palabras guía que permiten examinar a la vez la probabilidad y las consecuencias de un fallo, y ante cada palabra guía y para cada procedimiento o fase de funcionamiento de la instalación se analiza el proceso para identificar las posibles desviaciones con relación al diseño proyectado y determinar las consecuencias posibles[14], se deben identificar las categorías de riesgos que son motivo de preocupación como:

Riesgos Externos o Independientes

Los incidentes que se producen con materiales y sustancias peligrosas e intervienen en el proceso son:

- Accidentes de transportación
- Falla mecánica
- Error humano.

1.7.5. Controlador Lógico Programable

Es una computadora digital a nivel industrial, la cual está diseñada para realizar funciones de control, que se usan especialmente en la parte industrial[11].

Un controlador lógico programable (PLC) es un autómata programable, en otras palabras es una computadora industrial que procesa datos en una máquina, mediante botones, temporizadores, sensores y cualquier tipo de señal de entrada, el cual dará paso para que se controle motores, electroválvulas y otro tipo de señal de salida, de esta manera se controla todo tipo de proceso industrial de forma[15].

1.7.5.1. Funcionamiento del PLC

Para que el controlador lógico programable “PLC” pueda procesar y controlar cualquier tipo de sistema es necesario que esté previamente programado y desarrolle cualquier tarea. Para desarrollar la programación es necesario la ayuda de un software el cual depende de la marca, cada programa tiene sus lenguajes de programación el cual se describe y desarrolla en el controlador[15].

1.7.5.2. Componentes del PLC

El PLC está formado por módulos:

- Fuente de alimentación
- Unidad central de proceso (CPU)
- Entradas y salidas
- Memorias.
- Unidad de programación.

1.7.5.3. PLC Logo

Es un controlador lógico programable que permite que sin la intervención humana se pueda controlar varias salidas (Q. Relés), mediante la programación de varias entradas (I).

Características del logo 8 de siemens:

- Entradas de las cuales se pueden utilizar en modo analógico: 4 (0 a 10 V)
- Voltaje de entrada / suministro: 12-24 V DC
- Salidas: 4; relés

1.7.5.4. Temporizador

Un temporizador es un controlador, con el que se puede regular la conexión y la desconexión de un circuito eléctrico posteriormente al tiempo programado.

1.7.5.5. Controlador de Temperatura

Es un instrumento utilizado para el control de la temperatura, toma una entrada del sensor de temperatura y tiene una salida al relé que regula la conexión y la desconexión posteriormente a la temperatura programada.

1.7.6. Sensores

El término sensor se refiere a un elemento de medición que detecta la magnitud de un parámetro físico y lo cambia por una señal que puede procesar el sistema; al elemento activo de un sensor se le conoce comúnmente como transductor; el diseño de sensores

y transductores siempre involucra alguna ley o principio físico o químico, que relaciona la cantidad de interés con algún evento medible.[16]

1.7.6.1. Temperatura

Los sensores de temperatura son componentes eléctricos y electrónicos, que permiten medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada.

Clasificación:

- Sensores RTD (PT100, PT1000, Termistores)
- Termopares
- Infrarrojos.

1.7.6.2. Nivel

Es un instrumento que activa o desactiva el punto en el que ha sido instalado, para conseguir la automatización del llenado de recipientes como tanques, depósitos, entre otros.

Clasificación:

- Mecánicos
- Térmicos
- Acústicos
- Ultrasónicos
- Químicos
- Ópticos
- Radiación
- Laser
- Eléctricos magnéticos.

1.7.6.3. Actuadores

Son dispositivos mecánicos los cuales proporcionan una fuerza para mover otro dispositivo mecánico, dicha fuerza proviene de: una fuerza motriz , presión neumática e hidráulica[17].

1.7.7. Solenoide

Es una bobina de material conductor enrollado, que funciona a través de campos electromagnéticos para la apertura o cierre de una válvula.

1.8. Procesos de Teñidos y Acabados para Prendas Jean

En término acabado de una prenda hace referencia a la transformación del aspecto físico, esto se repite con el proceso de teñido mediante el cual la prenda es sometida a una decoloración o cambio de pigmentación, este tipo de procesos se lo realiza en máquinas lavadoras industriales el cual poseen una capacidad de carga que van desde los 25 kg hasta los 300kg, estos procesos requieren de un control de tiempo, temperatura y concentración de químicos, este último en función del tono deseado[4].

1.8.1. Clases de Lavados

Fijado.- Es el lavado de la fibra textil, el cual limpia los residuos de tinta, en este subproceso se emplea comúnmente ácido acético y fijador, donde el fijador es la encima encargada de eliminar los excesos de tinta[4].

Stone wash.- Es un lavado fuerte, el cual se lo realiza en tiempos largos, para este subproceso se utiliza hipoclorito de sodio, dando como resultado una gama de colores azules claros, por ser un lavado fuerte, las prendas son menos duraderas[4].

Quick stone.- Es un lavado suave, el cual se lo realiza en un tiempo corto en comparación al anterior, este subproceso utiliza menos concentración de hipoclorito de sodio, el resultado es un azul oscuro[4].

1.8.2. Clases de Acabados

Existen diferentes tipos de acabados como son: stone, ecológico y blizz.

Stone.- Este tipo de acabado se realiza al pasar la prenda por un prelavado, el cual se hace con el fin de limpiar los residuos impregnados, en el prelavado inicialmente se adhiere una cantidad de agua según el peso de prendas alojadas en las lavadoras para posteriormente colocar los respectivos químicos como son: dispersante, anti-quebre y amilasa[4].

Ecológico.- Este acabado consta inicialmente de un stone, posteriormente se ingresa agua en función de la cantidad de prendas, a continuación se agrega los químicos como el humectante a la temperatura ambiente, este se emplea para conseguir una tintura homogénea, luego se agrega vapor para que alcance una temperatura de 90 grados centígrados donde se suministra al proceso soda, la cual logra diferentes matices a la prendas, también se adhiere destroza el cual es un químico típico abrasivo utilizado en la industria textil el cual determina un cierto patrón de stoneado, arremetiendo esencialmente contra algunas superficies de la prenda como bolsillos y bordes entre otros[4].

Blizz.- Este tipo de acabado inicia con un stone, al finalizar este proceso se agrega agua en función de la cantidad de prendas, para posteriormente adherir los siguientes químicos a temperatura ambiente: peróxido de hidrógeno, que es un agente blanqueador el cual desgasta la prenda, acético el cual se suministra a este proceso para disminuir el PH del agua y humectante que al igual que el ecológico se utiliza para conseguir una coloración homogénea[4].

1.8.3. Productividad

La productividad tiene relación entre producción e insumo (George Kanawaty.).Es la capacidad para entregar más (resultados, producción, dinero, beneficios, etc.) sin aumentar los recursos que intervienen. Es una medida que sirve para determinar si está bien utilizado los recursos de un país, industria o negocios[18].

1.8.3.1. Productividad, Eficacia y Eficiencia

La eficacia se da cuando alcanzamos los resultados u objetivos fijados. Para aquello no se considera los recursos a utilizar. Es eficiente cuando se alcanzan los objetivos con el menor uso de recursos[18].

Con estos antecedentes se plantea la siguiente formula que permite cuantificar la productividad en función de la eficacia y eficiencia.

$$**Productividad = Eficiencia * Calidad**$$

$$**Productividad = \frac{Tiempo Real}{Tiempo Planificado} * \frac{Unidades producidas}{Unidades Planificadas}**$$

Ec. 1

1.8.4. Objetivos de Desarrollo Sostenible

EL 25 de septiembre del 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales el cual permiten erradicar la pobreza, esto permitirá proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzar en los próximos 15 años[19]. Los objetivos para un desarrollo sostenible implementados son:

1. Fin de la pobreza
2. Hambre cero
3. Salud y bienestar
4. Educación de calidad
5. Igualdad de género
6. Agua limpia y saneamiento
7. Energía asequible y no contaminante
8. Trabajo decente y crecimiento económico
9. Industria, innovación e infraestructuras
10. Reducción de las desigualdades
11. Ciudades y comunidades sostenibles
12. Acción por el clima
13. Vida submarina
14. Vida de ecosistemas terrestres
15. Paz, justicia e instituciones solididad
16. Alianza para lograr los objetivos.

Para alcanzar las metas todo el planeta tiene que hacer su parte: la sociedad civil, los gobiernos, el sector privado y todas las personas como usted [19].

En el proyecto se observa los objetivos que se ha logrado alcanzar.

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Materiales para el Diseño del Proceso

En el presente trabajo se realiza el estudio y diseño del proceso que se pretende automatizar, para lo cual se opta la utilización de herramientas tecnológicas computacionales (software) como son: Cade_Simu, Excel, Logo Soft Confort, cada uno de estos programas están dirigidos al aporte en el diseño que se pretende automatizar acorde a la funcionalidad. El programa Cade_Simu permite modelar y simular circuitos eléctricos, el programa Excel permite analizar estadísticamente los valores numéricos obtenidos, mientras que el software Logo Soft Confort de la marca siemens, permite programar el proceso y cargar en el controlador programable.

2.1.2 Materiales para la Implementación del Proceso

2.1.2.1 Selección del Controlador

Para la selección del controlador se tomará en consideración la disponibilidad en el mercado local, el dimensionamiento acorde a las necesidades del proceso para automatizar y que sea económicamente accesible.

Con estos antecedentes se pretende utilizar el logo de la marca siemens, el cual cumpliría con los requerimientos mencionados, de igual manera para los controladores tanto de temperatura como de tiempo se seleccionará en base a catálogos de las tiendas comerciales del sector.

2.1.2.2 Selección de los Sensores

Los sensores estarán acorde a las necesidades y entorno del proceso que se pretende automatizar, para lo cual se ha de considerar el estado físico y dimensional de la máquina lavadora industrial, así como el ambiente corrosivo que produce el mismo.

2.1.2.3 Selección de los Actuadores

Los actuadores estarán en función de las variables físicas a controlar, así como el ambiente corrosivo que se produce alrededor de la máquina a ser automatizada.

2.1.2.4 Material Consumible

Los cables estarán acorde a las necesidades de cada controlador y sensor, se recomienda utilizar cable flexible para mayor facilidad del armado. Los interruptores y pulsadores se adquirirán en base a la disposición del mercado.

2.2 Equipos

2.2.1 Lavadora Horizontal

La lavadora horizontal que opera hasta una producción de 50 Kg en prendas jean (100 prendas jean), posee un motor de 7.5 HP el cual mediante un sistema de reducción por reductor mecánico hace que el tambor de la máquina lavadora gire a 30 RPM, el ingreso del agua se lo hace mediante una tubería de 1.5in el cual está conectada a la red principal, de igual manera el ingreso de vapor está conectado a una tubería de 1in el cual está acoplada a la red principal de vapor.

2.3 Variables de la Investigación

Dentro del estudio se ha identificado las variables que intervienen dentro del proceso a ser evaluado.

Variable Dependiente: Proceso de producción.

Variable Independiente: Automatización del proceso de teñido stone.

2.4 Metodología

La presente investigación se encuentra en el enfoque cualitativo; puesto que se considera la opinión del dueño y operarios de la empresa que darán paso a la solución del problema, aplicando un estudio dinámico, analítico y haciendo referencia a la automatización y control de las variables que interviene en el procesos de tinturado stone dentro de la empresa, de modo que permite analizar y describir las condiciones de las variables, sin la necesidad de aplicar indicadores.

La investigación tiene características cuantitativas según el estudio realizado, en base al proceso establecido esto permite la automatización a las condiciones de la empresa, por lo que se hace necesario conocer las causas y consecuencias que incitan al problema y así se podrá tomar la mejor decisión. Permitiendo conocer, interpretar y

actuar con la realidad de la lavandería, esto facilita el análisis crítico de la productividad que es el origen del problema, el análisis de los fenómenos que se producen en el proceso y las consecuencias que lo originan, con el fin de encontrar respuestas claras y concisas.

2.4.1 Investigación Bibliográfica

La presente investigación tiende a ser bibliográfica puesto que es necesario justificar y explicar de manera técnica y científica, los conceptos y criterios sobre el tema que se va a investigar.

2.4.2 Investigación de Campo

La modalidad de investigación para este trabajo es una investigación de campo, puesto que se lo realizará mediante un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de tinturado stone, en la máquina lavadora jean donde se va implementar el sistema automatizado para mejorar los tiempos y disminuir errores, debido a esto es importante determinar los requerimientos necesarios y la tecnología adecuada para diseñar un excelente sistema.

2.4.3 Investigación Experimental

La investigación experimental en este trabajo tiene como propósito determinar la mayor confiabilidad posible, así como las relaciones de causa y efecto, utilizando los medios tecnológicos disponibles, para mejorar y optimizar la experimentación que se utilizará en evolución del proceso automatizado.

2.5 Población

La industrial textil para el teñido de prendas jean (trabajadores operarios y administrativos)

2.6 Muestra

Automatización del proceso de teñido stone en la máquina lavadora industrial de prendas jean de 50kg a las condiciones de la empresa Apitex.

2.7 Operacionalización de las variables

El proceso de teñido stone en una máquina lavadora industrial de prendas jean en las condiciones de la empresa Apitex.

2.7.1 Variable Independiente

Automatización del proceso de teñido stone.

Tabla 1: Operacionalización de la variable independiente [Autor].

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Índice	Técnicas e Instrumentos
Manejo y control de las variables que intervienen en el proceso de teñido stone, para disminuir errores en la mano de obra, mejorando así la calidad y producción.	*Parámetro del proceso de teñido stone. *Parámetro para la automatización	*Temperatura. *Tiempo. *Caudal H ₂ O.	*Proveedor (min). *Proveedor (°C). *Proveedor, y peso de producción (m ³).	*Máquina lavadora industrial textil. *Condiciones de la empresa. *Órdenes de producción. *Sensores controladores y actuadores.

2.7.2 Variable Dependiente

Tabla 2: Operacionalización de la variable dependiente [Autor].

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Índice	Técnicas e Instrumentos
Cumplimiento de los requerimientos en base a las condiciones de la empresa, para disminuir reprocesos,	*Calidad del proceso de teñido Stone. *Productividad.	*Lotes producidos. *Unidades producidas.	*Funcionalidad /día. *Cantidad de prendas. (Producción).	*Balances de la empresa. *Observaciones.

costos y evitar el desperdicio de la materia prima.	*Tiempos del proceso.	*Criterios de aceptabilidad.	*Reprocesos. *Productos defectuosos.	
---	-----------------------	------------------------------	---	--

En la Tabla 2 se describe como la variable dependiente mejora el proceso de la producción.

2.7.3 Recolección de la información

La información será obtenida en la empresa Apitex, en horarios accesibles y en pleno funcionamiento de la maquinaria seleccionada.

2.7.3.1 Planificación

La presente investigación está enmarcada en el proceso sistemático, el cual se muestra a continuación en la Figura 9:

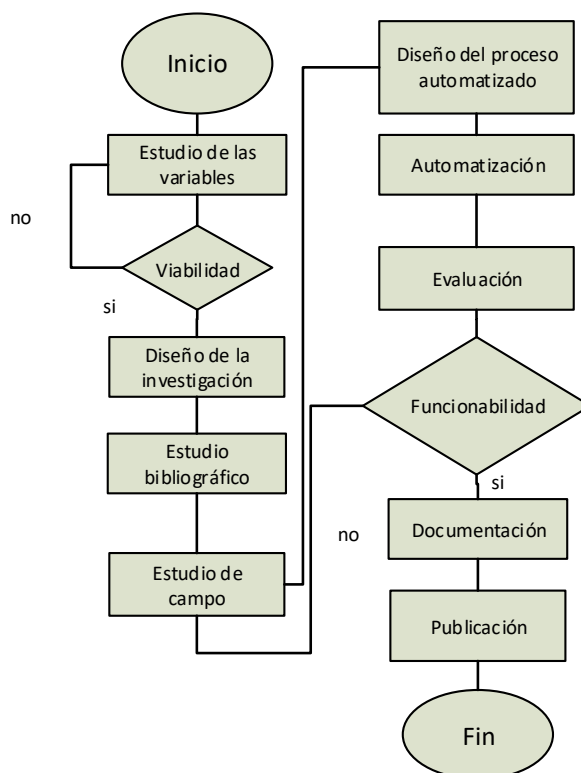


Figura. 9: Flujograma del proceso de investigación [Autor].

2.7.3.2 Procedimiento

Para realizar la toma de datos de las distintas variables físicas que intervienen en el proceso de teñido stone, se tomó en cuenta a la empresa Apitex la cual posee 4 máquinas lavadoras industriales, con capacidad de trabajo que van desde los 25 Kg hasta 50 Kg. Según datos de la empresa, la máquina que regularmente se encuentra en funcionamiento es la de 50Kg, por lo que la toma de datos se realizará en esa máquina.

a) Para la toma de Tiempos

Se utilizará un teléfono con una aplicación que permitirá cronometrar y guardar los tiempos durante el proceso.

b) Para el Volumen del Agua

Se implementará un sistema el cual consta de un tubo de vidrio con escala en m^3 , este sistema estará colocado en la parte inferior de la máquina lavadora.

c) Para la toma de Temperatura

Se utilizara una termocupla la cual estará colocada en el tambor de la máquina lavadora y para la adquisición de datos se utilizará un controlador de temperatura.

2.7.3.3 Métodos

Para la adquisición de datos se implementará el método de observación, durante el proceso que realiza la máquina.

2.7.3.4 Técnicas e Instrumentos

Una de las técnicas a utilizar son los apuntes que se realizan en los instrumentos elaborados (hojas de apunte) acorde a las variables: temperatura, tiempo y volumen del agua.

2.7.4 Procesamiento y Análisis

En este diagrama se detalla el proceso a seguir para la implementación del sistema automatizado stone, en la máquina lavadora industrial.

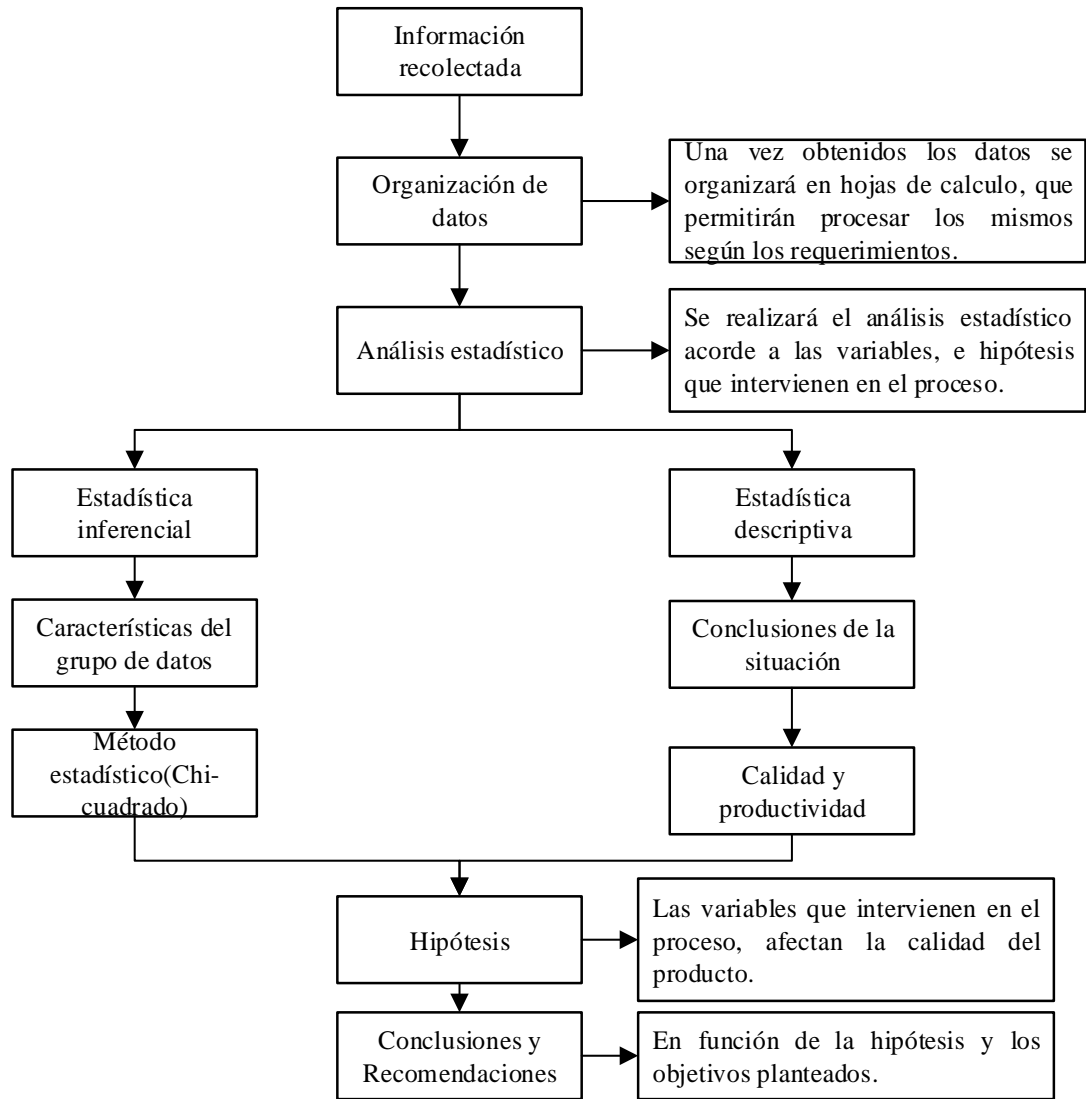


Gráfico 1: Diagrama para el procesamiento y análisis [Autor].

2.7.5 Marco Lógico

En la tabla 3 se detalla el marco lógico correspondiente al proyecto para la implementación del proceso que será automatizado.

Tabla 3: Marco lógico [Autor].

Resumen narrativo de los objetivos	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos
<p>Automatizar la máquina lavadora industrial, a través de tecnologías y normativas para disminuir el índice de rechazo y los costos asociados al proceso de teñido stone.</p>	<p>La disminución de fallas dentro del proceso de teñido stone, la eliminación de los reprocesos y daños que se producen en el producto final, además de la mejora del proceso en base a la eficiencia.</p>	<p>Documentación y cuadros de resultados.</p>	<p>La implementación de tecnologías automatizadas permitirá disminuir las fallas que se producen durante el proceso de tinturado stone, mejorando el proceso de producción y la calidad.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de las variables. • Diseño del proceso automatizado. • Implementación del proceso automatizado. • Evaluación de los resultados. 	<p>*Estudiar y analizar las variables físicas que intervienen en el proceso que mediante normativas se diseñará el proceso automatizado adecuado. *Implementación y puesta en marcha de la máquina automatizada. *Evaluación de la productividad y el proceso.</p>	<p>*Trabajo de titulación. *Informes del lugar de trabajo. *Resultados estadísticos.</p>	<p>Aumentar la calidad, productividad y repetitividad.</p>
<p>Resultados.</p>	<p>Cumplir con los objetivos planteados al 100%.</p>	<p>Trabajo final, proyecto de titulación.</p>	

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los datos obtenidos en la empresa Apitex y mediante el análisis de la correlación de variables se determinó lo siguiente:

3.2 Recopilación de Datos Preliminares

En la empresa Apitex mediante el área administrativa, se obtuvo los balances económicos en el cual se refleja la cantidad de prendas con mala calidad y los reprocesos que se desarrollan durante la producción.

3.2 Organigrama de la Empresa

En primera instancia se reconoce como esta instituida la empresa donde se va a realizar el proyecto, para lo cual de detalla en la Figura 10 el organigrama estructural de la empresa Apitex.

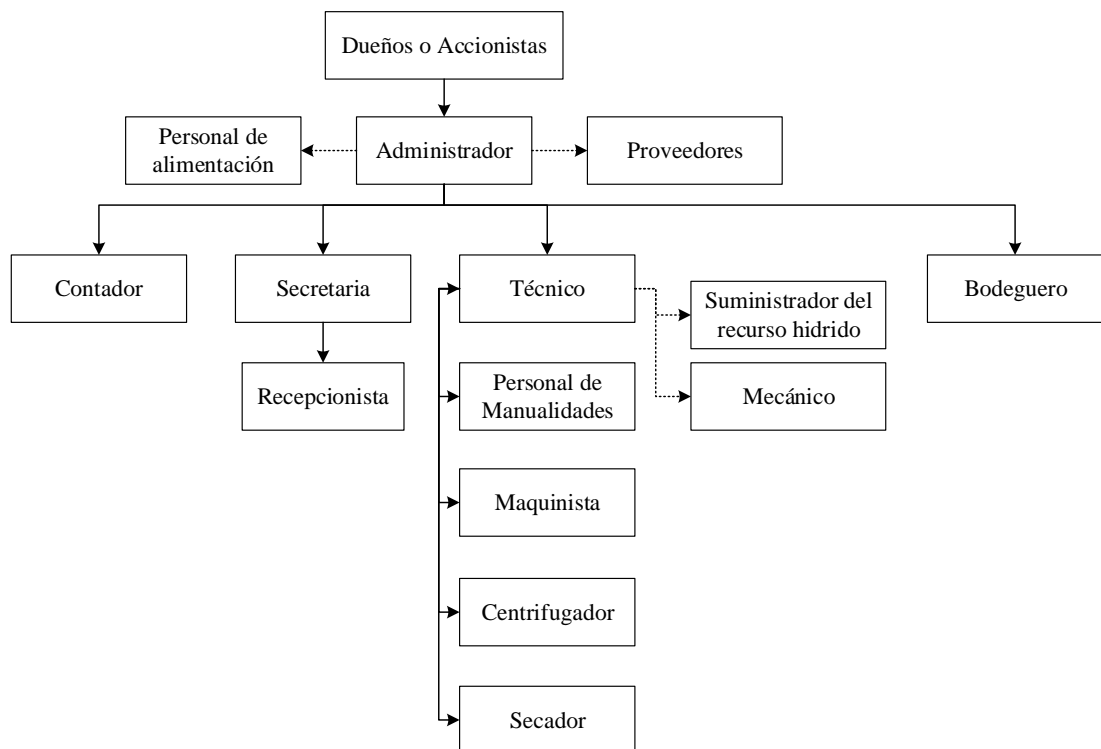


Figura. 10: Organigrama estructural de la empresa [Autor].

3.2.1 Proceso de Producción (teñido)

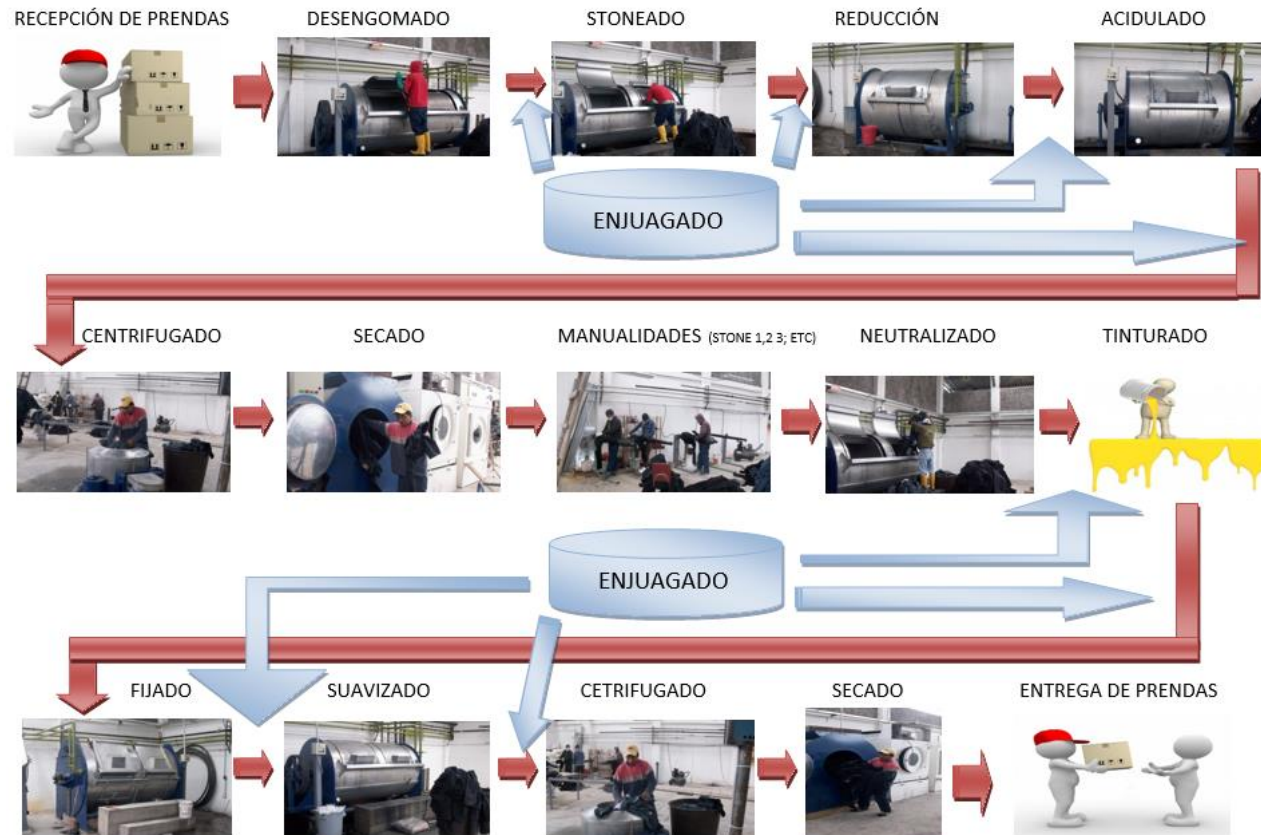


Figura. 11: Proceso de producción de la empresa [Autor].

3.2.2 Prendas Conformes e Inconformes del Proceso

A continuación en la Tabla 4 se describe el balance general de la empresa del año 2019, en el cual se detalla las conformidades y desconformidades del producto final.

Tabla 4: Tabla de conformidades general [Autor].

BALACE GENERAL					
Año:	2019				
Producción:	Prendas				
Máquinas:	4 lavadoras de 50 kg.				
MESES	Prendas Producidas	Prendas Conformes	Prendas no Conformes	Porcentaje Conformes	≥ 99,6
Enero	10000	9950	50	99,5%	99,5%
Febrero	11000	10978	22	99,8%	99,8%
Marzo	9000	8955	45	99,5%	99,5%
Abril	8000	7936	64	99,2%	99,2%
Mayo	8000	7952	48	99,4%	99,4%
Junio	9000	8937	63	99,3%	99,3%
Julio	9000	8955	45	99,5%	99,5%
Agosto	8000	7944	56	99,3%	99,3%
Septiembre	10000	9920	80	99,2%	99,2%
Octubre	12000	11880	120	99,0%	99,0%
Noviembre	20000	19890	110	99,5%	99,5%
Diciembre	25000	24525	475	98,1%	98,1%
TOTALES	139000	137822	1178	99%	

Análisis

La empresa presenta un promedio de inconformidad en prendas de 1178 que corresponde al 0,85 % del total de prendas producidas durante el año 2019, tomando en consideración el porcentajes de conformes en los diferentes meses de producción, se observa que existen meses con $\geq 99,6$.

Interpretación

Mediante los resultados obtenidos se determinó que existe una mayor cantidad de prendas conformes en referencia a la totalidad, pero existe una mínima cantidad de prendas no conformes que hay que mencionar que esta mínima cantidad de prendas no

conformes son devueltas a la empresa con un valor monetario que multiplica diez veces el valor del servicio, creando pérdidas significativas dentro de la misma.

3.2.2.1 Costos por Prendas no Conformes

Según el área administrativa en una tabla de valores de costos unitarios de la empresa, el proceso de teñido stone finalizado tiene un costo de 0,85 \$ por prenda, además se tiene un valor de referencia del pantalón terminado en el mercado de 10\$, y este varía de precio según el tipo de prenda y el tamaño del mismo.

Con estos antecedentes a continuación se detalla el costo referencial, en base a las prendas no conformes obtenidas en la Tabla 5, que se producen en la empresa APITEX.

Tabla 5: Análisis de costos de prendas no conformes [Autor].

BALACE GENERAL						
Año:	2019					
Producción:	Prendas					
Máquinas:	4 lavadoras de 50 kg.					
MESES	Prendas no conformes	Costo por prenda del proceso	Pérdida económica del proceso	Costo por prenda para la empresa	Pérdidas económicas para la empresa	Pérdida económica total para la empresa
Enero	50	\$ 0,80	\$ 40,00	\$ 10,00	\$ 500,00	\$ 540,00
Febrero	22	\$ 0,80	\$ 17,60	\$ 10,00	\$ 220,00	\$ 237,60
Marzo	45	\$ 0,80	\$ 36,00	\$ 10,00	\$ 450,00	\$ 486,00
Abril	64	\$ 0,80	\$ 51,20	\$ 10,00	\$ 640,00	\$ 691,20
Mayo	48	\$ 0,80	\$ 38,40	\$ 10,00	\$ 480,00	\$ 518,40
Junio	63	\$ 0,80	\$ 50,40	\$ 10,00	\$ 630,00	\$ 680,40
Julio	45	\$ 0,80	\$ 36,00	\$ 10,00	\$ 450,00	\$ 486,00
Agosto	56	\$ 0,80	\$ 44,80	\$ 10,00	\$ 560,00	\$ 604,80
Septiembre	80	\$ 0,80	\$ 64,00	\$ 10,00	\$ 800,00	\$ 864,00
Octubre	120	\$ 0,80	\$ 96,00	\$ 10,00	\$ 1.200,00	\$ 1.296,00
Noviembre	110	\$ 0,80	\$ 88,00	\$ 10,00	\$ 1.100,00	\$ 1.188,00
Diciembre	475	\$ 0,80	\$ 380,00	\$ 10,00	\$ 4.750,00	\$ 5.130,00
TOTALES	1178		\$ 942,40		\$ 11.780,00	\$ 12.722,40

Análisis e Interpretación

En la tabla anterior se observa una pérdida económica de \$ **12.722,40** la cual es muy considerable para la empresa, cabe mencionar que este valor es recuperable en un 50% aproximadamente, puesto que las prendas no conformes entran en el proceso de remate

al mercado, por lo que se estima que la pérdida final sería de \$ 6.3061,2 aproximadamente.

3.2.3 Proceso Productivo Stone

A continuación en la Figura 12 se detalla el proceso de teñido stone, de la empresa Apitex.

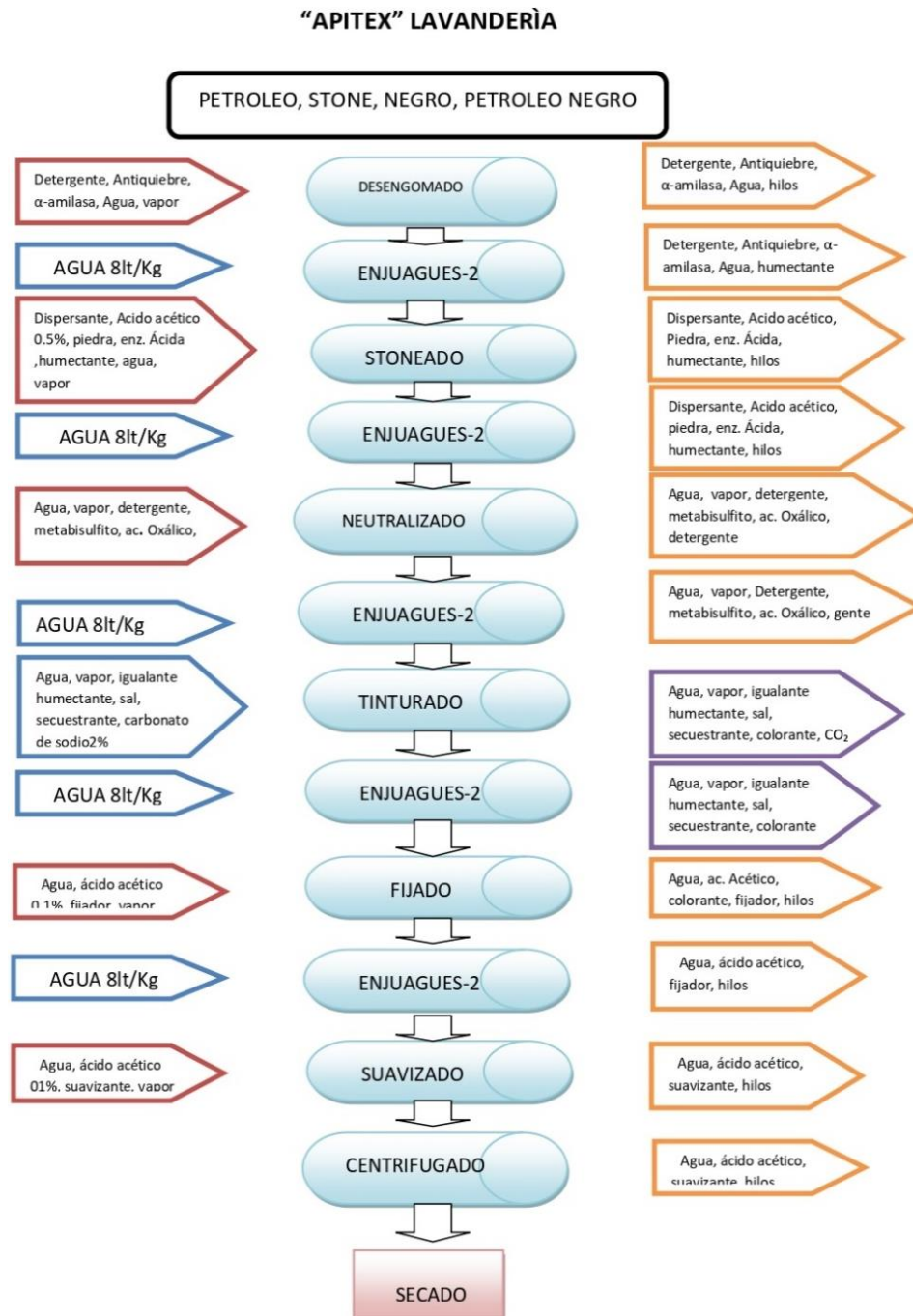


Figura. 12: Proceso stone de la empresa [Apitex].

3.2.4 Temperatura en el Proceso

Según lo establecido en las fichas técnicas de los proveedores, para el manejo de las sustancias químicas, el cual intervienen en el proceso de teñido stone de la empresa, las temperaturas que se deben manejar son las siguientes, según el proceso se indica a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6: Temperaturas en los procesos [Autor].

Procesos	Temperaturas Establecidas (°C)
Desengome	40 °C
Enjuague 1	Ambiente(Agua)
Stoneado	40 °C
Enjuague 2	Ambiente(Agua)
Neutralizado	30 °C
Enjuague 3	Ambiente(Agua)
Fijado	40 °C
Enjuague	Ambiente(Agua)
Suavizado	Ambiente(Agua)

3.2.5 Volumen del Agua

En cuanto al volumen del agua, según el proceso establecido en la empresa, está en función del peso de la producción, el proveedor de las sustancias químicas establece una relación litros de agua por kilogramos de sustancias (lt/kg) (Ver Tabla 7).

Tabla 7: Volumen del agua en los procesos [Autor].

Procesos	lt. /Kg.
Desengome	8
Enjuague 1	8
Stoneado	8
Enjuague 2	8
Neutralizado	8
Enjuague 3	8
Fijado	8
Enjuague 4	8
Suavizado	8
Enjuague 5	8

3.2.6 Tiempos de los Procesos

Los tiempos de cada proceso son establecidos por los proveedores de los insumos químicos y acogidos por la empresa, por lo que se ven reflejados en las órdenes de trabajo como lo indica en la Tabla 8.

Tabla 8: Tiempos de los procesos [Autor].

Procesos	Tiempos(min)
Desengome	10
Enjuague 1	2
Stoneado	40
Enjuague 2	2
Neutralizado	10
Enjuague 3	2
Fijado	10
Enjuague 4	2
Suavizado	10
Enjuague 5	2

3.2.7 Niveles de Producción

A continuación se detalla los niveles de producción de la empresa Apitex obtenidos por parte del área administrativa.

3.2.7.1 Producción del Proceso Stone por Periodos

En la Tabla 9 se describe la producción del proceso de teñido stone, por períodos de tiempo (diario, semanal y mensual) y se detalla en función cuantificable para la empresa.

Tabla 9 : Proceso stone en bruto por periodos [Autor]

	Procesos stone/diario	Procesos stone/semanal	Procesos stone/mensual
Por lote	24	120	480
Por prendas	1200	6000	24000
Por peso(Kg)	960	4800	19200

3.2.7.2 Reprocesos del Proceso Stone

En la Tabla 10 se describe los reprocesos del proceso de teñido stone por períodos de tiempo (semanal y mensual) y se detalla en función cuantificable para la empresa.

Tabla 10: Reprocesos del proceso stone por periodos [Autor].

	Procesos stone/semanal	Procesos stone/mensual
Por lote	2	8
Por prendas	120	480
Por peso(Kg)	80	320

3.2.7.3 Procesos Stone con Mala Calidad

En la Tabla 11 se describe los procesos del teñido stone con mala calidad, por períodos de tiempo (semanal y mensual) y se detalla en función cuantificable para la empresa.

Tabla 11: Productos con mala calidad [Autor].

	Procesos stone/semanal	Procesos stone/mensual
Por lote	1	4
Por prendas	13	52
Por peso(Kg)	15,6	62,4

3.2.8 Datos Durante la Operación de la Máquina

Para la máquina lavadora jean de 50 Kg de carga se tiene los siguientes datos durante el proceso productivo stone.

Tabla 12: Operación de la máquina lavadora jean de 50kg [Autor]

Procesos	Caudales(m3)		Temperaturas(C)		Tiempos(min)	
	Rcom.	Obsev.	Rcom.	Obsev.	Rcom.	Obsev.
Desengome	0,4	0,44	40	38	10	12
Enjuague 1	0,4	0,43	14	14	2	2,5
Stoneado	0,4	0,42	40	45	40	35
Enjuague 2	0,4	0,41	14	14	2	3
Neutralizado	0,4	0,42	30	36	10	12
Enjuague 3	0,4	0,41	14	14	2	2,8
Fijado	0,4	0,42	40	38	10	13
Enjuague 4	0,4	0,39	14	14	2	3,5
Suavizado	0,4	0,44	14	14	10	12
Enjuague 5	0,4	0,38	14	14	2	4
TOTALES	4	4,156	234	241	90	99,8

3.2.9 Análisis de la Productividad

La productividad es la relación entre producción e insumo como lo indica la ecuación 1 (Eficiencia y calidad), para determinar cuál será el valor de la productividad reemplazamos los valores en dicha ecuación.

Datos:

Tiempo real: 90 min

Tiempo planificado: 99,8 min

Prendas producidas: 137822 Prendas

Prendas planificadas: 139000 Prendas

$$Productividad = \frac{90 \text{ min}}{99,8 \text{ min}} * \frac{137822 \text{ prendas}}{139000 \text{ prendas}}$$

$$Productividad = 89 \%$$

Al aplicar los valores en la formula se obtienen los siguientes valores:

Eficiencia del 90% y eficacia del 99%, lo cual genera la productividad del 89%.

3.3 Verificación de la Hipótesis

Se realiza la prueba de chi-cuadrado, para verificar si las variables físicas observadas en relación con las variables físicas recomendadas intervienen durante el proceso de teñido stone afectando la calidad del producto.

3.3.1 Prueba de la Hipótesis para el Volumen del Agua en el Proceso Stone

Formulación de la hipótesis en base a los objetivos específicos, para el volumen de agua.

H0: El volumen del agua en el proceso stone no afecta a la calidad del producto final.

H1: El volumen del agua en el proceso stone afecta a la calidad del producto final.

Tabla 13: Volumen del agua durante el proceso [Autor].

Volumen del agua(m ³)				
No	Procesos	Recomendados(m ³)	Observados(m ³)	Totales
1	Desengome	0,4	0,44	0,84
2	Enjuague 1	0,4	0,43	0,832
3	Stoneado	0,4	0,42	0,82
4	Enjuague 2	0,4	0,41	0,808
5	Neutralizado	0,4	0,42	0,82
6	Enjuague 3	0,4	0,41	0,808
7	Fijado	0,4	0,42	0,816
8	Enjuague 4	0,4	0,39	0,792
9	Suavizado	0,4	0,44	0,84
10	Enjuague 5	0,4	0,38	0,78
TOTALES		4	4,156	7,376
Probabilidades		54%	56%	

En la Tabla 13 se describe el volumen de agua recomendado y observado para cada etapa del teñido stone.

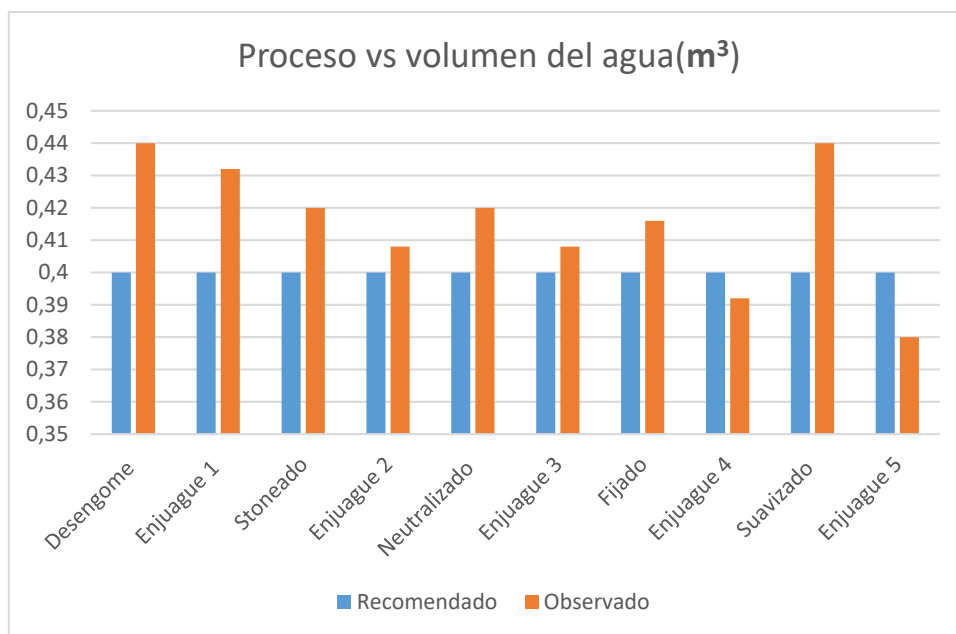


Gráfico 2: Volumen del agua durante el proceso. [Autor].

En el Gráfico 2 se observa que el proceso está en función del volumen del agua tanto recomendado como observado y se evidencia una gran variación de valores en m³ de la etapa desengome y enjuague.

Tabla 14: Volumen del agua (esperado) [Autor].

Volumen del agua(Esperados)			
No	Procesos	Recomendados(m³)	Observados(m³)
1	Desengome	0,46	0,47
2	Enjuague 1	0,45	0,47
3	Stoneado	0,44	0,46
4	Enjuague 2	0,44	0,46
5	Neutralizado	0,44	0,46
6	Enjuague 3	0,44	0,46
7	Fijado	0,44	0,46
8	Enjuague 4	0,43	0,45
9	Suavizado	0,46	0,47
10	Enjuague 5	0,42	0,44

Tabla 15: Distancia del chi-cuadrado para el volumen del agua [Autor].

Distancias del chi-cuadrado	
0,0068	0,0023
0,0058	0,0029
0,0045	0,0038
0,0033	0,0049
0,0045	0,0038
0,0033	0,0049
0,0041	0,0042
0,0020	0,0066
0,0068	0,0023
0,0012	0,0081

Resultados:

Chi calculado: 0,09

Chi tabla: 16,9189776

El valor calculado es menor al tabulado por lo que se acepta la hipótesis alternativa, mencionando que:

H1: El volumen del agua en el proceso stone afecta a la calidad del producto final.

3.3.2 Prueba de la Hipótesis para el Tiempo en el Proceso Stone

Formulación de la hipótesis en base a los objetivos específicos, para el tiempo.

H0: El tiempo del proceso stone no afecta a la calidad del producto final.

H1: El tiempo del proceso stone afecta a la calidad del producto final.

Tabla 16: Tiempo en los procesos [Autor].

Tiempo(min)				
No	Proceso	Recomendado(min)	Observado(min)	Total
1	Desengome	10	15	25
2	Enjuague 1	2	3	5
3	Stoneado	40	45	85
4	Enjuague 2	2	2,8	4,8
5	Neutralizado	10	15	25
6	Enjuague 3	2	3,2	5,2
7	Fijado	10	12	22
8	Enjuague	2	5	7
9	Suavizado	10	15	25
Total	88	116	204	
	Probabilidad	43%	57%	

En la Tabla 16 se describe el tiempo recomendado y observado para cada etapa del teñido stone.

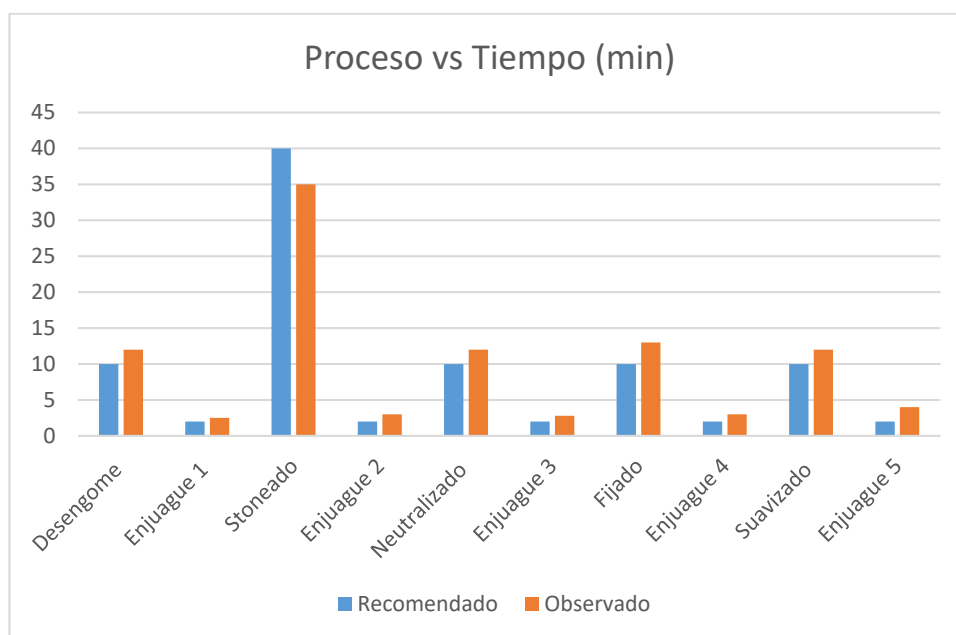


Gráfico 3: Proceso vs. Tiempo en el proceso stone [Autor].

En el Gráfico 3, se describe el proceso que está en función del tiempo tanto recomendado como observado y se evidencia una gran variación de valores en minutos de la etapa stoneado.

Tabla 17: Tiempo en el proceso stone esperado [Autor].

Tiempos(Esperados)			
No	Procesos	Recomendados(min)	Observados(min)
1	Desengome	10,80	11,92
2	Enjuague 1	2,21	2,44
3	Stoneado	36,82	40,63
4	Enjuague 2	2,45	2,71
5	Neutralizado	10,80	11,92
6	Enjuague 3	2,36	2,60
7	Fijado	11,29	12,46
8	Enjuague 4	2,45	2,71
9	Suavizado	10,80	11,92
10	Enjuague 5	2,95	3,25

Tabla 18: Distancia del chi-cuadrado para el tiempo [Autor].

Distancias del chi-cuadrado	
0,06	0,00
0,02	0,00
0,27	0,78
0,08	0,03
0,06	0,00
0,05	0,02
0,15	0,02
0,08	0,03
0,06	0,00
0,30	0,17

Resultados:

Chi calculado: 2,20

Chi tabla: 16,9189

El valor calculado es menor al tabulado por lo que se acepta la hipótesis alternativa

H1: El tiempo del proceso stone afecta a la calidad del producto final.

3.3.3 Prueba de Hipótesis para la Temperatura en el Proceso Stone

Formulación de la hipótesis en base a los objetivos específicos, para la temperatura.

H0: La temperatura en el proceso stone no afecta a la calidad del producto final.

H1: La temperatura en el proceso stone afecta a la calidad del producto final.

Tabla 19: Temperaturas observadas en los procesos [Autor].

Temperaturas (C)				
No	Procesos	Recomendados(C)	Observados(C)	Total
1	Desengome	40	38	78
2	Enjuague 1	14	14	28
3	Stoneado	40	45	85
4	Enjuague 2	14	14	28
5	Neutralizado	30	36	66
6	Enjuague 3	14	14	28
7	Fijado	40	38	78
8	Enjuague 4	14	14	28
9	Suavizado	14	14	28
10	Enjuague 5	14	14	28
TOTALES		234	241	447
Probabilidades		52%	54%	

En la Tabla 19 se describe las temperaturas recomendadas y observadas para cada etapa del teñido stone.

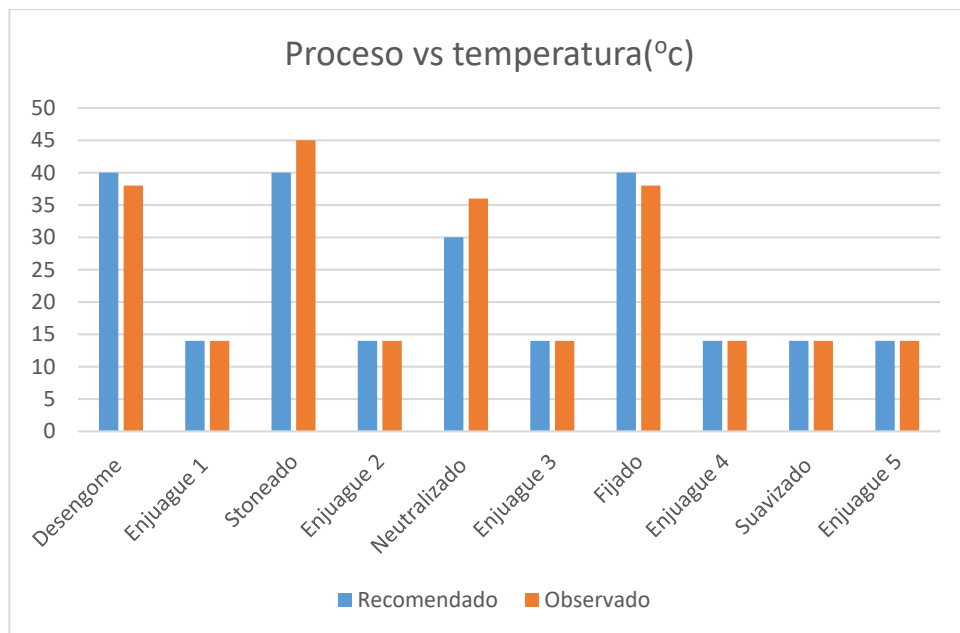


Gráfico 4: Procesos vs temperaturas en el proceso stone. [Autor].

En el Gráfico 4, se detalla el proceso que está en función de la temperatura tanto recomendado como observado y se evidencia una gran variación de valores en grados centígrados (°C) de la etapa stoneado.

Tabla 20: Temperaturas esperadas en los procesos [Autor].

Temperaturas (Esperadas)			
No	Procesos	Recomendados(C)	Observados(C)
1	Desengome	40,83	42,05
2	Enjuague 1	14,66	15,10
3	Stoneado	44,50	45,83
4	Enjuague 2	14,66	15,10
5	Neutralizado	34,55	35,58
6	Enjuague 3	14,66	15,10
7	Fijado	40,83	42,05
8	Enjuague 4	14,66	15,10
9	Suavizado	14,66	15,10
10	Enjuague 5	14,66	15,10

Tabla 21: Distancia del chi-cudrado para las temperaturas [Autor].

Distancias del chi-cuadrado	
0,02	0,39
0,03	0,08
0,45	0,01
0,03	0,08
0,60	0,00
0,03	0,08
0,02	0,39
0,03	0,08
0,03	0,08
0,03	0,08

Resultados:

Chi calculado: 2,54

Chi tabla: 16,9189776

El valor calculado es menor al tabulado por lo que se acepta la hipótesis alternativa

H1: La temperatura del proceso stone afecta a la calidad del producto final.

CAPÍTULO IV.- DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Descripción

TEMA: Implementación del proceso automatizado teñido-stone en la máquina lavadora industrial jean mediante la aplicación de sensores y controladores con el fin de optimizar recursos y tiempos.

La empresa dedicada a la lavandería y tintorería “Apitex” está ubicada en Ambato Provincia del Tungurahua y brinda el servicio de teñido a los pequeños, medianos y grandes productores de prendas jean ofreciendo un trabajo de calidad, por lo que el desempeño debe mejorarse continuamente. La competitividad de los servicios que presta esta empresa es amplia, puesto que hay varias empresas que se dedican a proporcionar los mismos servicios. Los resultados del producto elaborado deben ser buenos para satisfacer las necesidades del cliente, como la puntualidad en tiempos de entrega.

Con lo expuesto anteriormente y siendo una empresa que requiere crecer se necesita que las instalaciones cuenten con equipos óptimos en las funciones requeridas. Los procesos de producción de esta empresa deben ser cada vez mejores disminuyendo así fallas en el producto final, mejorando de esta manera la economía de la empresa, para que el desempeño aumente de manera global en la productividad.

Se pretende mejorar el proceso de teñido stone, de manera que se optimice los recursos y del mismo modo el tiempo del proceso, de esta forma se disminuye errores que suelen suceder durante la ejecución del proceso, y así contribuir con la mejora de la empresa.

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo General

- Automatizar el proceso de teñido-stone en la máquina lavadora jean para la optimización de recursos y tiempos.

4.1.1 Objetivos Específicos

- Seleccionar los sensores, controladores y actuadores idóneos para la automatización de la máquina lavadora jean.
- Realizar la evaluación técnica y económica entre el proceso de teñido actual versus la propuesta.

4.2 Análisis de Factibilidad

4.2.1 Factibilidad Tecnológica

En la actualidad y con el avance de la tecnología, se ha permitido la implementación de procesos automatizados, permitiendo controlar las variables físicas que intervienen en la máquina lavadora jean, esto con la ayuda de equipos que estén acordes al mercado y que sean fáciles de operar.

Este proyecto es factible tecnológicamente, puesto que permite el desarrollo de la empresa acorde a las nuevas tendencias tecnológicas y será ejemplo para las demás empresas del sector, además la empresa cuenta con los recursos mecánicos y tecnológicos, que permiten el desarrollo del proyecto, demostrando por parte de los propietarios interés en mejorar cada día los procesos.

4.1.1 Factibilidad Económica

Este proyecto es factible económicamente puesto que por medio del proceso automatizado se mejorara los tiempos de producción, se disminuye fallas durante la producción, se estandariza los procesos de forma exacta y por ende se mejora la calidad del producto final y aumenta el parámetro de la productividad.

Cabe mencionar que los procesos automatizados mejoran los parámetros de: calidad, repetitividad y precisión, esto permitirá que la empresa genere mayor producción de mejor calidad.

4.2 Esquemas del Proceso para Automatizar

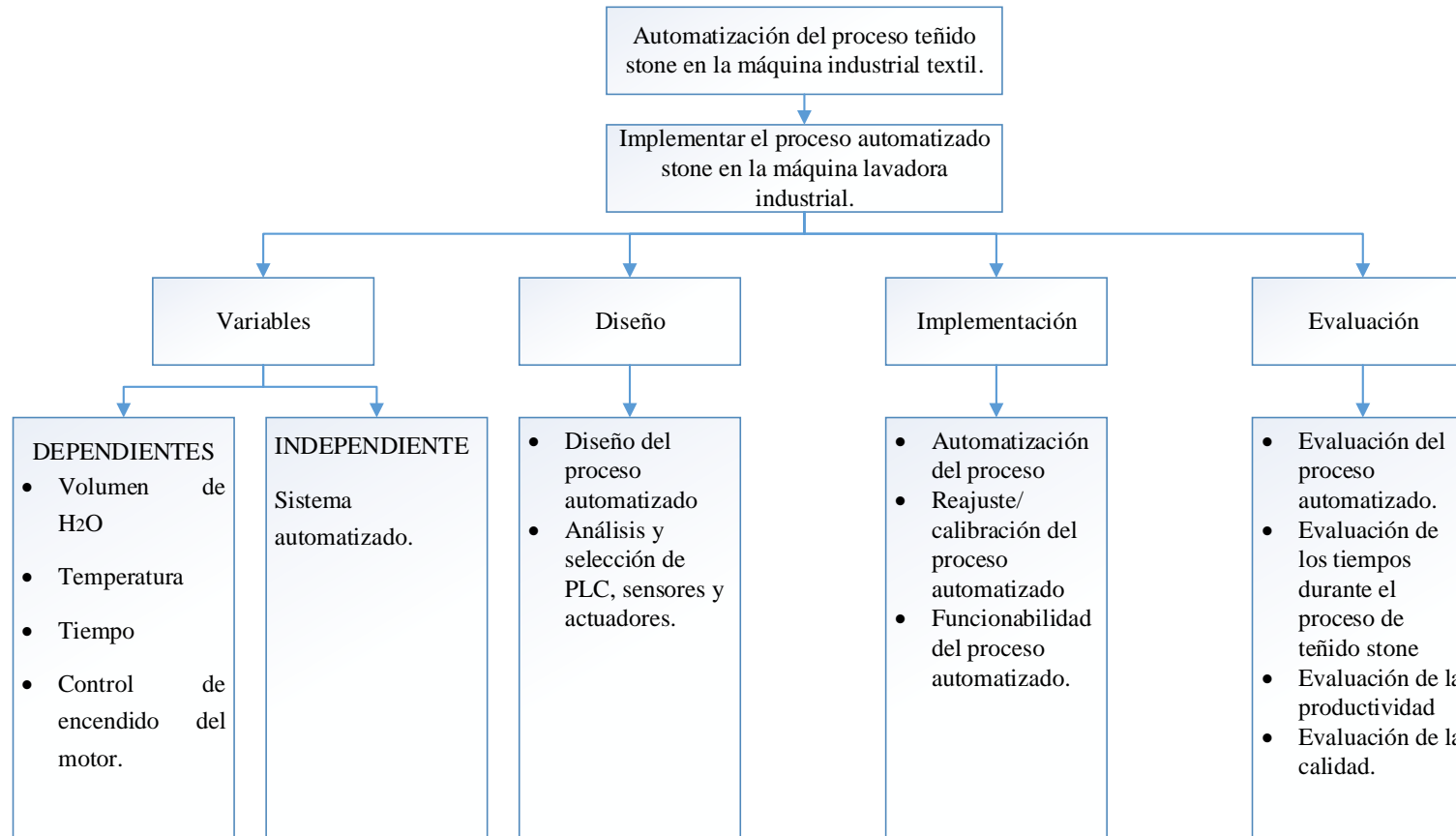


Gráfico 5: Esquemas del proceso para automatizar [Autor].

4.3 Desarrollo

Para el correcto desarrollo del sistema automatizado se toma en consideración el sistema de trabajo dentro de la empresa, acorde a las órdenes de producción y observación del operario manipulando la máquina.

4.3.1 Descripción del Proceso de las Condiciones de la Empresa

A continuación en la Tabla 22 se describe el proceso de las condiciones de la empresa, adaptándola al sistema automatizado.

Tabla 22: Proceso del teñido de las condiciones de la empresa. [Autor].

Procesos	Entradas	Salidas
Inicio.- Mediante las órdenes de trabajo se determina los parámetros del lavado, como es la temperatura y el tiempo.	*Tiempo *Temperatura.	
Teñido caliente: Ingresa agua mediante la apertura de la válvula, esta es detenida cuando el agua marca el nivel señalado, el motor entra en funcionamiento e ingresa el vapor hasta calentar el agua a la temperatura estimada, para pasar al siguiente proceso se toma en consideración el tiempo establecido en las órdenes de trabajo.	*Nivel *Temperatura *Control de tiempo.	*Válvula del agua *Motor *Válvula de vapor *Válvula de compuerta.
Teñido en frío: Ingresa agua mediante la apertura de la válvula, esta es detenida cuando el agua marca el nivel señalado, el motor entra en funcionamiento y para pasar al siguiente proceso se toma en consideración el tiempo establecido en las órdenes de trabajo.	*Nivel *Control de tiempo.	*Válvula de agua *Motor *Válvula de compuerta.
Enjuague.- Se abre la compuerta hasta observar que ya no descargue fluido, se llena el agua hasta el nivel marcado, se deja pasar un tiempo prudente y se repite este proceso por dos veces aproximadamente.		*Compuerta *Válvula del agua.

4.3.2 Eventos que se va a Controlar en el Proceso

Mediante el estudio realizado en la empresa y la descripción del proceso establecido en la misma se ha identificado los principales eventos que se va a controlar de forma automática, quedando de la siguiente manera:

- Llenar el agua en el tanque principal
- Encendido del motor
- Paso de vapor (calentar el agua)
- Descarga de la solución (vaciado del tanque).

4.3.3 Variables a Controlar en el Proceso

Basado en los eventos que suceden en el proceso de teñido y las condiciones de la empresa las variables a controlar quedan de la siguiente manera:

- Volumen del agua
- Temperatura del agua
- Descarga de la solución
- Duración del encendido del motor (tiempo).

4.3.3.1 Descripción y Parámetros de las Variables a Controlar

Basado en las condiciones de la empresa que se detalla en el capítulo 3 se ha determinado que: la temperatura del agua, volumen del agua, vaciado del tanque y duración del proceso, varía en función del proceso, el cual se encuentra establecido en las órdenes de trabajo que se maneja en la empresa.

Basado en estos antecedentes se estima que se debe establecer una gran variedad de las variables a controlar, esto permitirá la selección de controladores que permitan establecer los parámetros en cada variable en función de los procesos.

4.3.4 Descripción del Proceso Automatizado a las Condiciones de la Empresa

Considerando el proceso establecido en la empresa y realizando un análisis de la misma se ha desarrollado un proceso automatizado que se describe a continuación en la tabla 23.

Tabla 23: Descripción del proceso automatizado [Autor].

Procesos	Entradas	Salidas
Inicio.- Configuramos los parámetros del lavado, como es la temperatura y el tiempo.	*Tiempo *Temperatura.	
Teñido caliente: Ingresamos el agua, se detecta el nivel del agua, luego el motor entra en funcionamiento, de manera que ingresa el vapor hasta calentar el agua a la temperatura seteada en el controlador de temperatura, este de ahí se emite la señal, el timer empieza a funcionar hasta contabilizar el tiempo seteado y posteriormente se envía una señal que dará inicio al siguiente proceso.	*Nivel *Temperatura *Control de tiempo.	*Válvula del agua *Motor *Válvula de vapor *Válvula de compuerta.
Teñido caliente: Ingresamos agua, se detecta el nivel del agua, luego el motor entra en funcionamiento, de modo que el timer empieza a funcionar hasta contabilizar el tiempo seteado y posteriormente se envía una señal que dará inicio al siguiente proceso.	*Nivel *Control de tiempo.	*Válvula de agua *Motor *Válvula de compuerta.
Enjuague.- La compuerta se cierra, ingresa el agua hasta el nivel alto, luego se enciende el motor por 1 min y se abre la compuerta hasta que detecte el nivel bajo.		*Compuerta *Válvula del agua.

4.4 Diseño del Proceso Automatizado

A continuación se desarrollará el diseño del proceso en base al estudio preliminar.

Por consiguiente se describe el diagrama de flujo del proceso de teñido automatizado acorde a las condiciones de la empresa.

4.4.1 Diagrama de flujo

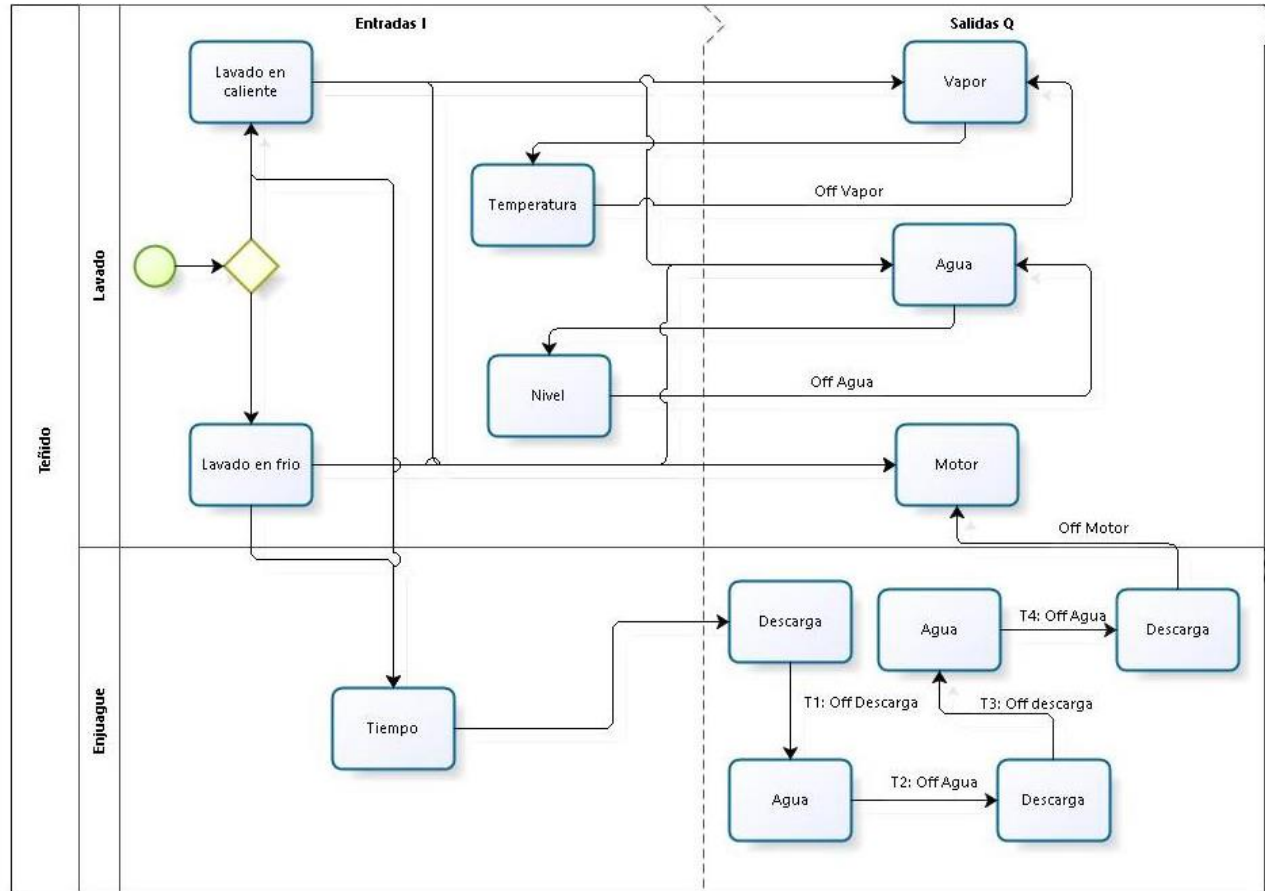


Gráfico 6: Diagrama de flujo del proceso para automatizar [Autor].

4.5 Identificación de las Variables para el Controlador

4.5.1 Señales de Entradas para el Controlador

Tabla 24: Señales de entrada para el controlador [Autor].

Variables de Entradas	Designaciones	Tipos de señales	Tipos de sensores	Entradas
Control de temperatura	T.A	Digital	MT-511R(N/A)	I4
Lavado en frio	L.F.	Digital	Pulsador(N/A)	I2
Control de nivel	N.A.	Digital	Boya Magnética(N/A)	I7
Lavado en caliente	L.C.	Digital	Pulsador(N/A)	I5
Paro de emergencia	P.E.	Digital	Botonera(N/C)	I6
Botón de incido	B.I.	Digital	Botonera (N/A)	I3
Control de tiempo	T.M.	Analógica	Placa 0-10V(N/A)	I1

4.5.2 Salidas al Relé para el Controlador

Tabla 25: Salidas al relé para el controlador [Autor].

Variables de salidas	Designaciones	Tipos de señales	Tipos de actuadores	Salidas
Válvula del agua	V.A.	Digital	Solenoide	Q1
Válvula del vapor	V.V.	Digital	Solenoide	Q3
Válvula de la compuerta	V.c.	Digital	Solenoide	Q2
Encendido motor	E.M.	Digital	Contactador	Q4

4.5.3 Grafset del Proceso Stone

Al analizar las diferentes características del proceso de teñido Stone y las condiciones de la empresa Apitex, mediante el programa Cade_simu se desarrolla el grafset del proceso, como lo indica el Gráfico 7 esto permitirá automatizar las etapas del proceso.

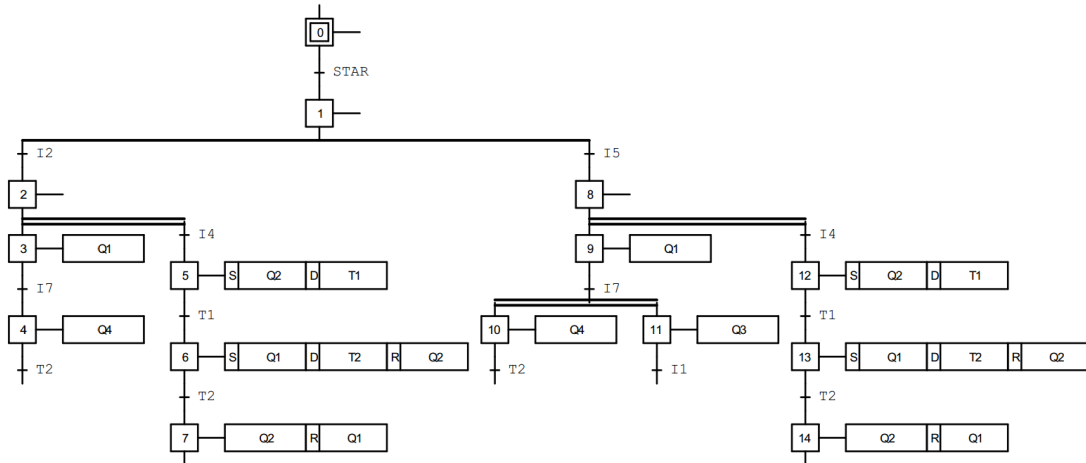


Gráfico 7: Grafset del proceso de teñido stone. [Autor].

4.6 Análisis y Selección del Controlador, Actuador y Sensores

A continuación se desarrolla la selección de los equipos para el sistema que se va a automatizar, tomando en consideración las variables que se va a controlar y el costo de los productos.

4.6.1 Selección de Controladores

Para el proceso se ha considerado seleccionar un controlador general, que permitirá controlar todo el proceso en general, el controlador seleccionado permitirá establecer parámetros de temperatura y otro controlador para establecer tiempos.

4.6.1.1 Controlador Lógico Programable Principal

Para la selección del controlador se toma en consideración equipos confiables y existentes en el mercado, como lo describe la Tabla 26.

Tabla 26: Características para el controlador [Autor].

Controladores	Marcas	Detalles	Valores
LOGO 8	Siemens	<ul style="list-style-type: none"> *Comunicación y programación por Ethernet *Pantalla 6 líneas de 6 caracteres, 4 colores *Alimentación 12 a 24VDC, existen otras versiones a 110 & 220VAC 8 DI Entradas Digitales, 4 de las cuales también son AI entradas Analógicas. *4 Salidas a Rele, Soportan 240VAC/VDC 16A max *Memoria: Soporta hasta 400 bloques *Permite expansiones de I/O *Registrador de Datos *Servidor WEB Embebido *Soporta tarjeta MicroSD Standard *Programación Software con LogoSoft Confort *Reloj NTP Configurable. 	250\$
PLC siemens s7-1200	Siemens	<ul style="list-style-type: none"> *Capacidad de procesamiento es de 64 bits *Interfaz Ethernet integrada *Entadas analógicas integradas *24 entradas y salidas digitales *3 analógicas integradas *Bloques de función para control de ejes conforme a PLC open *Programación mediante la software. 	450 \$

Mediante las entradas y salidas que se dispone a controlar en el proceso, se toma como mejor opción la implementación del logo V8, puesto que este aparte de ser económicamente rentable, cumple con necesidades requeridas, se la puede observar mediante la Figura 13 que menciona la forma física del controlador.

Funcionalidad

Posee funciones como retardo ON / OFF, temporizador semanal, generador de pulsos, temporizador astronómico, temporizador anual, cronómetro, etc. que normalmente deben programarse primero en un PLC típico. Hay más de 40 funciones disponibles y

los programas pueden incluir hasta 400 bloques. Se pueden utilizar Logo! para programar funciones macro y crear bibliotecas a partir de subfunciones probadas. [20].



Figura. 13: Controlador LOGO [20].

4.6.1.2 Controlador para la Temperatura

Para el control de temperatura se seleccionó un controlador e indicador de temperatura en base al catálogo proporcionado por la empresa Maquinarias Henríquez, para lo cual se consideró los siguientes aspectos detallados en la Tabla 27.

Tabla 27: Características para el controlador de la temperatura [Autor].

Descripciones	Características
Alimentación	220 Vac
Temperatura de control	de 10 °C a 100 °C
Humedad de trabajo	Que soporte a la humedad
Dimensiones	Relativamente pequeño

Se seleccionó el controlado MT-512i de la marca Full Gauge Controls.

Funcionalidad

Controlado digital de temperatura MT-512Ri, Posee un timer cíclico conjugado, controla la refrigeración. Características según el catalogo ver anexo C.

- **Alimentación:** 115 o 220 Vac +/- 10% (50/60Hz)
- **Temperatura de control:** -50 Hasta 105 C
- **Corriente máxima por salida:** NA 16(8) A/250Vac 1Hp – NC 8^a/250Vac

- **Temperatura de operación:** 0 hasta 50 C
- **Humedad de operación:** 10 hasta 90% HR (Sin condensación).

En la Figura 14 se puede observar el diagrama de conexión del controlador de temperatura, este es de mucha utilidad al momento de instalar los equipos.

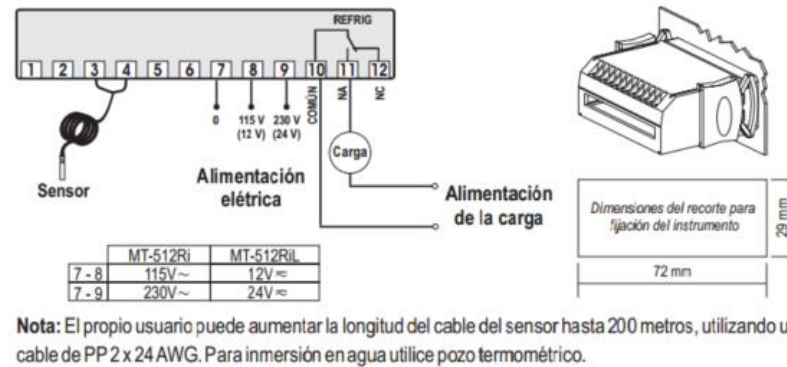


Figura. 14: Esquema de conexión [Anexo C].

4.6.1.3 Controlador para el Tiempo

Para el control y seteo del tiempo se seleccionó un controlador e indicador en base al catálogo proporcionado por la empresa Tesla Electricidad y Electrónica, para lo cual se consideró los siguientes aspectos detallados en la Tabla 28.

Tabla 28: Características para el control del tiempo [Autor].

Descripciones	Características
Alimentación	220 Vac
Tango de tiempo	De segundos y minutos y horas
Humedad de trabajo	Que soporte a la humedad
Dimensiones	Relativamente pequeño.

Se seleccionó el controlador de la marca **Camsco** denominado “Multi Range Digital Timer AH5C-N”, el cual cumple con los parámetros e indicaciones que se han establecido en el proceso de la empresa, se puede observar mediante la Figura 15 la forma física del controlador.



Figura. 15: Controlador del tiempo seleccionado [Autor].

El timer posee un circuito integrado por lo que garantiza una gran estabilidad y precisión.

Contacto de salida: Contactos de retardo de tiempo 1C (DPDT) 3A. Rango de ajuste de tiempo 99.99S ~ 99H99M seleccionable por el panel frontal.

Características:

- Precisión de repetición: Menos de $\pm 1\%$ del fondo de escala
- Efecto de la tensión: $\pm 0,05$ seg
- Efecto de la temperatura: Menos de $\pm 2\%$ a 20°C
- Precisión de ajuste: $\pm 5\%$ de error de frecuencia de potencia
- Tiempo de reposición: Inferior a 0,5 seg
- Resistencia de aislamiento: $50\text{M}\Omega$ min (a AC 500V)
- Dieléctrico: AC 2000V un Min.
- Peso: Aproximadamente 250g DC. 300g AC
- Resistencia a los golpes: Operaciones incorrectas 10G
- Vida útil :
- Mecánica 5.000.000 de operaciones
- Eléctrica 100.000 operaciones con carga nominal.
- Tensión de funcionamiento :
- AC 85-110% de la tensión nominal
- DC 80-110% de la tensión nominal.
- Tensión nominal :
- AC 110V, 220V, 240V 50/60Hz
- DC 12V, 24V.

- Potencia consumida: AC 3VA / DC 2W
- Aproximadamente 3VA para AC / Aproximadamente 2W para DC.
- Capacidad de contacto: AC 250V 3A (P.F.=1).
- Temperatura ambiente: -10°C ~ +50°C.
- Humedad ambiental: 45~85% RH.

Rango de tiempo

Seleccionable en el panel frontal, rango de ajuste del tiempo:

- 0.01S~99.99S
- 1M~99M99S
- 1M~99H99M

4.6.2 Selección de Sensores

Para la selección de los sensores se ha considerado las variables físicas en función del proceso para automatizar y los controladores ya seleccionados.

4.6.2.1 Sensor del Nivel

Para el sensor de nivel se ha tomado el catálogo de la a empresa Tesla Electricidad y Electrónica, para lo cual se consideró los siguientes aspectos como se detalla en la Tabla 29.

Tabla 29: Características para el sensor de nivel [Autor].

Descripciones	Características
Alimentación	220 Vac o 12 Vcc
Tipo de señal	On – Off (Digital)
Resistencia a los químicos	En acero inoxidable
Dimensiones	Relativamente pequeño.

Se seleccionó el “sensor flotador switch de nivel del agua en acero inoxidable”, el cual cumple con los parámetros e indicaciones que se han establecido en el proceso de la empresa como lo indica en anexo E.

4.6.2.2 Sensor de Temperatura

Para el sensor de temperatura se tomó en consideración las especificaciones del controlador de temperatura, el cual menciona un sensor NTC, como lo indica el catalogo del producto ver anexo F.

4.6.3 Selección de Actuadores

En la selección de los actuadores se toma en consideración las variables físicas en función del proceso para automatizar y las fuentes de energía existentes en la empresa.

4.6.3.1 Válvula del Agua

Se observa que la máquina tiene instalado una válvula de globo manual con un diámetro de 1 ½ in, con estos antecedentes se determina seleccionar una válvula automática, que cumpla con las características aparentes a la que ya está instalada y fuente de energía accesible como se detalla en la Tabla 30.

Tabla 30: Características para la válvula del agua [Autor].

Descripciones	Características
Alimentación	Aire comprimido
Tipo de señal	Neumática
Resistencia a los químicos	En acero inoxidable
Dimensiones	1 ½ in.

Basado en las características de la máquina se ha seleccionado una válvula de bola / válvula de paso con accionamiento rotativo neumático.

Posee un accionamiento rotativo de doble efecto (cilindro neumático) acoplada a una válvula de bola giratoria de 90 (válvula esférica o de cierre) para rosca de 1.5 in. En la Figura 16 se puede observar la forma física.

Características

- Actuador rotativo neumático
- Ajuste exacto de la posición final
- Paso completo

- Condiciones de flujo favorables
- Condiciones hidrodinámicas favorables.



Figura. 16: Válvula de paso neumática de 1.5 in [Autor].

4.6.3.2 Actuator Neumático para la Descarga

Para la descarga del fluido en el tanque se seleccionara un actuador neumático lineal, para diseñar y adaptar un mecanismo para la compuerta de la máquina. .



Figura. 17: Actuador y mecanismo de descarga [Autor]

El mecanismo diseñado y adaptado a la máquina el cual se observa en la Figura 17, permite descargar el tanque a mayor caudal, esto debido al diámetro que posee.

4.6.3.3 Solenoide Neumático

Este elemento funciona en conjunto con la válvula y el actuador neumático en base a los requerimientos de las mismas. En la Figura 18 se observa el solenoide que se ha seleccionado, este trabaja con una bobina de 220V, tiene 5 vías 2 posiciones monoestables con puertos de ¼ in y desfogue de ¼ in.



Figura. 18: Solenoide neumático [Autor].

4.6.3.4 Válvula Solenoide para Vapor

Se observa que la máquina tiene instalado una válvula de globo manual para vapor con un diámetro de 3/4 in, con estos antecedentes se determina seleccionar la válvula automática que cumpla con las características aparentes a la que ya está instalada y fuente de energía accesible, detalladas en la Tabla 31.

Tabla 31: Características para la válvula de vapor [Autor].

Descripciones	Características
Alimentación	220 Vca
Tipo de señal	Digital
Resistencia a la temperatura	En acero inoxidable o cobre
Dimensiones	3/4 in.

Se ha seleccionado las válvulas solenoides según el catalogo Danfoss (Maquinarias Enriques) para vapor, las cuales son diseñadas para trabajar a temperaturas de hasta 185 C y presiones por debajo de los 10 Bar, además el vapor puede ser sucio, la válvula está hecha con material de bronce mientras que la bobina se acciona a 220V, 60Hz ver anexo I.

4.7 Automatización del Proceso

A continuación se describe el proceso para la implementación del sistema automatizado que se colocara en la maquina lavadora industrial.

4.1.1 Armado del Tablero de Control

Para poder armar el tablero principal se realizó un diagrama general como lo indica la Figura 19 mediante el programa Cade_simu para las conexiones tanto de las señales de entradas con las salidas.

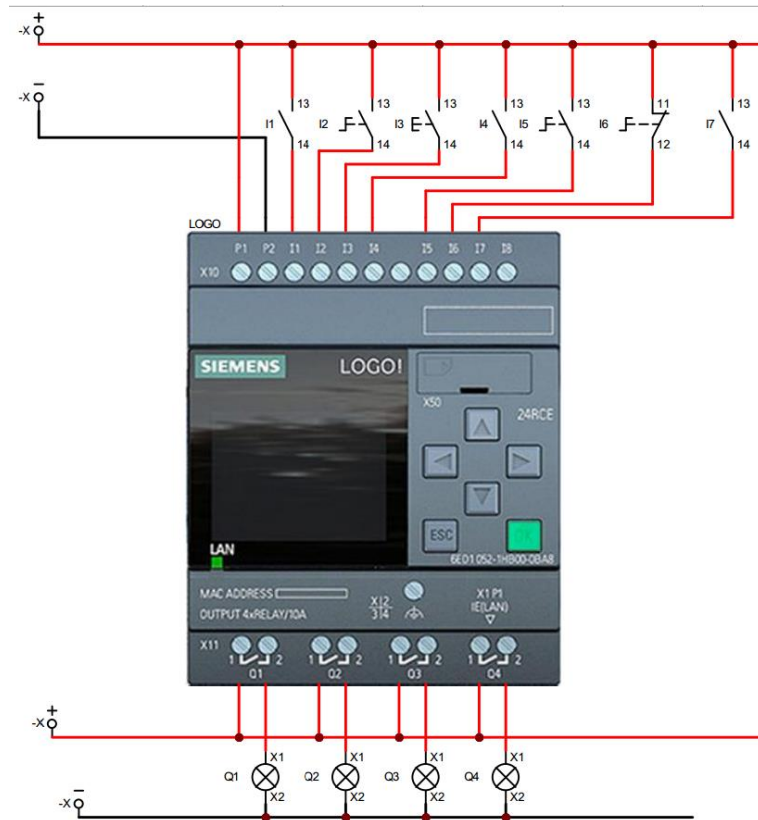


Figura. 19: Diagrama de conexión en el controlador [Autor].

Se instaló un gabinete acorde a las dimensiones tanto del Logo V8 como de la fuente de voltaje de 12 Vdc y un contactor principal que dará paso de energía(220Vca) a todo el sistema, también se colocó terminales que permitirán la conexión tanto de las entradas(I) como de las salidas para el logo V8(Q).

De igual manera se realizó el esquema de conexión para el autoenclavamiento del contactor principal, que energiza todo el sistema como se observa en el Gráfico 8 mediante el programa Cade_simu.

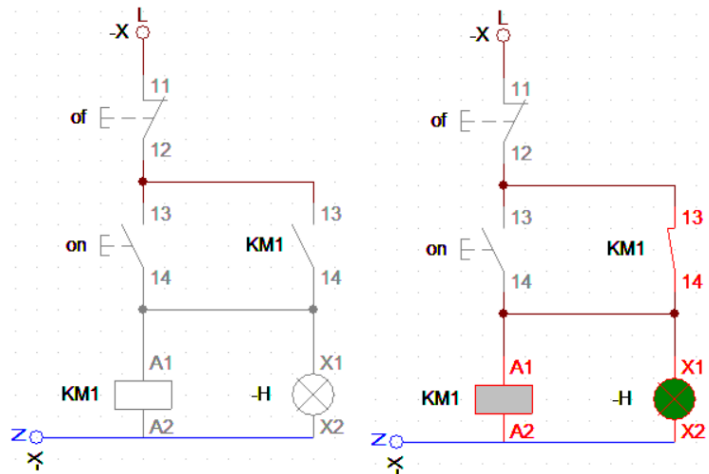


Gráfico 8: Autoenclavamiento del contactor principal [Autor].

Además se colocó un relé a 220 Vca que permite conectar el sensor de nivel que trabaja a 220 Vca con la señal de entrada a 24 Vdc.

En la Figura 20 se observa las conexiones físicas del tablero principal.

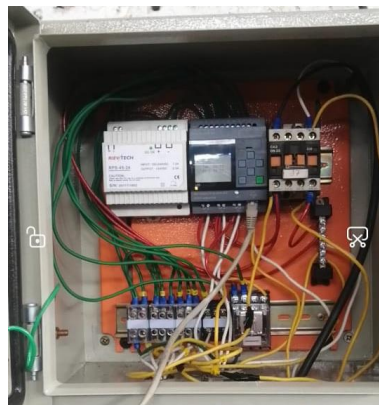


Figura. 20: Tablero del control armado [Autor].

4.1.2 Armado del Tablero de Mandos

En el tablero de mando se instaló tanto las botoneras, selectores y el paro de emergencia; como los controladores de temperatura y tiempo. El gabinete seleccionado es acorde a las medidas y distribución de los accesorios, además es de plástico considerando que este soporta mejor al ambiente corrosivo al que está expuesto quedando de la siguiente manera (ver Figura 21).



Figura. 21: Tablero de mando armado [Autor].

Para la conexión del controlador de temperatura la alimentación es de 220 Vca y el contacto NA en los pines correspondientes. Como lo indica en el anexo C.

Para la conexión del controlador de tiempo la alimentación es de 220 Vca y el contacto NA en los pines correspondientes. Como lo indica el anexo D.

4.1.3 Instalación de los Sensores

4.1.3.1 Instalación del Sensor de Temperatura

La máquina cuenta con un sistema donde se acopla el sensor, pero hay que cubrirlo mediante una manguera plástica, al cable que conecta tanto el sensor como el controlador, como se observa en la Figura 22.



Figura. 22: Sensor de temperatura instalado [Autor].

4.1.1.1 Instalación del Sensor de Nivel

Para este sensor se tuvo que hacer una adaptación basándose en el principio de los vasos comunicantes en los líquidos, tomado en consideración el principio físico del sensor como las características geométricas.

Se utilizó un tubo de 2 in en acero inoxidable de una longitud de 40 cm, posteriormente se realizó una adaptación para el sensor la cual a su vez trabaja como tapa, a continuación se colocó en una tubería existente de la máquina mediante el proceso de soldadura TIG, como se observa en la Figura 23.



Figura. 23: Sensor de nivel instalado [Autor].

4.1.2 Instalación de los Actuadores

4.1.2.1 Instalación de la Válvula Neumática

Se instaló en forma de serie con la válvula manual, haciendo los respectivos cortes y roscas de las tuberías de diámetro de 1 ½ in, como se observa en la Figura 24.



Figura. 24: Válvula neumática instalada [Autor].

4.1.2.2 Instalación del Actuador Neumático para la Descarga

Para el vaciado del tanque se realizó una compuerta que se adapte a la tubería de salida de 3 in y con el cilindro neumático, para lo cual se consideró que por el ambiente corrosivo existente se debe utilizar en su totalidad acero inoxidable 304, como se observa en la Figura 25.



Figura. 25: Compuerta de descarga [Autor].

4.1.2.3 Instalación de la Válvula Solenoide de Vapor

La tubería de vapor instalada tiene un diámetro de $\frac{3}{4}$ in, para la instalación de la válvula solenoide de vapor se realizó un baipás a la válvula de vapor manual, esto debido a que si existe alguna avería de la válvula se pueda retirar de manera fácil y seguir operando la máquina, para lo cual se utilizó implementos de tubería como son:

- 2 T de $\frac{3}{4}$ in en acero 304
- 2 Codos de $\frac{3}{4}$ in en acero 304
- 6 neplos de $\frac{3}{4}$ in en acero 304 acorde a la medida
- 2 válvulas manuales de $\frac{3}{4}$ in en acero 304.

En la Figura 26 se observa las conexiones físicas de la válvula de vapor.



Figura. 26: Válvula de vapor instalada [Autor].

4.1.2.4 Instalación de las Solenoides Neumáticas

Las solenoides neumáticas están instaladas lo más cerca posible a la válvula y al actuador neumático como se lo indica en la Figura 27, esto con el fin de realizar las conexiones neumáticas de manera fácil y eficiente. Para el ingreso del aire comprimido a los solenoides se realizó una pequeña instalación de red de aire que llegue lo más próximo a los solenoides.



Figura. 27: Solenoides neumáticos instalados [Autor].

Esquema de conexión para la válvula neumática para el agua, el solenoide y la salida a relé del Logo V8.

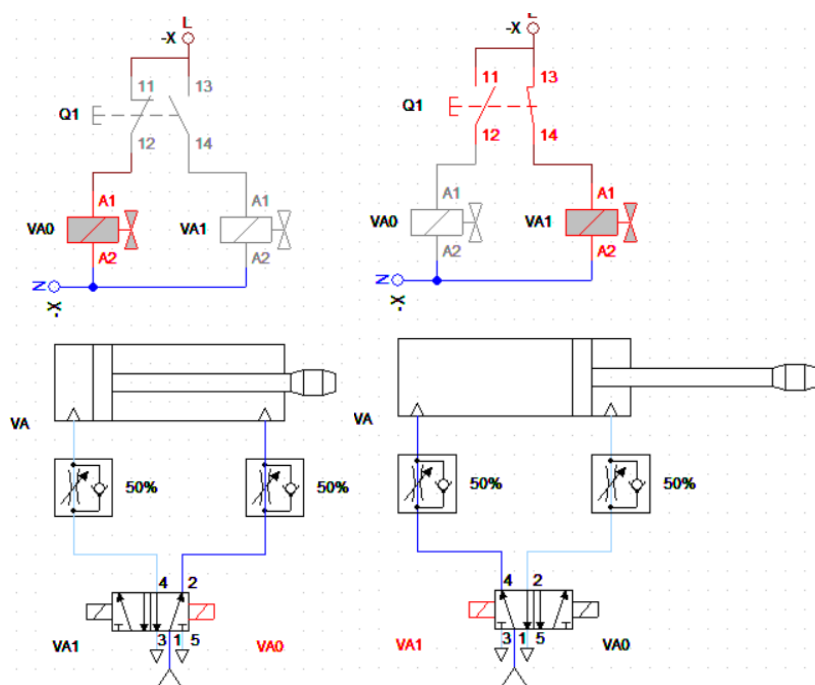


Gráfico 9: Esquema de conexión para la válvula del agua [Autor].

En el Gráfico 9 se observa que la válvula en su primer estado trabaja cerrado, cuando se cierra el contacto del logo este envía la señal y activa el actuador de la válvula.

Esquema de conexión para el actuador neumático de la compuerta, el solenoide y la salida a relé del Logo V8.

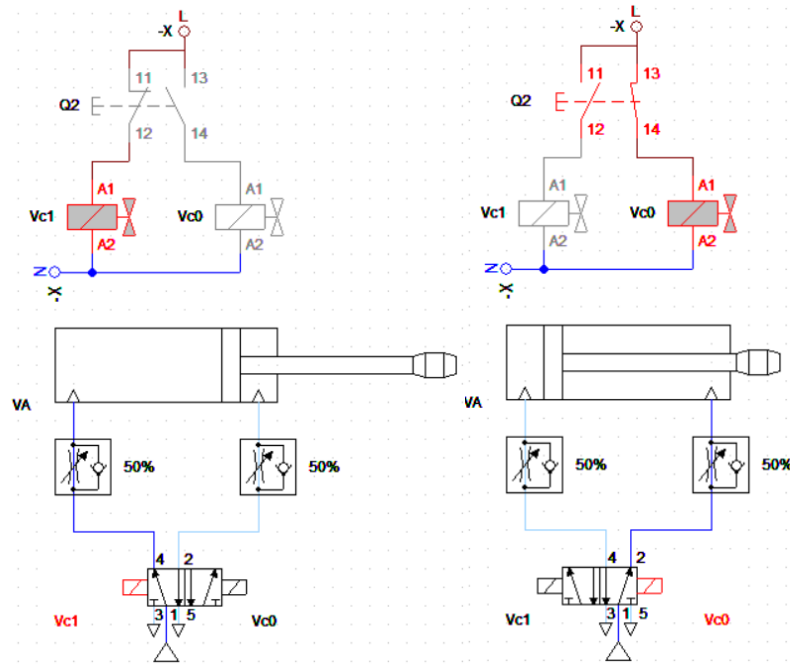


Gráfico 10: Esquema de conexión para la compuerta de descarga [Autor].

En el Gráfico 10 se observa que el actuador en su primer estado trabaja abierto, cuando se cierra el contacto del logo este envía la señal y activa el actuador.

4.1.3 Instalación de los Tableros

Los tableros de mando y control se colocaron lo más cercano a la máquina lavadora industrial como se observa en la Figura 28, esto debido a las longitudes de los cables que conectan las entradas con los respectivos contactos del tablero de control, el sensor de temperatura tiene una longitud estándar, parámetro que se considera para la colocación.



Figura. 28: Tableros de mandos y control [Autor].

4.2 Calibración del Sistema Automatizado

Una vez instalado los actuadores y los sensores en la máquina lavadora industrial, se procede a correr el programa de control diseñado en el software Logo!soft confort V8.2 de la marca siemens el cual es nuestro controlador, esto basado en los estudio preliminares acorde al proceso de teñido a las condiciones de la empresa.

El lenguaje de programación utilizado en el programa fue **Fup** el cual permitió utilizar varias funciones como OR, AND, NOT, XOR, NAN, NOR entre otros. Para el proceso de calibración del sistema automatizado se utilizó temporizadores con retardo a la conexión y desconexión el cual me permite ingresar valores acorde al funcionamiento como lo indica la Tabla 32.

Tabla 32: Calibración de tiempos [Autor].

Temporizadores	Tiempos (iniciales)	Tiempos(corregidos)
B003 (Retardo a la desconexión)	40 s	50s
B005(Retardo a la conexión)	40 s	50s
B006(Retardo a la desconexión)	40s	45 s
B007(Retardo a la conexión)	40s	45 s
B025(Relé barrido por flancos)	5 s	20 s

En el Gráfico 11 se detalla el esquema seleccionado de programación final, el cual se lo realizó en el software Logo!soft confort V8.2 de la marca siemens.

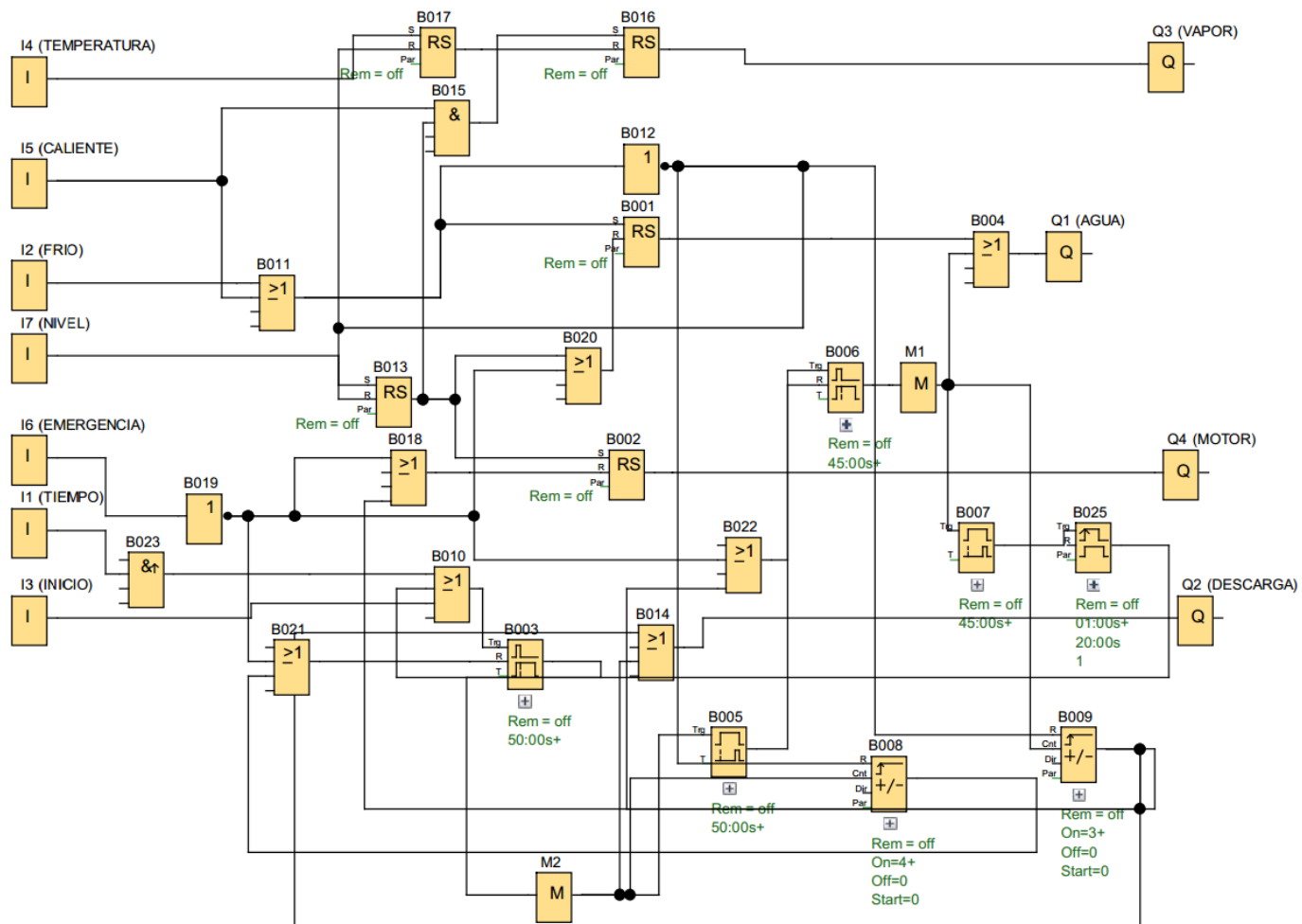


Gráfico 11: Programa del proceso automatizado [Autor].

4.3 Funcionabilidad del proceso automatizado

Para determinar la funcionabilidad del proceso automatizado en la Tabla 33 se describe las características de las variables a controlar en función de la escala que consta de dos extremos (positivo y negativo) y también un intermedio.

Tabla 33: Funcionabilidad del proceso [Autor].

Características	Grados de funcionabilidad		
	Alto	Medio	Bajo
Agua.- Llenado del agua en la máquina lavadora industrial con medidas exactas (m ³) y de forma automática.		x	
Temperatura.- Ingreso de vapor en función de la temperatura saeteada en el controlador.	x		
Descarga.- Vaciado de la solución líquida, de forma automática.	x		
Motor.- Encendido y apagado del motor, acorde a los tiempos establecidos en el controlador de forma automática.	x		

Análisis

El grado de funcionabilidad expresado de forma cualitativa en función a la tabla descrita determina que: las variables tanto de temperatura, descarga y motor muestran un impacto positivo en la empresa, mientras que el llenado del agua muestra un impacto intermedio.

Interpretación

En referencia a los resultados cualitativos obtenidos, se interpreta que el impacto cumple con las especificaciones del proceso, determinando un grado de funcionabilidad relativamente alta.

4.4 Evaluación del Proceso Automatizado

4.4.1 Datos en Operación de la Máquina Automatizada

En base a las órdenes de trabajo de la empresa se ha determinado que el proceso automatizado muestra las siguientes características:

4.4.1.1 Datos de las Variables Controladas

A continuación en la Tabla 34 se detalla cómo operan las variables controladas en la máquina automatizada.

Tabla 34: Operación de la máquina lavadora jean de 50 kg automatizado [Autor].

Procesos	Caudales(m3)		Temperaturas(C)		Tiempos(min)	
	Rcom.	Obsev.	Rcom.	Obsev.	Rcom.	Obsev.
Desengome	0,4	0,4	40	40	10	10
Enjuague 1	0,4	0,4	14	14	2	1.92
Stoneado	0,4	0,4	40	40	40	40
Enjuague 2	0,4	0,4	14	14	2	1.92
Neutralizado	0,4	0,4	30	30	10	10
Enjuague 3	0,4	0,4	14	14	2	1.92
Fijado	0,4	0,4	40	40	10	10
Enjuague 4	0,4	0,4	14	14	2	1.92
Suavizado	0,4	0,4	14	14	10	10
Enjuague 5	0,4	0,4	14	14	2	1.92
TOTALES	4	4	234	234	90	80

Análisis

Los valores de las variables tanto de caudal y temperatura observados en el proceso automatizado se igualan a las recomendadas, mientras que la variable del tiempo disminuye en 10 minutos en referencia el proceso establecido dentro de la empresa.

Interpretación

Se ha logrado controlar el volumen de agua y la temperatura, a las condiciones establecidas en la empresa, mientras que el tiempo se ha disminuido en 10 minutos puesto que se ha observado una eliminación considerable de los tiempos muertos.

4.4.1.2 Datos de producción del proceso automatizado

En la tabla 35 se detalla el balance que se realizó en la máquina automatizada, para la conformidad de los productos.

Tabla 35: Balance general de la máquina automatizada [Autor].

BALACE Lavador 3 Automatizada					
Año:	2021				
Producción:	Prendas Jean				
Máquina:	Lavadora de 50 kg.				
Días	Prendas Producidas	Prendas conformes	Prendas No conformes	Porcentaje conformes	≥ 99,6
Lunes	500	500	0	100,0%	100,0%
Martes	400	400	0	100,0%	100,0%
Miércoles	350	350	0	100,0%	100,0%
Jueves	300	300	0	100,0%	100,0%
Viernes	300	300	0	100,0%	100,0%
Sábado	200	200	0	100,0%	100,0%
TOTALES	2050	2050	0	100%	

Análisis

La relación de prendas producidas y conformes se ha igualado, obteniendo un valor de conformidad del 100%.

Interpretación

Se ha disminuido a un 0% de prendas no conformes, determinando que la máquina automatizada ha eliminado en su totalidad el resultado final de prendas no conformes.

4.4.2 Evaluación de la productividad

La productividad es la relación entre producción e insumo (Eficiencia y calidad) como se lo indica en la ecuación 1.

$$Productividad = Eficiencia/4 * Calidad/4$$

$$Productividad = \frac{Tiempo Real}{Tiempo Planificado} * \frac{Prendas producidas}{Prendas Planificadas}$$

Datos:

Tiempo real: 90 min

Tiempo planificado: 80 min

Prendas producidas: 2050 prendas

Prendas planificadas: 2050 prendas.

$$Productividad = \frac{90 \text{ min}}{80 \text{ min}} * \frac{2050 \text{ Prendas}}{2050 \text{ Prendas}}$$

$$Productividad = 113 \%$$

Se observa que la máquina automatizada cuenta con una eficiencia de 113% y una eficacia de 100%, lo que genera una productividad del 113% de la lavadora industrial.

Análisis

Se observa un incremento en relación a la totalidad de la empresa, en base a la eficiencia en un 23%, y el incremento de la eficacia en un 1%, esto permite que la productividad en la máquina automatizada se vea reflejada en un incremento del 24% en relación a la totalidad de la empresa, superando a la productividad esperada.

Interpretación

La mejora de la eficiencia y la eficacia se refleja en un 24% de la máquina automatizada, aportando a la productividad total de la empresa en una cuarta parte, esto debido a que la empresa cuenta con 4 máquinas y solo se automatizó una. Por lo que denota un incremento del 6%, esto refleja una mejora en la productividad del 95%

puesto que los tiempos de producción en la máquina automatizada superaron en referencia a lo recomendado, debido a que se eliminaron los tiempos muertos.

4.5 Análisis Financiero

A continuación en la Tabla 36 se detalla el costo de los materiales y equipos que interviene en el proceso automatizado:

Tabla 36: Costos de materiales y equipos [Autor].

	Detalles	Costos(\$)	Financiamiento
Materiales	Logo V8. (Siemens)	250	Maestrante
	Sensores (Temperatura – Nivel agua)	50	Maestrante
	Actuadores (Válvulas)	900	Maestrante
	Cables – Conexiones	150	Maestrante
	Controlador temperatura	80	Maestrante
	Controlador tiempo	50	Maestrante
Mano de obra	Soldadura	50	Maestrante
	Cortes y roscas	40	Maestrante
	Sistema de aire comprimido	50	Maestrante
	Cableado	200	Maestrante
	Programación	200	Maestrante
TOTAL		2020\$	

El costo final del proyecto tiene un valor de 2020 \$ dólares americanos.

4.5.1 Flujo de caja para el proceso automatizado

Para este análisis se considera el valor de 2020\$ que es el costo final del proyecto, este valor ingresa como inversión inicial, para el factor de depreciación se toma en cuenta a los sensores, considerando que estos elementos al estar en contacto directo con el proceso tienden a desgastarse rápidamente, por lo que urge un cambio de los mismos, entonces el valor a tomar es de 2% que corresponde al porcentaje del costo de los sensores del valor total del proyecto, en la Tabla 37 se detalla y determina el flujo de caja.

Tabla 37: Flujo de caja [Autor].

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inversión	-2020												
Gastos operativos	-200												
Capital de trabajo	0,00												
Ingresos		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Egresos				-30			-30			-30			-30
Utilidades		250	250	220	250	250	220	250	250	220	250	250	220
Flujos de caja	-2220	250	250	220	250	250	220	250	250	220	250	250	220
Depreciación K		2%											
VAN	\$320,17												

Análisis

Se observa que el proyecto tiene como inversión inicial un valor de 2220 \$, el cual trabaja en función del tiempo por un periodo de 12 meses correspondiente a un año, durante ese periodo se ha considerado valores de egreso cada 3 meses, el cual corresponde al mantenimiento respectivo. El VAN obtenido es \$320,17.

Interpretación

El proyecto de implementación del proceso automatizado en la máquina lavadora industrial se logra recuperar en un periodo no menos a 1 año, generando una rentabilidad de \$320,17 esto durante el primer año, durante los próximos años y hasta cumplir parcialmente la vida útil del proceso automatizado, puede generar ganancias en los primeros años, para luego hacer un cambio total o parcial de los equipos.

4.6 Seguridad en el Proceso Automatizado

4.6.1 Análisis Hazop

Se realiza un análisis de riesgo basado en el método Hazop descrito en capítulo 1, en la Tabla 38 de detalla este tipo de análisis correspondiente al proyecto.

Tabla 38: Análisis HAZOP del proceso automatizado [Autor].

Análisis HAZOP				
	Casos	Causas	Efectos	Acciones
Sensor de temperatura	Rozamiento de la solución (Fluido a elevada temperatura) con partículas.	Desgaste del sensor.	*Datos erróneos hacia el controlador de temperatura. *Aparición de prendas no conformes.	Mantenimiento del sensor por lo menos al inicio de cada semana.
Válvula de vapor	Cierre parcial de la válvula.	*Avería en el solenoide. *Desgaste de los elementos de la válvula.	*Fugas de vapor. *Elevación de la temperatura no deseada.	*Suspensión de la válvula. *Mantenimiento o cambio de la válvula.
Válvula de agua	Cierre parcial de la válvula.	*Avería en el actuador. *Desgaste de los elementos de la válvula.	*Fugas de agua. *Incremento del volumen de agua.	*Suspensión de la válvula. *Mantenimiento o cambio de la válvula.
Válvula de descarga	Cierre o apertura tanto parcial como total de la válvula.	*Avería en el actuador. *Desgaste del mecanismo de compuerta.	*Fugas de la solución. *Decremento de la solución en la máquina lavadora.	*Suspensión de la válvula. *Mantenimiento o cambio del actuador. *Reparación del mecanismo de compuerta.

Se realizó un análisis de riesgos mediante el proceso HAZOP, para aquello se tomó en cuenta las variables que se controló en el proceso.

4.7 Instrucciones de Operación (Máquina Automatizada)

Las indicaciones que debe seguir el operador antes del funcionamiento del equipo ya automatizado son las siguientes:

- Verificar que el sistema se encuentre energizado
- Verificar que exista aire comprimido en el sistema neumático
- Establecer los parámetros del proceso, en el tablero de mando.

4.7.1 Inicio del Proceso

Para el comienzo del proceso automatizado se tiene que tomar en cuenta los siguientes pasos que se indican en la tabla 39.

Tabla 39: Pasos para el inicio del proceso [Autor].

Orden	Pasos	Indicaciones
Primero	Energizar el sistema	Utilizar el botón de encendido (Rojo), que enciende la luz piloto e indica que la máquina esta lista para operar.
Segundo	Ajustar el parámetro del tiempo	Según la orden de trabajo, se setea el parámetro del tiempo, utilizando los pulsadores del controlador.
Tercero	Ajustar el parámetro de la temperatura	Según la misma orden de trabajo, se setea el parámetro de la temperatura, utilizando los pulsadores del controlador, como lo indica el datasheet del anexo D.
Cuarto	Seleccionar el tipo de proceso	Se selecciona cuando la máquina va a trabajar a temperatura ambiente o temperatura mayor al ambiente.
Quinto	Finalizar	Una vez que la máquina deja de trabajar, se debe aplastar el botón rojo de apagado y el botón de paro de emergencia para mayor seguridad.

4.7.2 Manual de Mantenimiento

Para el correcto funcionamiento de la máquina lavadora industrial automatizada, es necesario tener un plan de mantenimiento, por desgates que sufren los elementos y degradación por el uso. Al no ser realizado correctamente el mantenimiento, reducirá la eficiencia del sistema implementado, hasta llegar al paro total de la máquina.

La Tabla 40 indica los procedimientos básicos para el buen mantenimiento de la máquina, teniendo el siguiente cronograma.

Tabla 40: Cronograma del mantenimiento [Autor].

CRONOGRAMA DEL MANTENIMIENTO						
ACTIVIDADES	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Inspeccionar el sistema neumático	X					
Inspeccionar el sensor de nivel		X				
Inspeccionar el sensor de temperatura		X				
Revisión del controlador de la temperatura				X		
Revisión del controlador del tiempo				X		
Inspección de los actuadores neumáticos			X			
Inspección de la electroválvula de vapor			X			
Revisión de los pulsadores y botones					X	
Revisión del controlador principal						X
Inspección del cableado.						X

4.8 Análisis de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible)

Al analizar los datos obtenidos en este proyecto se determinó en función de los ODS investigados en el capítulo 1 que ha logrado aportar con lo siguiente:

- 8.- Trabajo decente y crecimiento económico
- 9.-Industria, innovación e infraestructura
- 12.-Producción y consumo responsable
- 13.-Acción por el clima.

A continuación se describe como impactó cada objetivo en la investigación.

4.8.1 8.- Trabajo Decente y Crecimiento Económico

Se dice que el trabajo es decente ya que al implementar el proceso automatizado el trabajador deja de estar expuesto directamente a riesgos que se producen al operar la máquina, al haber diseñado un sistema autónomo para el proceso de la máquina industrial el operario pasa de un riesgo moderado a un riesgo mínimo.

En cuestión al crecimiento económico queda en evidencia que se ha mejorado la productividad de la empresa sin la necesidad de invertir en talento humano, eso repercute directamente en la economía de la empresa.

4.8.2 9.-Industria, Innovación e Infraestructura

La industria del jean en la provincia del Tungurahua es reconocida a nivel nacional, por lo que el empresario o las personas que se dedican a este tipo de negocios deben estar conscientes que con el paso del tiempo ellos deben ir de la mano con las innovaciones tecnológicas.

Entonces con esta investigación se da paso a la innovación en una parte del sector textil, permitiendo que a futuro la industria sea competitiva, manejando estándares de calidad y productividad a nivel internacional, mejorando los procesos productivos en base a las nuevas tendencias tecnológicas y por ende la infraestructura.

4.8.3 12-Producción y Consumo Responsable

La producción y el consumo están ligados entre sí, al relacionar el consumo en función de la productividad (dependiente: consumo, independiente: productividad) queda claro que a mayor productividad el consumo de los recursos crece. En esta investigación es de vital importancia para que los recursos se disminuyan sin afectar o mejorar la productividad, considerando que el proceso para el teñido de prendas jean utiliza recursos como: agua, energía eléctrica, combustible (diésel), los cuales son vitales y otros perjudiciales para el bienestar del entorno social.

Con el proceso automatizado se logró controlar de manera eficiente el consumo de agua, de energía tanto eléctrica como combustibles, aportando en los objetivos de desarrollo sostenible.

4.8.4 13.-Acción por el Clima

Al tener un proceso controlado mediante equipos tecnológicos disminuye o elimina desperdicios de los recursos, en esta investigación se controló de manera eficiente las variables temperatura y agua, que viene siendo de vital importancia en el impacto ambiental.

Para que el proceso automatizado de teñido stone y las condiciones de la empresa en la variable temperatura, funcionen se utiliza vapor como fuente de energía, el cual es generado mediante generador de vapor (caldera) que este a su vez combustiona, generando gases de combustión el cual es depositado en el sumidero al ambiente. Con la ayuda del controlador de temperatura se notó un ahorro de vapor y por ende una mínima diferencia en ahorro del consumo de combustible diésel, esto da como referencia que se dejan de emitir gases de combustión en menor cantidad, en referencia del antes de automatizar la máquina lavadora industrial.

Tabla 41: Análisis del consumo de combustible [Autor].

Consumo de combustible diésel en dólares	Sin automatizar	Automatizado	Ahorro correspondiente
Semana 1	1500	1487	100% - 99,13%

En la Tabla 41 se observa que existe una disminución de 0,87 % de consumo del combustible diésel por semana, este dato permite interpretar de igual manera que la caldera deja de generar gases de combustión en un 0,87% en comparación del proceso antes de la implementación del proceso automatizado.

El volumen de agua ya con soluciones químicas que se utiliza en el proceso, es descargado a una red para luego ingresar a la planta de tratamiento hasta que cumpla con los parámetros que exigen la ley y normativa vigente. Con el proceso automatizado se disminuyó cantidades de agua innecesarios y por consiguiente agua con soluciones químicas que afectan al medio ambiente de la localidad.

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones y Recomendaciones

5.1.1. Conclusiones

- En base al estudio bibliográfico y las condiciones del proceso de teñido stone de la empresa se determinó que, las variables físicas que intervienen son: La temperatura, tiempo y nivel de agua, cada cual incide en un 49,51%, 43,26% y 54,49% respectivamente, en relación con lo recomendado y observado según el análisis estadístico, los cuales aportan en la eficiencia y eficacia del proceso.
- Inicialmente al analizar los datos obtenidos en la empresa de las variables que intervienen el proceso de teñido stone, se determinó que la empresa tiene una eficiencia de 90% y una eficacia del 99%, al relacionar estos valores se manifestó que la productividad de la empresa es de 89% la cual tiene una significancia a considerar.
- Se implementó un proceso de manufactura automatizada segura y confiable, para la máquina lavadora industrial de 50 kg que realiza el teñido de prendas jean en la empresa Apitex, la cual cumple con las condiciones de las etapas y con las especificaciones del proceso como: control de tiempo, temperatura y nivel de agua, cumpliendo en un 99%, mediante una inversión de 2020\$ el cual, mediante el flujo de caja se determinó la recuperación y posterior ganancia de 320,17\$ en el periodo de 1 año.
- El proceso automatizado implementado en la máquina lavadora industrial jean de 50 kg en la empresa Apitex ha permitido que se mejore la productividad en un 6%, esto se debe a que se eliminó los tiempos muertos y la máquina trabaja con tiempos exactos establecidos, mejorando así la eficiencia de la máquina en un 23%, además que se eliminó fallas causadas por las variables intervinientes en el proceso, mejorando la eficacia en un 1% el cual aporta considerablemente en la economía de la empresa, puesto que se disminuyó los reprocesos y los productos no conformes que hacían que la empresa tenga una pérdida económica considerable.

5.1.2. Recomendaciones.

- Para la implementación del proceso automatizado en toda la empresa o en otra lavandería, se debe considerar nuevas tecnologías que permitan controlar el proceso de toda la organización, mediante la implementación del internet de las cosas (IOT, Internet Of Things).
- Realizar un análisis energético y ambiental de la empresa, esto permite la selección de actuadores y a su vez controlar de manera eficiente las variables intervinientes en el proceso de teñido stone.
- Estandarizar el proceso automatizado en la o las empresas, con el fin de implementar calidad, repetitividad y precisión.

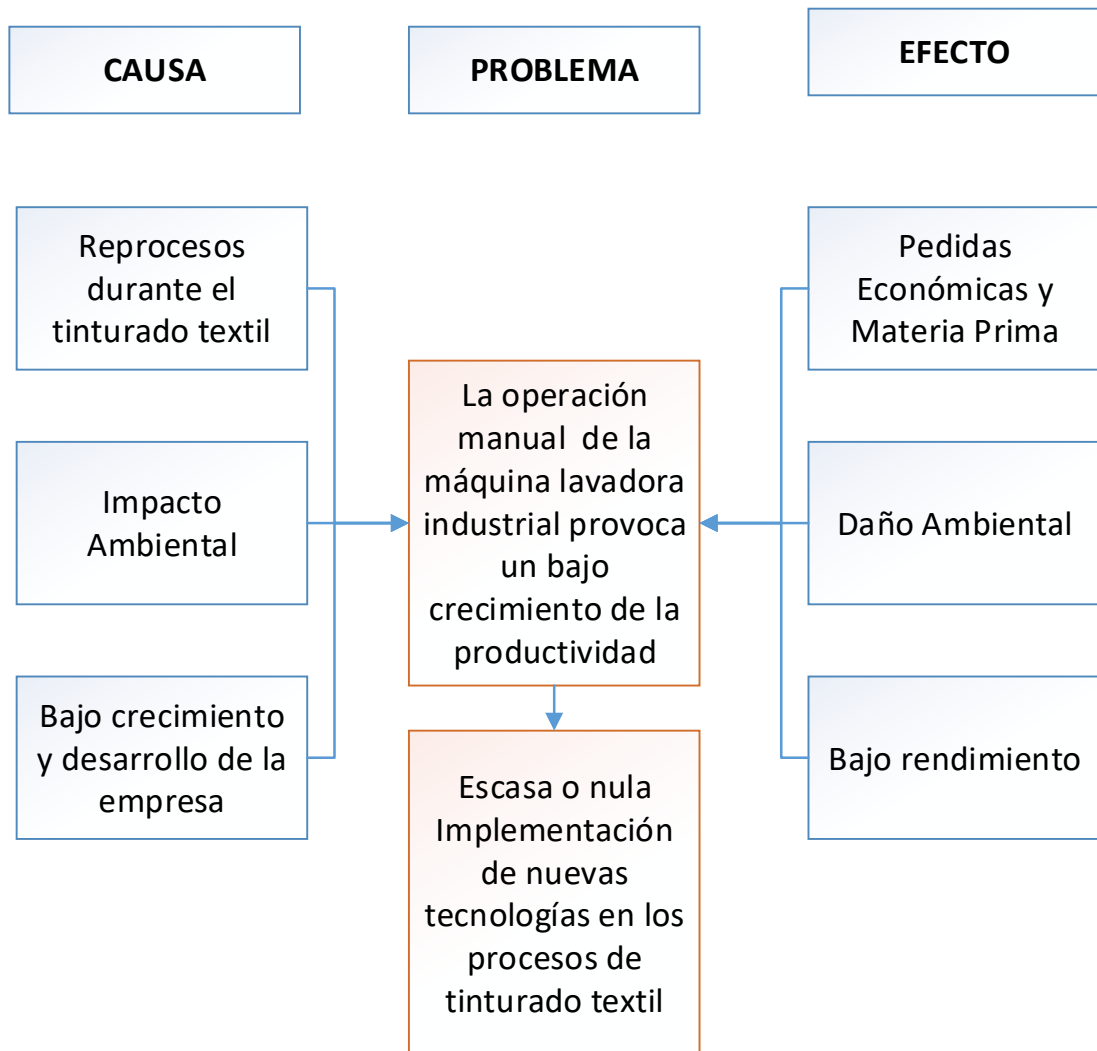
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. Acharya, S. K. Sharma, y S. Kumar Gupta, «Analyzing the factors in industrial automation using analytic hierarchy process», *Comput. Electr. Eng.*, vol. 71, pp. 877-886, oct. 2018, doi: 10.1016/j.compeleceng.2017.08.015.
- [2] V. L. V. F. dos Santos, I. O. Barcellos, H. H. Piccoli, V. L. V. F. dos Santos, I. O. Barcellos, y H. H. Piccoli, «Pre-alvejamiento de materiales têxteis com ozônio e avaliação de suas propriedades de superfície, físicas e tintoriais», *Matér. Rio Jan.*, vol. 22, n.º 1, 2017, doi: 10.1590/s1517-707620170001.0122.
- [3] S. Yasin y D. Sun, «Propelling textile waste to ascend the ladder of sustainability: EOL study on probing environmental parity in technical textiles», *J. Clean. Prod.*, vol. 233, pp. 1451-1464, oct. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.06.009.
- [4] M. H. Londoño, C. U. Marín, y J. A. B. González, «Diseño y simulación de un sistema autónomo para el proceso de teñido de prendas tipo jean», *Sci. Tech.*, vol. 18, n.º 1, pp. 51-59, abr. 2013, doi: 10.22517/23447214.8357.
- [5] N. Rodríguez Gordillo, N. Chaves Gómez, y P. Martínez Sánchez, «Introducing a proposal to reduce unproductive time periods at Dugotex S.A.», *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 11, n.º 2, pp. 43-50, jul. 2014.
- [6] R. Guallaguamán y D. Geovanny, «Estudio de alternativas en maquinaria industrial para el proceso de lavado de jeans y su incidencia en los tiempos de producción de la empresa Ram-Jeans del cantón Pelileo.», feb. 2015, Accedido: jul. 02, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10057>
- [7] L. H. Guato Chilingua y M. Rumipamba Yungan, «Percepción local sobre el impacto territorial y la gobernanza socio-ambiental de la industria del jean en Ecuador. Caso: lavadoras y tintorerías de jeans en el cantón san pedro de Pelileo», may 2018, Accedido: jul. 02, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19422>
- [8] H. Castro y G. Javier, «Automatizacion de la máquina Over Flow 500 para el mejoramiento de la calidad del tinturado de telas pesadas y semipesadas en la Empresa Teimsa S.A.», nov. 2013, Accedido: may 02, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/5843>
- [9] J. M. González, «Automatización de procesos industriales», *dokumen.tips*. <https://dokumen.tips/engineering/automatizacion-de-procesos-industriales-jose-maria-gonzalez.html> (accedido may 02, 2021).
- [10] R. Hernández Gaviño, *Introducción a los Sistemas de control: conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB*. 2010. Accedido: may 02, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://www.ebooks7-24.com/?il=4405>

- [11] G. Ñeco, «Sistemas de Control», *Scribd*. <https://www.scribd.com/doc/53906413/Sistemas-de-Control> (accedido may 02, 2021).
- [12] «Automatismos Industriales - Mauricio Holguín Londoño». <https://sites.google.com/a/utp.edu.co/mauricioholguin/GrupoInvest/libros/automatismosindustriales> (accedido may 28, 2021).
- [13] P. Ponsa, R. Vilanova, y M. Díaz, «Introducción del Operario Humano en el Ciclo de Automatización de Procesos Mediante la Guía GEMMA», *Inf. Tecnológica*, vol. 18, n.º 5, pp. 21-30, 2007, doi: 10.4067/S0718-07642007000500004.
- [14] J. G. M. P. de León, *INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE RIESGOS*. Editorial Limusa, 2007.
- [15] I. Mecafenix, «¿Qué es y para qué sirve un PLC?», *Ingeniería Mecafenix*, ene. 16, 2018. <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/que-es-un-plc/> (accedido may 27, 2021).
- [16] «Sensor ¿Qué es y tipos de sensores?», *MecatrónicaLATAM*. <https://www.mecatronicalatam.com/tutorial/es/sensores> (accedido jul. 06, 2019).
- [17] «Contenido 14 - Máquinas De Desplazamiento Positivo». <https://sites.google.com/site/desplazamientopositivo/tema-4/clase-13> (accedido jul. 06, 2019).
- [18] «Productividad PASO A PASO: ¿Qué es y cómo se mide? + ejemplo», *Ingenio Empresa*, may 27, 2017. <https://www.ingenioempresa.com/productividad/> (accedido may 28, 2021).
- [19] M. J. Gamez, «Objetivos y metas de desarrollo sostenible», *Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (accedido may 31, 2021).
- [20] «Logo! Basic Modules», *siemens.com Global Website*. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-basic-modules.html> (accedido may 06, 2021).

ANEXOS

Anexo A: Árbol de problemas.





MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.



EV 225B

Vapor (Bronce DZR)

Tipo	Conexión	Tamaño de orificio		Presión diferencial		Factor de flujo	
		mm	Pulg	bar	psi	Kv (m ³ /h)	Cv (US Gal/min)
NORMALMENTE CERRADA (NC) ; ABRE AL APLICAR TENSIÓN							
EV225B	3/8 NPT	10.0	3/8	0.2 - 10	2.9 - 145	2.2	2.6
EV225B	1/2 NPT	10.0	3/8	0.2 - 10	2.9 - 145	2.2	2.6
EV225B	1/2 NPT	15.0	9/16	0.2 - 10	2.9 - 145	3.0	3.5
EV225B	3/4 NPT	20.0	3/4	0.2 - 10	2.9 - 145	5.0	5.9
EV225B	1 NPT	25.0	1	0.2 - 10	2.9 - 145	6.0	7.0

Vapor y agua caliente

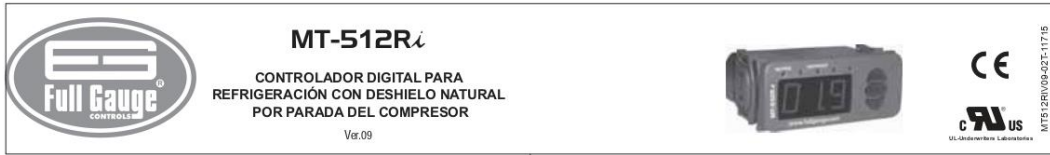
Tipo	Conexión	Material de sellado	Código de pedido	
			Danfoss	MHCA
EV225B	3/8 NPT	PTFE	032U3690	CODAU0085
EV225B	1/2 NPT	PTFE	032U3691	CODAU00855
EV225B	1/2 NPT	PTFE	032U3692	CODAU0088
EV225B	3/4 NPT	PTFE	032U3693	CODAU0090
EV225B	1 NPT	PTFE	032U3694	CODAU0092

NOTAS.

Temperatura máxima de fluido con bobina de corriente alterna: 185 °C (365 °F).

Temperatura máxima de fluido con bobina de corriente continua: 160 °C (320 °F).

Anexo C: Datasheet del controlador de la temperatura.



1. DESCRIPCIÓN

El **MT-512R4** es un controlador e indicador de temperatura, con un timer cíclico conjugado. Controla la refrigeración y deshielos por parada de compresor. Producto en conformidad con CE (Unión Europea) y UL Inc. (Estados Unidos y Canadá).

2. APLICACIÓN

- Cámaras
- Mostradores refrigerados

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- **Alimentación:** MT512R → 115 o 230 Vac±10%(50/60Hz)
MT512RL → 12 o 24 Vac/dc
- **Temperatura de control:** -50 hasta 105°C (-58 hasta 221°F)
- **Corriente máxima por salida:** NA → 16(8)A/250Vac 1HP
NC → 8A/250Vac
- **Dimensiones:** 71 x 28 x 71 mm
- **Temperatura de operación:** 0 hasta 50°C / 32 hasta 122°F
- **Humedad de operación:** 10 hasta 90%HR (sin condensación)

CLASIFICACIÓN ACORDANDO LA NORMA IEC60730-2-9:

- **Límite de la temperatura de la superficie de la instalación:** 50°C / 122°F
- **Tipo de construcción:** Regulador electrónico incorporado
- **Acción automática:** Tipo 1
- **Control de la contaminación:** Nivel 2
- **Voltaje del impulso:** 1,5kV
- **Temperatura para la prueba de la presión de esfera:** 75°C y 125°C / 167°F y 257°F
- **Insulation:** Class II

4. CONFIGURACIONES

4.1 - Ajuste de la temperatura de control (SETPOINT)

- Presione **SET** durante 2 segundos hasta aparecer **SEt**, soltando enseguida. Aparecerá la temperatura de control ajustada.
- Utilice las teclas **▲** y **▼** para modificar el valor y cuando esté listo, presione **ENT** para grabar.

4.2 - Tabla de parámetros

Parámetros de configuración protegidos por el código de acceso.

Fun	Descripción	CELSIUS				FAHRENHEIT			
		Min	Max	Unid	Padron	Min	Max	Unid	Padron
F01	Código de acceso: 123 (ciento veintetres)	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	Comienzo de indicación (offset)	-5.0	5.0	°C	0	-9	9	°F	0
F03	Mínimo setpoint permitido al usuario final	-50	105	°C	-50	-58	221	°F	-58
F04	Máximo setpoint permitido al usuario final	-50	105	°C	75.0	-58	221	°F	167
F05	Diferencial de control (hysteresis)	0.1	20.0	°C	0.1	1	40	°F	2
F06	Retardo para volver a conectar la salida de refrigeración	0	999	seg	20	0	999	seg	20
F07	Tiempo de refrigeración	1	999	min	240	1	999	min	240
F08	Tiempo de deshielo (*)	0	999	min	30	0	999	min	30
F09	Estado inicial al energizar el instrumento	0-refrig	1-deshielo	-	0-refrig	0-refrig	1-deshielo	-	0-refrig
F10	Indicación de temperatura trabada durante el deshielo (**)	0=no	1=si	-	0=no	0=no	1=si	-	0=no
F11	Retardo en la energización del instrumento	0	240	min	0	0	240	min	0
F12	Tiempo adicional al final del primer ciclo	0	240	min	0	0	240	min	0
F13	Situación del compresor con el sensor dañado	0=descon	1=conec	-	0=descon	0=descon	1=conec	-	0=descon
F14	Intensidad del filtro digital (***)	0	9	-	0	0	9	-	0

* **Modo de operación para calefacción** - Para que el instrumento trabaje en modo de operación para calefacción, ajuste la función F08 con valor mínimo hasta que aparezca **0=refrig**.

** **Indicación congelada en el display** - Si F10 está activada, la indicación solamente se liberará en el próximo ciclo de refrigeración de después de la temperatura alcanzar nuevamente ese valor "trabado" o después de 15 minutos en refrigeración (como seguridad).

*** **Ese filtro tiene la finalidad de simular un aumento de masa en el sensor, aumentando así su tiempo de respuesta (inercia térmica). Cuanto mayor sea el valor ajustado en esta función, mayor el tiempo de respuesta del sensor. Una aplicación típica que necesita de este filtro son freezers para helados y congelados, ya que al abrir la puerta, una masa de aire caliente atinge directamente el sensor, provocando una elevación rápida en la indicación de la temperatura medida y muchas veces, accionando sin necesidad al compresor.**

4.3 - Alteración de los parámetros

- Acceda a función F01 presionando simultáneamente las teclas **▲** y **▼** durante 2 segundos hasta aparecer **F01**, soltando enseguida. Luego aparecerá **F01** y luego presione **ENT** (toque corto).
- Utilice las teclas **▲** y **▼** para ingresar el código de acceso (123) y, cuando esté listo, presione **ENT**.
- Utilice las teclas **▲** y **▼** para acceder a la función deseada.
- Después de seleccionar la función, presione **ENT** (toque corto) para visualizar el valor configurado para aquella función.
- Utilice las teclas **▲** y **▼** para alterar el valor y cuando esté listo, presione **ENT** para grabar el valor configurado y retornar al menú de funciones.
- Para salir del menú y retornar a la operación normal (indicación de la temperatura): presione **ENT** (toque largo) hasta aparecer **----**.

5. FUNCIONES CON ACCESO FACILITADO

5.1 - Registros de las temperaturas máxima y mínima

Presione la tecla **▲**. Aparecerán las temperaturas mínima y máxima registradas.

Nota: Para reiniciar los registros, mantenga presionada la tecla **▲** durante la visualización de las temperaturas mínima y máxima hasta aparecer **----**.

Deshielo manual:

- Para cambiar de "refrigeración" para "deshielo" o viceversa, independientemente de la programación, mantenga presionada la tecla **▲** durante 4 segundos, hasta aparecer **DEE** o **DEF** en el visor.

Para visualizar el status y el tiempo ya transcurrido, presione **▼**.

DEE → Delay inicial **DEF** → Refrigeración **DEE** → Deshielo

6. SENÁLIZACIONES

REFRIG - Salida de refrigeración conectada

DEFROST - Realizando deshielo natural

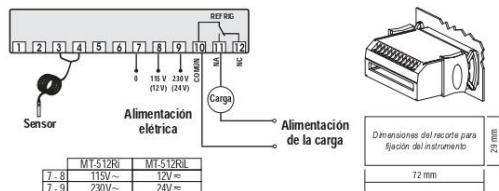
ERR - Sensor desconectado o temperatura fuera del rango especificado.

7. SELECCIÓN DE LA UNIDAD (°C / °F)

Para definir la unidad con que el instrumento operará, acceda a función "F01" con el código de acceso 231 y confirme en la tecla **ENT**. Presione la tecla **▲** y aparecerá la indicación **UNIT**.

Presione **ENT** para elegir entre **°C** y **°F** confirme. Después de seleccionar la unidad aparecerá **ERR** y el instrumento volverá a la función "F01". Cada vez que la unidad sea alterada, los parámetros deben ser reconfigurados, ya que ellos asumen los valores "estándar".

8. ESQUEMA DE CONEXIÓN



Nota: El propio usuario puede aumentar la longitud del cable del sensor hasta 200 metros, utilizando un cable de PP 2 x 24 AWG. Para inmersión en agua utilice pozo termométrico.

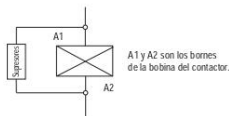
IMPORTANTE

Conforme capítulos de la norma IEC 60364:

- 1: Instale protectores contra sobretensiones en la alimentación.
- 2: Los cables de sensores y de señales de computadora pueden estar juntos; sin embargo, no en el mismo electroducto por donde pasa la alimentación eléctrica y la activación de cargas.
- 3: Instale supresores de transientes (filtros RC) en paralelo a las cargas, con la finalidad de aumentar la vida útil de los relés.

Para más informaciones, entre en contacto con nuestro departamento de Ing. de Aplicación; a través del e-mail support@fulgauge.com o por el teléfono +5513475.3308.

Esquema de conexión de supresores en contactores



A1 y A2 son los bornes de la bobina del contactor.

Esquema de conexión de supresores en cargas de activación directa



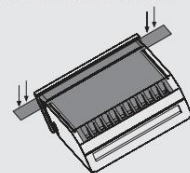
Para activación directa hay que llevar en consideración la corriente máxima especificada.



VINILO PROTECTOR:

Protege los instrumentos instalados en locales sometidos a goteos de agua, como en refrigeradores comerciales, por ejemplo. Este adhesivo acompaña el instrumento, dentro de su embalaje. Haga la aplicación solamente después de concluir las conexiones eléctricas.

Retire el papel protector y aplique el vinilo sobre toda la parte superior del aparato, doblando los bordes conforme indican las flechas.



Anexo D: Datasheet del controlador del tiempo.

CHARACTERISTICS

- Exclusive CMOS IC assures high performance stability, and accuracy.
- Output contact: Time delay contacts 1C(DPDT) 3A.
- Time setting range 99.99S~99H99M selectable by Front Panel.
- MINIATURE DIN-SIZE (48x48mm).

TIME RANGE

Timing range	Time setting range
Front panel selectable	0.01S~99.99S 1M~99M99S 1M~99H99M

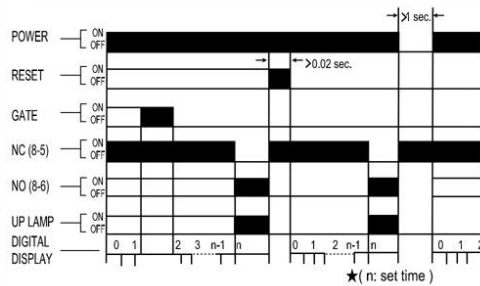
SPECIFICATIONS

REPEAT ACCURACY	Less than $\pm 1\%$ of full scale	
EFFECT OF VOLTAGE	± 0.05 sec.	
EFFECT OF TEMP	Less than $\pm 2\%$ at 20°C	
SETTING ACCURACY	$\pm 5\%$ \pm Power frequency error	
RESET TIME	Less than 0.5sec.	
INSULATION RESIS	50M Ω . min (at AC 500v)	
DIELECTRIC	AC 2000V one Min.	
WEIGHT	Approx. 250g DC. 300g AC.	
SHOCK RESISTANCE	Incorrect operations 10G.	
LIFE	MECHANICAL	5,000,000 operations.
	ELECTRICAL	100,000 operations at rated load.

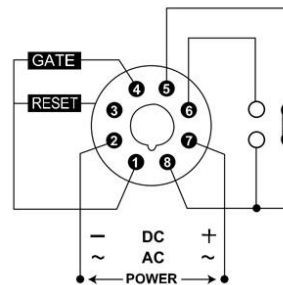
OPERATING VOLTAGE	AC 85-100% of rated voltage. DC 80-110% of rated voltage.
RATED VOLTAGE	AC 110V, 220V, 240V, 50/60Hz DC 12V, 24V
CONSUMED POWER	AC: 3VA DC: 2W About 3VA for AC. About 2W for DC.
CONTACT RATING	AC 250V 3A (p.f. =1)
AMBIENT TEMP	-10°C~+50°C
AMBIENT HUMIDITY	45~85% RH



OPERATION TIME CHART



CONNECTION DIAGRAM



Anexo E: Datasheet sensor de nivel.

25/5/2021

Sensor Flotador Switch De Nivel Del Agua En Acero Inoxidable - Ipower Electronics



[🏠](#) [PRODUCTOS](#) [SENSORES](#) [Sensor Flotador Switch De Nivel Del Agua En Acero Inoxidable](#)



Sensor Flotador Switch De Nivel Del Agua En Acero Inoxidable

Referencia E05A3

Estado: Nuevo

CARACTERÍSTICAS:

- Color: plata
- Material: acero inoxidable
- Tensión nominal: 50 W
- Tensión de conmutación máx.: 220 V DC
- Corriente de conmutación máx.: 1.5a
- Tensión de ruptura máx.: 300 V DC
- Corriente máxima de transporte: 3.0a

Chat

ipowerelectronics.com/sensores/2411-sensor-switch-de-nivel-del-agua-en-acero-inoxidable.html

1/3

Panorama de los sensores de temperatura

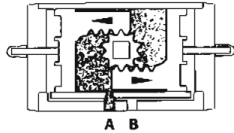
	MBT 3260	MBT 3270	MBT 3300	MBT 3560	MBT 153	MBT 5111	MBT 5113
Sectores	Transporte						
Calefacción y servicios sanitarios							
Máquinas y equipamientos							
Energía							
Características							
Pt 100 / Pt 1000		
NTC / PTC		.			.		
Termopar						.	.
Transmisor	mA / V CC						
Transmisor opcional			mA				mA
Elemento sensor	Fijo	Fijo	Intercambiable	Fijo	Fijo	Fijo	Intercambiable
Temperatura del medio	-50 a 120 °C	-50 a 300 °C	-50 a 600 °C	-50 a 200 °C	-50 a 200 °C	-40 a 800 °C	-50 a 800 °C
Protección	IP 54 (NEMA 13)	IP 65 (NEMA 4)	IP 65 (NEMA 4)	IP 65 / IP 67 (NEMA 4 / NEMA 6)	IP 67 (NEMA 6)	IP 65 (NEMA 4)	IP 65 (NEMA 4)
Materia] del tubo de protección	Tubo de protección de cobre Conexión de proceso de latón	W. n.º 1.4571 (AISI 316 Ti)	W. n.º 1.4571 (AISI 316 Ti)	W. n.º 1.4571 (AISI 316 Ti)	W. n.º 1.4571 (AISI 316 Ti)	W. n.º 1.4571 (AISI 316 Ti)	W. n.º 1.4571 (AISI 316 Ti)
Tiempo de reacción t 0,5 en agua (s)	2 s	Acero inoxidable 1,5 s Latón 1,2 s	Según el tubo de protección	10 s	1 s	Recto: 15 s Angular: 2 s	30 s
Homologación marina						.	.

INFORMACIÓN TÉCNICA GENERAL

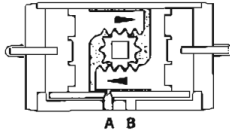


OPERACION

- Temperatura de trabajo standard - 29 + 80°C
- Presión máxima de trabajo 150 PSIG
- Aire limpio y seco, gases no corrosivos o aceites hidráulicos livianos
- Presión de aire 40-150 psig
- Rotación 90°
- Topes de carrera standard
- Unidad permanentemente lubricada



A B



A B

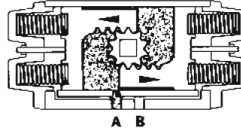
Operación de doble efecto

CCW

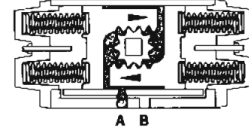
Aire ingresa por la puerta A, los pistones se mueven hacia los extremos, haciendo girar el piñón en sentido anti-horario, expulsando el aire acumulado por la puerta B

CW

Aire ingresa por la puerta B, los pistones se mueven hacia el centro, haciendo girar el piñón en sentido horario, expulsando el aire acumulado por la puerta A



A B



A B

Operación de simple efecto

CCW

Aire ingresa por la puerta A, los pistones se mueven hacia los extremos, haciendo girar el piñón en sentido anti-horario, comprimiendo el resorte y expulsando el aire acumulado por la puerta B

CW

Aire se expulsa por la puerta A, los pistones se mueven hacia el centro, haciendo girar el piñón en sentido horario, impulsados por la energía acumulada en los resortes

Anexo H: Catálogo del cilindro neumático.



KE
Cilindros neumáticos ISO 15552 - Ø 32 ÷ 125 mm

CARACTERÍSTICAS

Temperatura ambiente	-20 ÷ 80 °C
Fluido	aire filtrado, con o sin lubricación
Presión de trabajo	1,5 ÷ 10 bar
Testeras	fundición a presión de aluminio
Camisa	aluminio anodizado
Pistón	fundición a presión de aluminio
Patin de guía	resina acetálica
Vástago	acero cromado, acero inox bajo pedido
Juntas pistón	NBR
Casquillo guía vástago	autolubricante y autoalineante original UNIVER
Paragolpes	NBR
Amortiguadores	neumáticos regulables
Otras versiones disponibles	tándem, tándem dos posiciones, tándem contrapuesto, tándem vástago común (bajo pedido)



CLAVE DE CODIFICACIÓN

K	E	2	0	0	0	3	2	0	0	5	0		
1	2	3	4	5		6	7						

1 Serie	2 Tipología	3 Versión	4 Diámetro (mm)
KE = Cilindros neumáticos ISO 15552 Ø 32÷125 mm	1 = Vástago acero inox 2 = Vástago acero cromado	00 = D.E. Versión estándar 01 = D.E. Vástago pasante 60 = S.E. Vástago retraído carrera máx. 50 mm 70 = S.E. Vástago extendido carrera máx. 50 mm	032 = Ø32 080 = Ø80 040 = Ø40 100 = Ø100 050 = Ø50 125 = Ø125 063 = Ø63
K = Cilindros neumáticos ISO 15552 (ej. ISO 6431 VDMA 24562) Ø 32÷125 mm (disponible bajo pedido)		D.E. = Doble efecto S.E. = Simple efecto	
5 Carrera (mm)	6 Variante	7 Magnético	
0025 = 25 0150 = 150 0320 = 320 0700 = 700 0050 = 50 0160 = 160 0350 = 350 0800 = 800 0075 = 75 0175 = 175 0400 = 400 0900 = 900 0080 = 80 0200 = 200 0450 = 450 1000 = 1000 0100 = 100 0250 = 250 0500 = 500 0125 = 125 0300 = 300 0600 = 600	F = Predispuesto para bloqueo con protuberancia reducida G = Predispuesto para bloqueo con protuberancia ISO	M = Versión magnética	

Bajo pedido versiones KE190 y KE290 con juntas para alta temperatura (máx. 120°C) y versiones con juntas para baja temperatura

FIJACIONES Y ACCESORIOS

Ø	Horquilla hembra con clip	Rótula articulada autolubricada	Rótula con perno recto articulado	Rótula con perno en ángulo articulado	Unión autoalineante	Charmela hembra con perno	Contra-charmela a 90° (CETOP)	Contra-charmela a 90°	Contra-charmela a 90° (CNOMO)	Charmela hembra estrecha con perno	Contra-charmela a escuadra articulada
32	KF-15032	KF-17032	KF-22025	KF-23025	KF-24032	KF-10032A	KF-19032CTA	KF-19032	KF-19032CN	KF-10032AS	KF-19032SC
40	KF-15040	KF-17040	KF-22040	KF-23040	KF-24040	KF-10040A	KF-19040CTA	KF-19040	KF-19040050CN	KF-10040AS	KF-19040SC
50	KF-15050	KF-17050	KF-22050	KF-23050	KF-24050	KF-10050A	KF-19050CTA	KF-19050	KF-19040050CN	KF-10050AS	KF-19050SC
63	KF-15063	KF-17063	KF-22063	KF-23063	KF-24063	KF-10063A	KF-19063CTA	KF-19063	KF-19063080CN	KF-10063AS	KF-19063SC
80	KF-15080	KF-17080	KF-22080	KF-23080	KF-24080	KF-10080A	KF-19080CTA	KF-19080	KF-19063080CN	KF-10080AS	KF-19080SC
100	KF-15080	KF-17080	KF-22080	KF-23080	KF-24080	KF-10100A	KF-19100CTA	KF-19100	KF-19100125CN	KF-10100AS	KF-19100SC
125	KF-15125	KF-17125	-	-	-	KF-10125A	KF-19125CTA	-	KF-19100125CN	KF-10125AS	KF-19125SC
Ø	Charmela post. macho articulada	Charmela post. macho	Brida ant./post.	Pie en ángulo	Charmela ant./post. oscilante	Soporte para charmela	Charmela intermedia ISO	Charmela intermedia ISO	Sensor DF y banda cubre cables DHF	Sensor DH	Soporte de fijación sensor DH
32	KF-11032S	KF-11032	KF-12032	KF-13032	KF-14032AP	KF-41032	KLF-14032	KF-14032	DHF-0020100	DH	DK-K032050
40	KF-11040S	KF-11040	KF-12040	KF-13040	KF-14040AP	KF-41040S	KLF-14040	KF-14040			DK-K032050
50	KF-11050S	KF-11050	KF-12050	KF-13050	KF-14050AP	KF-41040050	KLF-14050	KF-14050			DK-K032050
63	KF-11063S	KF-11063	KF-12063	KF-13063	KF-14063AP	KF-41063080	KLF-14063	KF-14063			DK-K063125
80	KF-11080S	KF-11080	KF-12080	KF-13080	KF-14080AP	KF-41063080	KLF-14080	KF-14080			DK-K063125
100	KF-11100S	KF-11100	KF-12100	KF-13100	KF-14100AP	KF-41100125	KLF-14100	KF-14100			DK-K063125
125	KF-11125S	KF-11125	KF-12125	KF-13125	KF-14125AP	KF-41100125	KLF-14125	KF-14125	DK-K063125		

* = Fijaciones y accesorios para serie K

Anexo I: Catalogo de electroválvulas.



TG series solenoid valve



● Character

It is a pneumatic valve controlled by micro electric signal, with small dimension, large flow, handsome shape, reliable performance and long service life. It can be installed in the integration. It is an ideal directional control element, applicable to the electromechanical integration. There are multiple Specifications cations for your choice.

● Ordering Code

TG	25	1	1	06	C	AC220V
Series	Function	Connection Code	Control Form	Pipe size	Working mode	Standard voltage
23 : 2 positions /3 Ports 25 : 2 positions /5 Ports 35 : 3 positions /5 Ports	23 : 2 positions /3 Ports 25 : 2 positions /5 Ports 35 : 3 positions /5 Ports	1 : 1/8 2 : 1/4 3 : 3/8 4 : 1/2	1 : Single solenoid operated 2 : Double solenoid operated	06 : G1/8 08 : G1/4 10 : G3/8 15 : G1/2	No mark : 2 positions C : Close center E : Release center P : Pressed Center	DC24V AC110V AC220V

II

■ Solenoid specifications

Allowable Voltage Range	±10%	
Insulated Grade	Class B or Equivalent	
Response Time	0.05 Sec	
Power Consumption	AC	Start : 5.6VA, Keep on : 5.4VA
	DC	4W
Surge Voltage Suppressor	AC,Varistor, DC,Diode	
Indicator Light	Neon Light, LED	

● Maintenance Notice:

1. Be sure to check up the valve before installation.
2. Before installation, please confirm the voltage connection and airflow direction are right.
3. Notice to do dustproof. It's best to install a silencer or speed control silencer in the port of solenoid valve.
4. Metallic particle, dust and oil stain in pipes and fittings must be Eliminated before connected.

■ Technical Parameter

Specification	Item	Function	Pipe Size	Nominal Diameter (mm)	Applicable Medium	Applicable Pressure Range	Operating Method	Max Action Frequency	Lubrication	Medium Temperature
TG2311-06	2 Positions / 3 Ports		G1/8	4	Air	0.15 ~ 0.8 MPa	Internally Piloted	5 Cycles/Sec	Needless	-5 ~ 60°C
TG2321-08			G1/4	4.5						
TG2331-10			G3/8	6.5						
TG2341-15			G1/2	8						
TG2511-06 TG2512-06	2 Positions / 5 Ports		G1/8	4						
TG2521-08 TG2522-08			G1/4	4.5						
TG2531-10 TG2532-10			G3/8	6.5						
TG2541-15 TG2542-15			G1/2	8						
TG3512-06C, E, P	3 Positions / 5 Ports		G1/8	3.5	Air	0.2 ~ 0.8 MPa	Internally Piloted	3 Cycles/Sec	Needless	-5 ~ 60°C
TG3522-08C, E, P			G1/4	4						
TG3532-10C, E, P			G3/8	5						
TG3542-15C, E, P			G1/2	6.5						

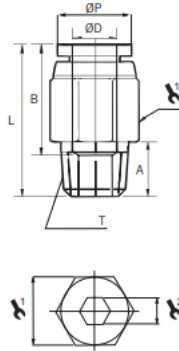
Anexo J: Accesorios neumáticos.

Raccordi innesto rapido • Push-in Fittings



DIRITTO MASCHIO CONICO • STRAIGHT MALE ADAPTOR TAPER

PC



CODE	ØD	ØP	T	L	A	B	1	2	
PC 0401	4	10	R1/8	19,3	7,5	14,5	10	3	100
PC 0402	4	10	R1/4	19,3	9,0	14,5	14	3	100
PC 0601	6	12	R1/8	21,5	7,5	16,0	12	5	100
PC 0602	6	12	R1/4	20,5	9,0	16,0	14	5	100
PC 0603	6	12	R3/8	22,0	9,0	16,0	17	5	50
PC 0801	8	14	R1/8	26,2	7,5	17,5	14	5	100
PC 0802	8	14	R1/4	23,7	9,0	17,5	17	6	100
PC 0803	8	14	R3/8	21,7	9,0	17,5	17	6	50
PC 0804	8	14	R1/2	22,7	10,5	17,5	21	6	50
PC 1001	10	17	R1/8	28,7	7,5	19,5	17	5	50
PC 1002	10	17	R1/4	27,2	9,0	19,5	17	6	100
PC 1003	10	17	R3/8	26,2	9,0	19,5	17	8	50
PC 1004	10	17	R1/2	24,2	10,5	19,5	21	8	50
PC 1202	12	19	R1/4	30,5	9,0	19,7	19	6	50
PC 1203	12	19	R3/8	27,0	9,0	19,7	19	8	50
PC 1204	12	19	R1/2	25,0	10,5	19,7	21	8	50
PC 1403	14	21	R3/8	33,5	10,5	22,0	24	10	25
PC 1404	14	21	R1/2	32,0	13,5	22,0	24	10	25
PC 1603	16	23	R3/8	35,5	10,5	23,5	24	10	25
PC 1604	16	23	R1/2	33,3	13,5	23,5	24	10	25

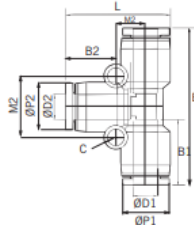
Raccordi innesto rapido • Push-in Fittings



PGT



INTERMEDIO A T RIDOTTO • REDUCER TEE CONNECTOR



CODE	ØD1	ØD2	ØP1	ØP2	L	E	C	B1	B2	M1	M2	
PGT 0604	6	4	12,7	12,4	26,5	39	3	15,8	14,4	8,0	15,8	50
PGT 0806	8	6	14,7	14,4	29,5	45	3	17,7	15,8	9,5	18,0	50
PGT 1006	10	6	18,4	18,0	36,0	54	3	19,8	15,8	12,5	23,5	25
PGT 1008	10	8	18,4	18,0	36,2	54	3	19,8	17,7	12,5	23,5	25
PGT 1210	12	10	20,4	20,0	37,5	54	3	20,0	19,8	12,5	25,5	25

ELABORACIÓN DEL PANTALÓN JEAN

