



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE ESTACIÓN DE
PALETIZADO PARA BALDOSAS CON EL ROBOT INDUSTRIAL
KAWASAKI RS003N PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE
LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

GUACHAMBOZA GARCÍA EDISON MARCELO
LLAMUCA LLAMUCA FABIÁN EDUARDO

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2017

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-12-07

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

GUACHAMBOZA GARCÍA EDISON MARCELO

Titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE ESTACIÓN DE
PALETIZADO PARA BALDOSAS CON EL ROBOT INDUSTRIAL KAWASAKI
RS003N PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE
MECÁNICA”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR

Ing. Santiago Alejandro López Ortiz
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-12-07

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

LLAMUCA LLAMUCA FABIÁN EDUARDO

Titulado:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE ESTACIÓN DE PALETIZADO PARA BALDOSAS CON EL ROBOT INDUSTRIAL KAWASAKI RS003N PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR

Ing. Santiago Alejandro López Ortiz
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: GUACHAMBOZA GARCÍA EDISON MARCELO

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE ESTACIÓN DE PALETIZADO PARA BALDOSAS CON EL ROBOT INDUSTRIAL KAWASAKI RS003N PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2017-07-11

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Geovanny Novillo A. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Pablo Montalvo J. DIRECTOR			
Ing. Santiago López O. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Geovanny Novillo A.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LLAMUCA LLAMUCA FABIÁN EDUARDO

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE ESTACIÓN DE PALETIZADO PARA BALDOSAS CON EL ROBOT INDUSTRIAL KAWASAKI RS003N PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2017-07-11

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Geovanny Novillo A. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Pablo Montalvo J. DIRECTOR			
Ing. Santiago López O. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Geovanny Novillo A.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Guachamboza García Edison Marcelo

Llamuca Llamuca Fabián Eduardo

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Guachamboza García Edison Marcelo, y Llamuca Llamuca Fabián Eduardo declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Guachamboza García Edison Marcelo
Cédula de Identidad: 050384833-8

Llamuca Llamuca Fabián Eduardo
Cédula de Identidad: 060378134-5

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicar primeramente a Dios por haberme dado unos buenos padres Carlos Guachamboza y Matilde García que me han sabido guiar y apoyar en esta trayectoria de mi vida, a la Virgen Santísima de Agua Santa por haberme iluminado en mis estudios, a mis hermanos por haberme apoyado con sus consejos para no detenerme en el camino; y como no agradecer a mis docentes y amigos por todo lo que se ha vivido en esta carrera que con esfuerzo se ha logrado culminar.

Edison Marcelo Guachamboza García.

El presente trabajo está dedicado primero a Dios y a la Nuestra señora del Cisne por brindarme la oportunidad de culminar mi carrera, a mis padres José y Luz María quienes me han brindado su apoyo incondicional, a mis hermanos quienes me han guiado durante este camino fuerte pero satisfactorio para la culminación de mis estudios, y finalmente a mis amigos y docentes quienes de una u otra manera me apoyaron a lo largo de mi vida estudiantil.

Fabián Eduardo Llamuca Llamuca

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento a nuestra familia por su apoyo incondicional brindado durante nuestra vida estudiantil, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica por la formación como profesional, amigos que han estado en momentos necesarios a todos ellos un sincero agradecimiento por ser parte de este logro tan anhelado alcanzado.

Edison, Fabián

CONTENIDO

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.2.1 <i>Justificación teórica</i>	1
1.2.2 <i>Justificación metodológica</i>	2
1.2.3 <i>Justificación práctica</i>	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2 MARCO REFERENCIAL	5
2.1 Funcionamiento	5
2.2 Metodología para el diseño e implementación de un modelo de estación de paletizado.....	6
2.2.1 <i>Diseño conceptual y funcional</i>	6
2.3 Sistema de empaquetamiento de baldosas	6
2.3.1 <i>Mecanismo mecánico accionado por una banda transportadora</i>	6
2.3.2 <i>Mecanismos neumáticos accionado por aire comprimido</i>	7
2.3.3 <i>Tipos de cilindros</i>	7
2.3.4 <i>Generadores de vacío neumático</i>	9
2.3.5 <i>Generadores de vacío eléctricos</i>	9
2.3.6 <i>Ventosas neumáticas</i>	10
2.3.7 <i>Electroválvulas</i>	11
2.4 Sistemas de control y medición para el paletizado de baldosas	13
2.4.1 <i>Sensores de proximidad</i>	13
2.4.2 <i>Controlador lógico programable (PLC)</i>	14
2.4.3 <i>Software TIA PORTAL V13</i>	16
2.4.4 <i>Software telecontrol server basic</i>	17
2.5 Elementos para uniones y mantenimiento de la red neumática.	18
2.5.1 <i>Racores</i>	19
2.5.2 <i>Reguladores de flujo</i>	20
2.5.3 <i>Silenciadores de bronce</i>	20
2.6 Sistemas de transporte y almacenamiento.	21
2.6.1 <i>Mecanismos de transformación de movimiento mecánico</i>	21
2.6.2 <i>Mecanismo de transformación de movimiento neumático</i>	22
2.7 Equipos e instrumentos que posee actualmente el laboratorio de automatización industrial	22
2.7.1 <i>Banda transportadora.</i>	22
2.7.2 <i>Robot Kawasaki de serie RSO03N de 3 a 80 kg.</i>	23
2.7.3 <i>Variador de frecuencia SIEMENS</i>	24
2.7.4 <i>Pantalla táctil HDMI</i>	25
2.7.5 <i>PLC SIMATIC CSM 1277</i>	25
3 DISEÑO Y SELECCIÓN PARA EL MONTAJE DEL MODELO DE.....	27
3.1 Diseño conceptual.....	27
3.2 Selección de la ventosa neumática.	28
3.2.1 <i>Diseño de un acople entre el robot y la ventosa.</i>	32
3.2.2 <i>Selección del generador de vacío.</i>	35
3.3 Diseño de la rampa para almacenaje de las cajas y tapas vacías.	37
3.4 Diseño del sistema de transporte y almacenamiento.	38
3.4.1 <i>Selección del cilindro neumático</i>	39
3.5 Selección de electroválvulas.....	45
3.5.1 <i>Electroválvula 5/2</i>	45
3.5.2 <i>Electroválvula 2/2</i>	45

3.6	Selección de racores, acoples.	46
3.7	Selección del sensor.....	47
3.7.1	<i>Sensor capacitivo.....</i>	47
3.8	Montaje de la rampa de abastecimiento de cajas y tapas vacías.....	48
3.9	Montaje del sistema de transporte y almacenamiento.	48
3.9.1	<i>Montaje de los cilindros doble efecto.....</i>	48
3.9.2	<i>Montaje de la pista de guiado de las cajas.....</i>	49
4	PROGRAMACIÓN DEL MODELO DE ESTACIÓN DE PALETIZADO.....	50
4.1	Programación del variador de frecuencia SINAMICS G110.	50
4.1.1	<i>Control BOP.....</i>	51
4.1.2	<i>Configuración en el variador SINAMICS G110 y el BOP.</i>	52
4.1.3	<i>Detalle de las conexiones realizadas en las borneras del variador y las.....</i>	54
4.2	Programación del robot Kawasaki.....	54
4.2.1	<i>Programación del robot por medio del PLC siemens 1200 y PLC 1500.</i>	57
4.2.2	<i>Tabla de variables para ingresar al robot para su programación manual, median- te el control del robot.</i>	57
4.2.3	<i>Posiciones dadas al robot.....</i>	58
4.2.4	<i>Programación en TIA PORTAL V13.</i>	62
4.2.5	<i>Descripción del proceso de paletizado de baldosas.....</i>	69
4.3	Comunicación entre PLC y la pantalla táctil.	73
4.3.1	<i>Pasos para configurar y programar la HMI.</i>	73
4.4	Programación con el software telecontrol mediante mensajes GMS.	80
4.4.1	<i>Programación del PLC SIEMENS 1200.....</i>	80
5	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	90
5.1	Costos de los equipos y materiales para la elaboración del proceso de la estación de paletizado.	90
5.1.1	<i>Costos de software y equipos neumáticos.</i>	90
5.1.2	<i>Costos de equipos mecánicos y otros materiales.</i>	90
5.1.3	<i>Mano de obra.....</i>	91
5.2	Costo total directo.....	92
5.2.1	<i>Costos totales directos.....</i>	92
5.3	Costos indirectos.....	92
5.3.1	<i>Costos indirectos.</i>	92
5.3.2	<i>Costos totales indirectos.....</i>	93
5.4	Análisis de costos totales.	93
5.4.1	<i>Costos totales de la implementación del modelo de estación.....</i>	93
5.5	Resultado de Análisis de Costos.....	93
6	MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPO.....	94
6.1	Codificación de equipos.	94
6.2	Fichas técnicas de los equipos.	95
6.3	Manual de mantenimiento de los equipos.	95
6.4	Estado técnico actual de los equipos.	95
6.5	Calendario de mantenimiento de equipos.....	95
6.6	Tareas de mantenimiento general.	96
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
7.1	Conclusiones.....	97
7.2	Recomendaciones.	98

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de válvulas	11
Tabla 2. Tipos de sensores de proximidad.....	14
Tabla 3. Equipos que posee la Facultad de Mecánica.....	22
Tabla 4. Ficha técnica PLC	26
Tabla 5. Ponderación.....	28
Tabla 6. Coeficiente de fricción.....	29
Tabla 7. Valores de velocidad.....	30
Tabla 8. Ventosas VAS FESTO.....	31
Tabla 9. Capacidad de caudal de una ventosa.....	36
Tabla 10. Generadores de vacío tipo VN.....	36
Tabla 11. Hoja de datos.....	36
Tabla 12. Peso de las piezas.....	39
Tabla 13. Condiciones de trabajo.....	39
Tabla 14. Catálogo cilindros modelos estándar	42
Tabla 15. Selección de electroválvula 5/2.....	45
Tabla 16. Selección electroválvula 2/2	45
Tabla 17. Racor recto	46
Tabla 18. Racor codo giratorio.....	46
Tabla 19. Unión tee.....	47
Tabla 20. Reguladores de flujo en pulgadas	47
Tabla 21. Descripción de la botonera del BOP.....	51
Tabla 22. Programación del variador.	52
Tabla 23. Especificaciones de las borneras.....	53
Tabla 24. Descripción del proceso	54
Tabla 25. Botoneras y funciones.....	55
Tabla 26. Señales de E/S y función.....	57
Tabla 27. Señales de entrada al Robot	58
Tabla 28. Señales de salida del robot.....	58
Tabla 29. Pasos para programar el TIA Portal V13	62
Tabla 30. Tabla de variables del PLC	64
Tabla 31. Especificaciones de la unidad de entrada.....	80
Tabla 32. Costos de software y equipos neumáticos.....	90
Tabla 33. Costos de equipos mecánicos y otros materiales	91
Tabla 34. Mano de obra	91
Tabla 35. Costos totales directos.....	92
Tabla 36. Costos indirectos.....	92
Tabla 37. Costos totales indirectos.....	93
Tabla 38. Costos totales de la implementación del modelo de estación	93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cilindro simple efecto.....	7
Figura 2. Cilindro doble efecto	8
Figura 3. Secciones efectivas de un cilindro	8
Figura 4. Eyector de vacío	9
Figura 5. Principio de funcionamiento de la bomba de vacío	10
Figura 6. Válvula 5/2	12
Figura 7. Válvula 2/2	13
Figura 8. Detección de señal de un sensor de proximidad	13
Figura 9. PLC SIEMENS 1500.....	15
Figura 10. TIA PORTAL V13	16
Figura 11. Tipos de racores neumáticos.....	19
Figura 12. Regulador de flujo	20
Figura 13. Silenciador	20
Figura 14. Banda transportadora	23
Figura 15. Brazo robot	24
Figura 16. Variador de frecuencia.....	25
Figura 17. Pantalla táctil	25
Figura 18. PLC CSM 1277	25
Figura 19. Caja negra de funciones.....	27
Figura 20. Matriz morfológica	28
Figura 21. Movimiento a realizar por la ventosa	29
Figura 22. Ventosa	31
Figura 23. Instalación de la ventosa.....	31
Figura 24. Acople ventosa robot	32
Figura 25. Diagrama de fuerzas	32
Figura 26. Fuerza y momento	33
Figura 27. Tracción primaria.....	33
Figura 28. Tracción secundaria	34
Figura 29. Generador de vacío	37
Figura 30. Diagrama de fuerzas de la rampa.....	37
Figura 31. Guías de transporte	38
Figura 32. Tapa y caja.....	39
Figura 33. Diagrama cuerpo libre de la caja	40
Figura 34. Cilindro de doble efecto.....	41
Figura 35. Cálculo de la longitud de Pandeo Lp	44
Figura 36. Racor codo	46
Figura 37. Unión tee.....	47
Figura 38. Sensor capacitivo	48
Figura 39. Rampa de abastecimiento de cajas y tapas	48
Figura 40. Platina L de aluminio.....	48
Figura 41. Montaje del cilindro.....	49
Figura 42. Sistema de transporte.....	49
Figura 43. Variador de frecuencia.....	50
Figura 44. Botonera del variador de frecuencia	51
Figura 45. Parámetro P0010.....	52
Figura 46. Borneras.....	53

Figura 47.	Conexión real.....	53
Figura 48.	Borneras BOP, PLC.....	54
Figura 49.	Control del robot Kawasaki.....	55
Figura 50.	Posición 1 del Robot.....	59
Figura 51.	Succión de la caja.....	59
Figura 52.	Tomar baldosa.....	60
Figura 53.	Succión baldosa.....	60
Figura 54.	Subir brazo.....	61
Figura 55.	Dejar baldosa.....	61
Figura 56.	Tomar tapa.....	62
Figura 57.	Programación segmento 1.....	66
Figura 58.	Programación automática.....	66
Figura 59.	Segmento 2 Control manual.....	67
Figura 60.	Control manual.....	67
Figura 61.	Activación de ventosas.....	68
Figura 62.	Secuencia automática.....	68
Figura 63.	Poner Tapa / Finalizar.....	69
Figura 64.	Sensor Inductivo / palet / banda transportadora.....	70
Figura 65.	Activación del cilindro de detención del palet.....	70
Figura 66.	Tomar caja.....	71
Figura 67.	Tomar baldosa / dejar baldosa.....	72
Figura 68.	Poner baldosa sobre el palet.....	72
Figura 69.	Tomar tapa / poner tapa.....	73
Figura 70.	Agregar dispositivo.....	74
Figura 71.	Icono HMI.....	74
Figura 72.	Selección de pantalla 6".....	74
Figura 73.	Comunicación HMI / PLC.....	75
Figura 74.	Agregar botones INICIO / PARO.....	75
Figura 75.	Cargar HMI.....	76
Figura 76.	Declaración de variables HMI.....	76
Figura 77.	Enlace VAR. HMI / VAR PLC.....	77
Figura 78.	Activación botón INICIO.....	77
Figura 79.	Declaración de la función y enlace de variable.....	78
Figura 80.	Imagen para el control manual del robot.....	78
Figura 81.	Botoneras del proceso manual.....	79
Figura 82.	Activación del botón control manual.....	79
Figura 83.	Enlace del botón para regresar a la imagen raíz.....	80
Figura 84.	Especificaciones del PLC 1200.....	81
Figura 85.	Propiedades modulo GPRS.....	81
Figura 86.	Configuración interfaz telecontrol.....	81
Figura 87.	Modo de operación.....	82
Figura 88.	Ajustes de módem.....	82
Figura 89.	Identificación CP.....	83
Figura 90.	Números de abonados.....	83
Figura 91.	Acceso GPRS.....	83
Figura 92.	ID de hardware.....	83
Figura 93.	TC_CON.....	84
Figura 94.	TC_CON programación.....	84

Figura 95. DB_GLOBAL	85
Figura 96. Configuración conexión.....	85
Figura 97. TC_CON / Conexión	86
Figura 98. TC_SEND.....	86
Figura 99. TC_SEND_DB	87
Figura 100. Bloque de datos	87
Figura 101. Tipo de datos String.....	87
Figura 102. Configuración TC_SEND.....	88
Figura 103. Programación contador	88
Figura 104. Cuadro de texto_ ingreso táctil de conteo.....	89
Figura 105. Codificación estándar de los equipos.....	94

SIMBOLOGÍA

ρ	Densidad
V	Volumen
v	Velocidad
s	Desplazamiento
μ_k	Coefficiente de fricción cinético
μ_s	Coefficiente de fricción estático
fr	Fuerza de rozamiento
A	Área
Cs	Factor de seguridad
K	Carga de pandeo
E	Módulo de elasticidad
M	Momento de inercia
Lp	Longitud libre de al pandeo
Fth	Fuerza de retención teórica
m	Masa
g	Gravedad
V	Capacidad de aspiración
n	Número de ventosas
Vs	Capacidad de aspiración de una ventosa
ΔP	Diferencia de presión atmosférica y presión del sistema
a	Aceleración
N	Fuerza normal

ABREVIATURAS

BOP Y USS.	Panel de operador básico.
PLC.	Controlador Lógico Programable.
HDML.	Interfaz Multimedia de Alta Definición
SCADA.	Supervisión, Control y Adquisición de Datos.
DRIVES.	Controladores.
WINCC.	Sistema de supervisión sobre PC ejecutable.
OPC-DA.	Especificación de acceso de datos.
GPRS.	General packet radio server
APN.	Acces point name
GSM.	Sistema global para Comunicaciones móviles
SERVIDOR SMTP.	Servidor de salida (protocolo de transferencia de correo)
SMS.	Short Message Servise (servicio corto de mensajes)
TCSB.	Información para la configuración
CP.	Código del Protocolo
BOOL.	Lógico booleano, representa valores de lógica binaria.
TP.	Tiempo de impulse.
HMI.	Interface Hombre Máquina.
SIM.	Módulo de Identificación del Abonado
TC_CON.	Asignar una conexión a la base de datos
TC_SEND.	Recibe datos a través de una red

LISTA DE ANEXOS

- A Diagramas de Graficet
- B Codificación de los equipos del módulo y fichas técnicas
- C Estado técnico del módulo

RESUMEN

La metodología de enseñanza teórica-práctica en el caso de sistemas neumáticos, de procesos industriales y automatización se debe llevar a cabo con equipos e instrumentos acorde a las necesidades. El proceso de paletizado se lo realiza mediante el robot industrial Kawasaki RS003N el cual dispone de ventosas para la absorción de baldosas, cajas y tapas; consta de un sistema de alimentación de cajas y tapas; variador de frecuencia PLS y una pantalla táctil (HDMI) para poder controlar el sistema de forma manual. El proceso completo inicia cuando un sistema anterior de abastecimiento de baldosas traslada las mismas a la banda transportadora, la baldosa pasa por un sensor capacitivo, el mismo que envía una señal al PLC, esta señal es recibida por el brazo del robot para proceda a tomar la caja de baldosas activando las ventosas para la absorción de la caja y la coloque en la línea de paletizado, una vez ubicada la caja ahí, el brazo del robot recibe una señal para que se traslade hasta el punto de llegada de la baldosa activando una nueva señal para la absorción de la baldosa y realizar su respectivo paletizado, el proceso está programado para paletizar cinco baldosas, una vez realizado el ciclo, se envía una señal para que el brazo se traslade nuevamente al sistema de abastecimiento y tome la tapa de la caja y la coloque en su respectiva caja; una vez concluido esto el Robot envía una señal para que se active el cilindro de expulsión y lo lleve hasta un nuevo proceso de etiquetado. El modulo implementado será para uso práctico de los estudiantes puesto que de esta manera se pueda infundir más la información para los mismo y tenga un pleno conocimiento y desarrollo dentro de los sistemas de automatización y procesos industriales. Utilizar los equipos, instrumentos neumáticos y electro neumáticos de excelente calidad para un buen funcionamiento del proceso.

PALABRAS

CLAVES: < PROCESO DE PALETIZADO >, < SISTEMA DE ABASTESCIMIENTO > ,
< PROGRAMACIÓN TIA PORTAL V13 > , <
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) >, <
INTERFAZ MULTIMEDIA DE ALTA DEFINICIÓN (HDMI) >.

ABSTRACT

The methodology of theoretical-practical teaching in the case of pneumatic systems, industrial processes and automation must be carried out with equipment and instruments according to the needs. The palletizing process is carried out using the industrial robot Kawasaki RS003N which has suction cups for the absorption of tiles, boxes and lids; Consists of a system of feeding boxes and lids; PLS frequency invertir and a touch pad (HDMI) to control the system manually. The complete process begins when an earlier tile supply systems moves it to the conveyor belt, the tile passes through a capacitive sensor, wich sends a signal to the PLC, this signal is received by the arm of the robot to proceed to take the tile box activating the suction cups for the absorption of the box and placing it in the palletizing line, once the box is located there, the robot arm receives a signal to move to the point of arrival of the tile activating a new signal for the absorption of the tile and to perform its respective palletizing, the process is programmed to palletize five tiles, once the cycle is completed, a signa lis sent again so that the arms moves to the supply system and takes the cover of the box and place it in its box; Once this is completed the robot sends a signal to activate the ejection cylinder and take it to a new labeling process. The implemented module will be for practical use of the students since in this way it can be infused more information for them and have a full knowledge and development withing the systems of automation and industrial processes. Use the equipment, pneumatic instruments and electro-pneumatic of excellent quality for good operation of the process.

KEYWORDS: < PALLETIZED PROCESS > , < SUPLY SYSTEM > , < TIA PORTAL V13 PROGRAMMING > , < PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) > , < HIGH DEFINITION MULTIMEDIA INTEGRATION (HDMI)>.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, en el área de formación complementaria, en el laboratorio de la cátedra de Control y Automatización de Procesos Industriales existen módulos y equipos que son indispensables en la industria actual, que brinda un importante desarrollo para la formación intelectual y práctica para los estudiantes de la Facultad de Mecánica.

Los avances tecnológicos en el área de Control y Automatización de procesos industriales mejoran y se modernizan continuamente por lo cual la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Mecánica, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se ve obligado a construir laboratorios con módulos y equipos similares a los que se encuentran en la industria y sirva en la formación práctica y en la vida profesional de los estudiantes.

Las prácticas de laboratorio que se realizan por los estudiantes de la Facultad de Mecánica se las debe hacer en un ambiente parecido a una industria actual y así empezar a familiarizarse, con los equipos e instrumentos que en lo posterior tendrá que manipular por lo que se mejoraría la calidad de profesionales permitiéndole tener conocimientos de alto nivel para beneficio del sector productivo del país.

1.2 Justificación

1.2.1 *Justificación teórica*

Desde el punto de vista técnico, la importancia de tener un conocimiento basto y bien fundamentado en los procesos industriales modernos es una necesidad fundamental por los avances tecnológicos que se dan en las industrias, y mediante este proceso dar a conocer a los estudiantes de la facultad de Mecánica

1.2.2 *Justificación metodológica*

Desde el punto de vista metodológico, la Facultad de Mecánica en la cátedra de Automatización Industrial obtendrá óptimos resultados al acceder a nuevos procesos industriales, y así incrementar el conocimiento de todo tipo de procesos que se puedan observar en el entorno profesional.

1.2.3 *Justificación práctica*

Desde el punto de vista práctico es necesario tener varios procesos con el robot Kawasaki en el laboratorio de Automatización Industrial, y éste permitirá mejor entendimiento de funcionamiento de dicho robot ya que el estudiante podrá palpar de cerca los procesos que se tiene actualmente en la industria.

1.3 *Objetivos*

1.3.1 *Objetivo general*

Diseñar e implementar un modelo de estación de paletizado para baldosas con el robot industrial Kawasaki RS003N para el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Realizar un estudio bibliográfico aplicando los conocimientos de diseño de elementos de máquinas y automatización de procesos sobre los componentes y equipos a utilizarse en la estación de paletizado, utilizando los materiales y equipos presentes en el Laboratorio de Automatización
- Diseñar y seleccionar elementos neumáticos, equipos y componentes; de acuerdo a las necesidades requeridas para realizar el proceso de paletizado.
- Programar la estación mediante un software que permita controlar el robot industrial a través del PLC, y simular el modelo de estación de paletizado de baldosas.
- Elaborar un manual completo de utilización adecuada de la estación, aplicando la Norma ISO 9001.- Modelo para el aseguramiento de la calidad en el

- diseño/ desarrollo, producción, instalación y servicio, así como un análisis de costos para el proyecto mencionado

CAPÍTULO II

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 Funcionamiento

En el presente trabajo debido a la necesidad de los estudiantes de la facultad de Mecánica de realizar prácticas en módulos didácticos, en el área de Control y Automatización de procesos se tiene que tomar algunos aspectos primordiales como la constante evolución de la tecnología en equipos, materiales, software.

Por lo que la investigación, diseño y selección de materiales para la implementación de este modelo de estación de paletizado para baldosas se lo determinara de acuerdo a la mejor opción para obtener un modelo de estación de paletizado en buenas condiciones para que los estudiantes de la facultad de Mecánica puedan realizar las respectivas prácticas.

Se seleccionará materiales y así como se diseñará algunos elementos de acoplamiento para la adecuación de la existente mesa de bandas que se encuentra en el laboratorio de Automatización de la facultad de Mecánica, y así implementar un modelo de estación de paletizado con la ayuda del robot KAWASAKI, cabe indicar que se utilizará el mecanismo de la banda transportadora que se encuentra en el laboratorio de Control y Automatización de Procesos.

Una descripción breve del trabajo es que la baldosa viajara por la banda transportadora hasta donde se encuentra el robot, este a su vez lo detectara que llego al punto donde por medio de una ventosa lo llevaremos a la baldosa hasta una caja, después que el robot haya puesto un valor determinado de baldosas un cilindro empujara a la caja para que inicie un nuevo paletizado y la caja con baldosa será empujada por un segundo cilindro hacia la posición final.

Para implementar el modelo de estación de paletizado a continuación utilizaremos la metodología del diseño.

2.2 Metodología para el diseño e implementación de un modelo de estación de paletizado.

La ingeniería concurrente, la cual es una filosofía orientada a integrar sistemáticamente y en forma simultánea el diseño de productos y procesos, es la guía en cada una de las fases que se han fijado en el diseño, como lo son el diseño conceptual y funcional y diseño de detalle; todo esto con el fin de que se tengan en cuenta los requerimientos, piezas, funciones, fabricación y todo lo que conlleve a un diseño muy acercado a la realidad y por ende poder en el momento de la construcción materializar las ideas que en este se proponen. (NIEBLES, 2009)

2.2.1 *Diseño conceptual y funcional*

Para hacer la lista de las especificaciones de una forma concisa y no tan extensa se debe realizar una caja negra de funciones para ver así los requerimientos que necesita el modelo de estación de paletizado. Ya establecidas las necesidades, funciones y secuencia de funciones, se utiliza la matriz morfológica; esto consiste en realizar una cuadrícula en la que la primera columna aparece con las funciones necesarias a cumplir y en la parte derecha de la cuadrícula se muestran las alternativas de solución con que se cuenta. (NIEBLES, 2009)

2.3 Sistema de empaquetamiento de baldosas

Para el empaquetamiento de baldosas en la industria actual se utilizan sistemas automáticos y semiautomáticos dentro de los cuales existen mecanismos mecánicos y de control.

2.3.1 *Mecanismo mecánico accionado por una banda transportadora*

La banda para cualquier tipo de transporte utiliza un sistema continuo empleando rodillos o poleas, existen varios tipos de bandas como redondas, planas, trapezoidales. La banda es desplazada por la fricción de sus tambores y la misma es accionada por un motor eléctrico. El apareamiento de la fricción es la resultante de la aplicación de la

tensión en la banda, mediante un mecanismo tensor. El otro tambor suele girar libre y su función es invertir el sentido de desplazamiento de la banda.

2.3.2 *Mecanismos neumáticos accionado por aire comprimido*

En estos mecanismos se destacan los cilindros neumáticos, ventosas, generador de vacío

2.3.2.1 *Actuadores lineales*

Los cilindros neumáticos utilizan aire comprimido para su funcionamiento, en la actualidad estos cilindros se utilizan en la industria para diversos procesos, generalmente se dividen en:

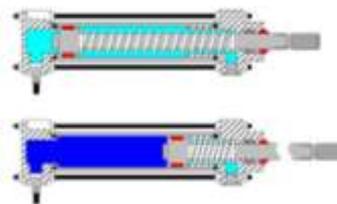
- Cilindros simple efecto
- Cilindros doble efecto

2.3.3 *Tipos de cilindros*

2.3.3.1 *Cilindros de simple efecto*

Sirven para sujetar, empujar y expulsar, tienen una entrada de aire para accionar el émbolo en una sola dirección, para su retroceso utiliza un resorte para posicionarla en su estado inicial.

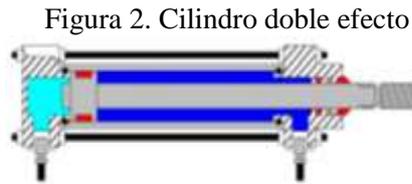
Figura 1. Cilindro simple efecto



Fuente: (ESCALERA, 2010)

2.3.3.2 Cilindros doble efecto

Esta clase de cilindros tienen dos entradas para aire comprimido, de esta manera se puede producir carreras tanto de avance como retroceso, esta clase de cilindros ocupan las dos caras del émbolo e ingresa el aire a las dos cámaras para producir tanto el avance como el retroceso respectivamente.



Fuente: (ESCALERA, 2010).

2.3.3.3 Fuerza producida por un cilindro

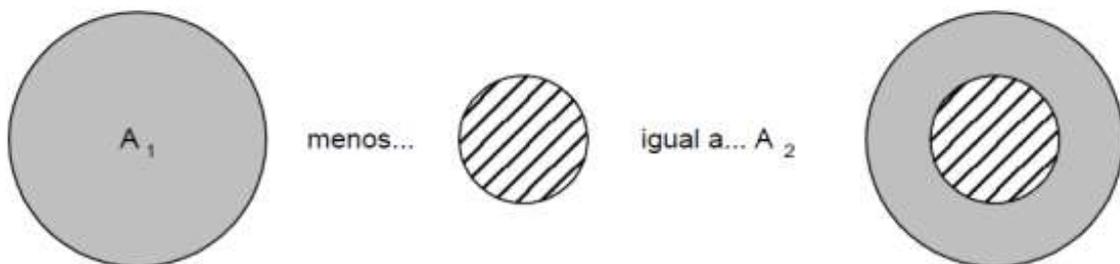
La fuerza producida por el vástago se puede calcular mediante la ecuación que se presenta a continuación donde P es la presión a la que está sometido el cilindro y A es el área del émbolo en donde se aplica el aire comprimido.

$$F = P * A \quad (2.1)$$

De la ecuación anterior podemos decir que la fuerza de salida es igual a:

$$F_{salida} = P * A_1 \quad (2.2)$$

Figura 3. Secciones efectivas de un cilindro



Fuente: (ESCALERA, 2010)

Para calcular la fuerza de retorno se debe ocupar el área A_2 que es la diferencia del área del émbolo menos el área del vástago del cilindro.

$$F_{\text{retorno}} = P * A_2 \quad (2.3)$$

$$F_{\text{salida}} > F_{\text{retorno}} \quad (2.4)$$

$$V_{\text{salida}} > V_{\text{retorno}} \quad (2.5)$$

2.3.4 *Generadores de vacío neumático*

Este tipo de generadores crean el vacío indispensable y necesario dentro del proceso al cual se va a controlar; los generadores de vacío neumáticos generan producen la funcionalidad en tiempos para ciclos cortos; esto gracias a un diseño adecuado, ligero y compacto para poder controlar la debida funcionalidad requerida para el proceso.

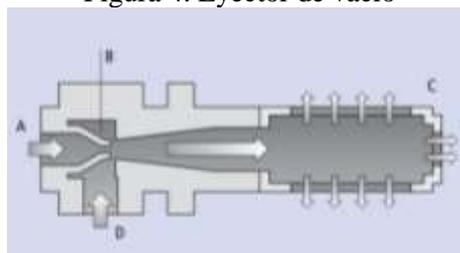
2.3.4.1 *Eyectores*

Los eyectores se basan en el principio de funcionamiento de un Venturi; existen eyectores de una etapa para toberas Eco.

Proceso de funcionamiento de los eyectores.

Ingresa aire comprimido a través de la conexión (A), el aire circula por la tobera del Venturi (B), el mismo es acelerado y comprimido. Al pasar por la tobera disminuye la aceleración del aire produciendo así una depresión de vacío. El aire es disipado a través de la conexión de vacío (D). Este aire es aspirado y comprimido para ser expulsado a través del silenciador (C). (SCHMALZ, 2016)

Figura 4. Eyector de vacío



Fuente: (SCHAMALZ, 2016)

2.3.5 *Generadores de vacío eléctricos*

Estos generadores de vacío eléctricos se suelen utilizar siempre y cuando no se disponga de generadores de aire comprimido.

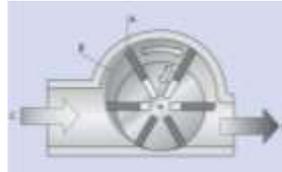
Los generadores de vacío eléctricos son requeridos cuando el proceso requiera de potencias elevadas de aspiración.

2.3.5.1 Bombas de vacío

Este tipo de bombas disponen una rueda excéntrica con paleta (A). Las paletas de la rueda son presionadas hacia afuera por la interacción de la fuerza centrífuga, creando así cámaras de distintos tamaños (B) que las laminillas sellan. A paso seguido la cámara se agranda con la rotación de la rueda, el aire se expande. La presión del aire desciende y se genera depresión (vacío). A continuación, el aire se aspira en el lado de aspiración (C) y sale comprimido (aire de escape) por el orificio de salida (D). (SCHMALZ, 2016)

Las bombas generan un nivel alto de vacío y, dependiendo del tipo a utilizarse, disponen de una capacidad de aspiración relativamente alta.

Figura 5. Principio de funcionamiento de la bomba de vacío



Fuente: (SCHMALZ, 2016)

2.3.6 Ventosas neumáticas

Las ventosas son elementos de unión entre la pieza y la instalación de manipulación, sus partes son una ventosa y por una boquilla. La ventosa se utiliza para sujetar y mover una pieza o elemento en una instalación o por medio de un robot. La ventosa no se adhiere mediante aspiración a la pieza, sino que la presión atmosférica presiona la pieza contra la ventosa o viceversa. Para lo cual, la presión atmosférica debe ser mayor que la presión existente entre la ventosa y la pieza. La diferencia de presión se consigue mediante la utilización un generador de vacío. El generador de vacío aspira el aire entre la ventosa y la pieza. En cuanto la ventosa entra en contacto con la superficie de la pieza y se sella contra la presión atmosférica, se genera el vacío necesario para mover a la pieza en la instalación. (SCHMALZ, 2016)

La fuerza de retención de la ventosa se calcula por la siguiente ecuación:

$$F = \Delta p \times A \quad (2.6)$$

Dónde:

F = Fuerza de retención [N]

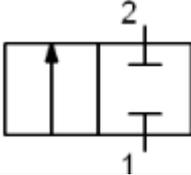
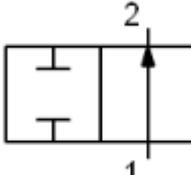
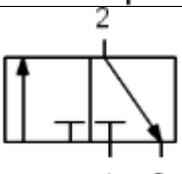
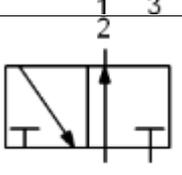
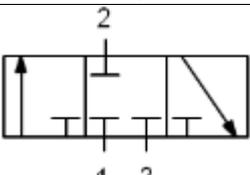
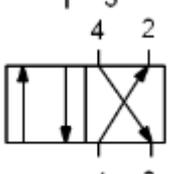
Δp = Diferencia entre la presión atmosférica y la presión del sistema [Pa]

A = Superficie de aspiración efectiva [m²]

2.3.7 *Electroválvulas*

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería.

Tabla 1. Tipos de válvulas

Tipos de válvulas	Simbología	Aplicación
Válvula 2/2 normalmente cerrada		La conexión 1 taponada y la salida 2 taponada, al accionar la válvula hay paso de 1 a 2.
Válvula 2/2 normalmente abierta		En posición de reposo hay paso de 1 a 2 y al accionar la válvula queda taponado 1 y 2.
Válvula 3/2 normalmente cerrada		La conexión 1 está cerrada y está comunicada 2 con 3. Al accionar la válvula hay paso de 1 hacia 2 y el escape está taponado.
Válvula 3/2 normalmente abierta		En posición de reposo está comunicado 1 con 2 y 3 taponado. Al accionar la válvula la presión está taponada y comunicada 2 con 3.
Válvula 3/3 con posición neutra normalmente cerrada		Está dotada de posición intermedia que puede ser utilizada de diferentes maneras según se necesite.
Válvula 4/2 normalmente abierta		Controlar el avance y retroceso de un cilindro de doble efecto, en una posición de la válvula el cilindro avanza y en la otra retrocede

Válvula 4/2 normalmente cerrada		Permite el paso del fluido en ambas direcciones.
Válvula 4/3 con posición neutra normalmente cerrada		El centro cerrado significa que las cuatro vías están bloqueadas internamente impidiendo la circulación del aceite o aire en ninguna de las direcciones.
Válvula 4/3 con posición neutra a escape		El centro abierto significa que las cuatro vías están unidas internamente.
Válvula 5/2		Controlar el avance y retroceso de un cilindro de doble efecto, en una posición de la válvula el cilindro avanza y en la otra retrocede.
Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada		Implican el bloqueo del cilindro por bloqueo de sus cámaras, o la puesta a escape de las dos cámaras del cilindro, para permitir moverlo libremente sin presión.

Realizado por: Autores

2.3.7.1 Válvula 5/2

La válvula neumática de 5/2 vías con racores rápidos está montada sobre una placa funcional dotada con conexión P y silenciador. La válvula neumática conmuta al recibir una señal neumática, al retirarse la señal, la válvula vuelve a su posición inicial por efecto de un muelle de recuperación. (FESTO, 2005)

Figura 6. Válvula 5/2



Realizado por: Autores

2.3.7.2 Válvula 2/2

La válvula 2/2 vías está provista de una conexión de trabajo A y de una presión P y permite un control del caudal de aire cerrando o abriendo el paso cuando se le hace cambiar de posición de trabajo. La válvula 2/2 normalmente cerrada, la conexión P taponada y la salida A taponada, al accionar la válvula hay paso de P a A, la válvula 2/2 normalmente cerrada, la conexión P taponada y la salida A taponada, al accionar la válvula hay paso de P a A. (DEMO)

Figura 7. Válvula 2/2



Realizado por: Autores

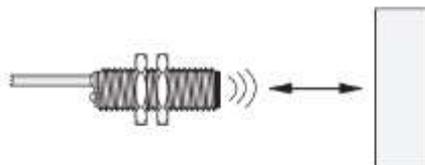
2.4 Sistemas de Control y medición para el paletizado de baldosas

En estos sistemas se encuentra abarcado PLC, sensores, software.

2.4.1 Sensores de proximidad

Estos tipos de sensores se utilizan para detectar y marcar una relación de cambio, a su vez proporcionan información en señales de comunicación “si o no”, para indicar si el cuerpo alcanzó o no la posición requerida.

Figura 8. Detección de señal de un sensor de proximidad



Realizado por: Autores

2.4.1.1 Ventajas de los sensores de proximidad

Las ventajas de los sensores de proximidad son las siguientes:

- a) Detención automática y correcta en sus debidas coordenadas.
- b) Detención sin ser expuesto a objetos; no requieren el contacto entre el sensor y la pieza.
- c) Poseen conmutación rápida; puesto que la señal de salida es generada electrónicamente, estos sensores no detectan errores en las señales emitidas.
- d) Son resistentes al desgaste; puesto que no poseen partes móviles.

2.4.1.2 *Clasificación de los sensores de proximidad*

Tabla 2 Tipos de sensores de proximidad

Tipo de sensor	Detección de material
Magnético	Presión, posición, distancia
Inductivo	Materiales metálicos
Capacitivo	materiales aislantes como el plástico, papel, madera
Óptico	Todo tipo de material

Realizado por: Autores

2.4.2 *Controlador lógico programable (PLC)*

Se lo puede definir como un ordenador tipo caja negra donde existen terminales de entrada a los que se les puede conectar pulsadores, finales de carrera, sensores, detectores. En los terminales de salida se les puede conectar bobinas, motores, electroválvulas, focos, ventosas, la actuación de los terminales de salida está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según la programación que esta guardada y activada en el PLC, de esta manera los elementos típicos como relés auxiliares, relés de enclavamiento, temporizadores, son internos. (MOLINARI, 2009)

2.4.2.1 *Programación con PLC*

Una instalación neumática o hidráulica puede controlarse desde un PLC con la ventaja de ser modificable. De modo que la programación y el aspecto de las pantallas del monitor pueden cambiarse más adelante para una nueva instalación, o bien, diseñar simplemente una mejora en el circuito o en la presentación de datos en pantalla. Existe

una norma de estandarización de programas para el PLC, la IEC-61131-3 con cuatro lenguajes de programación que son los más utilizados. (CREUS, 2007)

Figura 9. PLC SIEMENS 1500



Fuente: (AIRTAC, 2017)

2.4.2.2 *Lenguaje de contactos*

El lenguaje de contactos emula la estructura de los esquemas eléctricos. Representa una red de contactos y bobinas que el autómatas ejecuta secuencialmente. En la red hay dos barras de potencial con circulación de la corriente de izquierda a derecha y con dos zonas, la zona de prueba que describe las condiciones necesarias para la acción y la de acción que aplica el resultado consecutivo a un encadenamiento de prueba. De este modo, los contactos activan y desactivan la bobina objetivo. (CREUS, 2007)

2.4.2.3 *Lenguaje lista de instrucciones*

Está formado por una serie de instrucciones ejecutadas secuencialmente por el PLC y es parecido al lenguaje ensamblador, pero se estructura igual que el lenguaje de contactos porque las instrucciones se organizan en secuencia. (CREUS, 2007)

2.4.2.4 *Lenguaje literal estructurado*

El lenguaje literal estructurado al igual que el de lista de instrucciones es un lenguaje evolucionado. Se basa en el código C y resulta muy sencillo para gestionar tablas, funciones aritméticas, etc. (CREUS, 2007)

2.4.2.5 *Lenguaje Grafcet*

El lenguaje Grafcet permite representar gráficamente el funcionamiento de un automatismo secuencial. Su estructura está basada en etapas y transiciones y permite representar cualquier diagrama de estados. Las etapas son parte del programa englobando un conjunto de acciones asociadas, de manera que cuando la etapa está activa se efectúan dichas acciones. Se representan mediante un cuadro numerado. Las transiciones permiten evolucionar de una etapa a la otra y se representan gráficamente por una línea horizontal. (CREUS, 2007)

2.4.3 *Software TIA PORTAL V13*

TIA Portal es un software innovador que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Conviene por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento. El TIA Portal optimiza todos los procedimientos de procesamiento, operación de máquinas y planificación, La sencillez de sus funciones y la completa transparencia de datos facilita al operario su utilización. (SIEMENS, 2016)

Figura 10. TIA PORTAL V13



Realizado por: Autores

2.4.3.1 *Característica TIA PORTAL V13*

Las características del software TIA son las siguientes:

- Intuitivo
- Fácil aprendizaje en el software de programación.
- Eficiente
- Base de datos común para libre acceso de las diferentes herramientas de programación (HMI, SCADA, PLC).

- Capacidad de integración con otras herramientas de configuración de instrumentación, control y maniobra y accionamientos eléctricos. (SIEMENS, 2017).

2.4.4 *Software telecontrol server basic*

Telecontrol Server Basic es adecuado para tareas sencillas de control y supervisión, para la transferencia de datos de proceso o bien para el diagnóstico y mantenimiento remotos. Para que la central pueda comunicarse con instalaciones distantes de tecnología de procesos se utiliza el software Telecontrol Server Basic, que conecta el sistema HMI (p. ej. WinCC flexible) con las subestaciones en calidad de servidor OPC. Dicho software permite realizar tanto aplicaciones mínimas con unas pocas estaciones externas como proyectos amplios con hasta 5.000 dispositivos sobre la base de los controladores SIMATIC S7-1200 y S7-200. Los datos se transfieren inalámbricamente vía GPRS o Internet. (SIEMENS, 2017)

2.4.4.1 *Aplicaciones de telecontrol*

Las utilidades que posee el software telecontrol se detallan a continuación:

- Comunicación utilizada por medio de telefonía móvil GPRS “General Packet Radio Service”.
- Funcionamiento de SIMATIC S7 independiente que utiliza los diferentes operadores móviles a través de APN’s estándar (transición de telefonía móvil-Internet) con planes de telefonía móvil.
- Funcionamiento GPRS de los controladores SIMATIC S7 por medio de APNs privados (transición telefonía móvil-red) para máxima seguridad. (SIEMENS, 2013)

2.4.4.2 *Comunicación con estaciones de telecontrol*

Los tipos de conexiones que posee el Software Telecontrol son las siguientes:

- Conexión a la red GSM por medio de APN’s estándar (transición telefonía móvil-Internet).

- Conexión a Internet a través de APN's privados.
- Utilización del servicio "GPRS" en la red GSM.

2.4.4.3 *Accesibilidad del servidor de telecontrol*

El servidor de Telecontrol debe estar accesible siempre a la red GSM. Por lo cual es necesario que el equipo esté conectado a la red GSM por medio de una línea telefónica; Para la puesta en servicio del servidor de Telecontrol y de las estaciones de telecontrol conectadas a él. Para lo cual se requiere de la siguiente información: (SIEMENS, 2013)

- Información para el acceso a Internet del servidor de Telecontrol.
 - a) Configuración del router para tener acceso a Internet.
 - b) Configuración de la dirección IP del servicio de internet del servidor de Telecontrol.
 - c) Seleccionar el número de puerto del servidor del Telecontrol para el re-direccionamiento del mismo a través del router.
- Información requerida para el servidor SMTP y la Gateway SMS para enviar SMS de confirmación sobre la activación desde el servidor de Telecontrol.
- Información sobre la Configuración y Monitoreo del TCSB.
- Información sobre el enlace de conexión con la estación remota.
 - a) APN (Nombre del Punto de Acceso)
 - b) Nombre de usuario para el Punto de acceso "APN"
 - c) Contraseña para el punto de acceso "APN"
- Información para funciones de TeleService (S7-1200 + CP 1242-7)
 - a) Nombre de usuario de TeleService (igual que el configurado para el CP)
 - b) Contraseña de TeleService (igual que la configurada para el CP)
 - c) Contraseña del servidor.

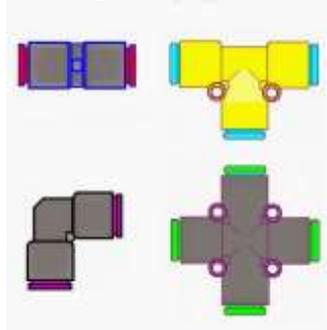
Dicha contraseña se configura en TCSB. Puede ser "Opcional-Específica" de proyecto. Si no se configura ninguna contraseña de servidor, automáticamente el sistema selecciona una contraseña predeterminada. (SIEMENS, 2013)

2.5 Elementos para uniones y mantenimiento de la red neumática.

2.5.1 Racores

Un racor tiene un extremo roscado que se une a un componente de un sistema neumático que puede ser un cilindro, válvula y otra para conectar a una manguera plástica.

Figura 11. Tipos de racores neumáticos



Fuente: (COPAROMAN, 2014)

2.5.1.1 Montaje

Para una sujeción fiable y evitar que la junta interior sufra daños, es necesario eliminar las rebabas del tubo flexible y utilizar un tubo de la longitud precisa.

- a) Introducir el tubo flexible hasta el tope. Deberá controlarse que el tubo flexible esté correctamente introducido en la junta interior.
- b) Para comprobar la fijación correcta del tubo flexible, tirar de él ligeramente. (FESTO, 2017)

2.5.1.2 Desmontaje

- a) Para desmontar el tubo flexible, simplemente apretar y mantener apretado el anillo extractor. Retire cuidadosamente el tubo flexible del racor.
- b) Antes de volver a usar el tubo flexible, cortar la parte dañada. (FESTO, 2017)

2.5.2 Reguladores de flujo

La válvula reguladora de presión regula la alimentación de aire comprimido hasta que alcanza la presión de funcionamiento. Además, compensa oscilaciones de la presión. El sentido del flujo se indica mediante flechas en el cuerpo de la válvula. El manómetro indica la presión regulada, la válvula reguladora de presión tiene un botón regulador. Girándolo se puede ajustar la presión deseada. El botón regulador puede desplazarse para bloquearlo con el fin de no modificar el valor regulado. (FESTO, 2005).

Figura 12. Regulador de flujo



Realizado por: Autores

2.5.3 Silenciadores de bronce.

Silenciadores de bronce sinterizado, reduce con eficacia ruidos del extractor del aire a los niveles aceptados en la industria con la restricción del flujo mínimo. Protegen las válvulas, los conductores del tornillo, las llaves de impacto y las otras herramientas, pudiendo directamente incorporar el sistema. Anticorrosivo y puede ser limpiado con muchos solventes. (STREAMTEK, 2017).

Figura 13. Silenciador



Realizado por: Autores

2.6 Sistemas de transporte y almacenamiento.

Existen varios mecanismos para poder transportar las cajas de baldosas paletizadas para su almacenamiento, mediante mecanismos neumáticos como son los actuadores lineales y mecanismos mecánicos como una leva con su seguidor lineal.

2.6.1 *Mecanismos de transformación de movimiento mecánico*

En estos mecanismos, el tipo de movimiento que tiene el elemento de entrada del mecanismo es diferente del tipo de movimiento que tenga el elemento de salida, es decir, el tipo de movimiento se transforma en otro distinto, de ahí el nombre de mecanismo de transformación. (GONZÁLEZ, 2008)

2.6.1.1 *Mecanismos de transformación circular-lineal*

En este caso, el elemento de entrada tiene movimiento circular, mientras que el elemento de salida tiene movimiento lineal. El mecanismo piñón-cremallera, este mecanismo convierte el movimiento circular de un piñón en uno lineal continuo por parte de la cremallera, que no es más que una barra rígida dentada, el piñón al girar y estar engranado a la cremallera, empuja a ésta, provocando su desplazamiento lineal. (GONZÁLEZ, 2008)

2.6.1.2 *Mecanismos de transformación circular-alternativa*

En este caso, el elemento de entrada tiene movimiento circular, mientras que el elemento de salida tiene movimiento alternativo. El mecanismo de la leva es un accesorio mecánico realizado de algún material (madera, metal, plástico, etc.) que va sujeto a un eje y tiene un contorno con forma especial. El giro del eje hace que el perfil o contorno del mismo conecte una pieza conocida como seguidor, este a su vez permite obtener un movimiento alternativo, a partir de uno circular. (GONZÁLEZ, 2008)

2.6.2 *Mecanismo de transformación de movimiento neumático*

Los mecanismos de transformación de movimiento neumático habitualmente se utilizan para la automatización de máquinas. Los circuitos neumáticos que convierten la energía del aire comprimido en energía mecánica tienen un amplio campo de aplicación (martillos y herramientas neumáticas, dedos de robots, transporte de mercadería de un lugar a otro, etc.) por la rapidez de reacción de los actuadores para no requerir de un circuito de retorno del aire. En los sistemas neumáticos, el más utilizado en la industria actual es el cilindro neumático, en los cilindros el movimiento del émbolo es más rápido que en los mecanismos mecánicos y responden muy bien a las exigencias requeridas en casos de transporte de distancias cortas. (HERNANDEZ, 2017)

2.7 Equipos e instrumentos que posee actualmente el laboratorio de automatización industrial

Actualmente el laboratorio de Automatización Industrial posee un mecanismo de banda transportadora accionada por un motor de 0.5 hp de potencia y el robot Kawasaki, Variador de frecuencia, pantalla táctil HDMI, PLC.

Tabla 3. Equipos que posee la Facultad de Mecánica

Equipo	Marca
Banda Transportadora	
Motor 0,25 HP	
Robot	Kawasaki
Variador de frecuencia	Siemens
Pantalla Táctil HDMI	Siemens
PLC	Siemens

Realizado por: Autores

2.7.1 *Banda transportadora.*

El laboratorio de Automatización industrial posee una banda tipo redonda guiado por poleas de aluminio.

Figura 14. Banda transportadora



Realizado por: Autores

2.7.1.1 *Bandas o correas redondas*

Las bandas redondas son muy elásticas y se pueden acoplar direccionalmente, además de ser multidireccionales para engranajes angulares. Se utilizan en aplicaciones tanto de transporte como de accionamiento. Gracias a su flexibilidad, las correas redondas se pueden instalar sin necesidad de un dispositivo tensor. Además, la elasticidad actúa como elemento de seguridad al reducir las sacudidas en caso de breves sobrecargas, gracias a sus ajustadas tolerancias transversales, las correas redondas garantizan una transmisión de potencia uniforme. (HABASIT, 2017)

2.7.1.2 *Sistema de poleas semicirculares*

El sistema de poleas utilizado en la banda transportadora que posee actualmente el laboratorio de Automatización Industrial es simplemente para transmitir movimiento, por esta razón todas las poleas poseen mismas dimensiones y características teniendo así una relación de transmisión 1:1.

2.7.2 *Robot Kawasaki de serie RSO03N de 3 a 80 kg*

El laboratorio de Automatización Industrial de la facultad de Mecánica un robot de marca Kawasaki de serie RS003N para lo cual explicaremos el funcionamiento en breves rasgos y sus aplicaciones.

Figura 15. Brazo robot



Realizado por: Autores

Los Robots de Kawasaki de la Serie RS003N de 6 ejes establecen un punto de referencia en robots industriales para cargas pequeñas y medianas. Su diseño compacto, junto con su rapidez líder en la industria, de alto alcance y rango de trabajo hacen del robot de la Serie R una solución ideal para una amplia gama de aplicaciones para diversas industrias. (LARRAIOZ, 2015)

2.7.2.1 *Aplicaciones:*

- Ensamblado
- Manipulación de materiales
- Paletizado
- Dosificado
- Carga y descarga de máquina
- Arranque de material
- Soldadura por arco. (LARRAIOZ, 2015)

2.7.3 *Variador de frecuencia SIEMENS*

Un variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Figura 16. Variador de frecuencia



Realizado por: Autores

2.7.4 Pantalla táctil HDMI

Es una pantalla que mediante un toque directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados o valores que se introdujeron previamente; actuando como dispositivo de entrada y salida de datos.

Figura 17. Pantalla táctil



Realizado por: Autores

2.7.5 PLC SIMATIC CSM 1277.

El equipo CSM 1277 permite construir a bajo coste redes Industrial Ethernet con topología en línea y estrella con funcionalidad de conmutación. (SIEMENS, 2017).

Figura 18. PLC CSM 1277



Realizado por: Autores

2.7.5.1 *Datos técnicos.*

Tabla 4. Ficha técnica PLC

Conexiones	
Conexión de terminales o componentes de las red a través de Twisted Pair	4 conectores hembra RJ45 con ocupación MDI-X para 10/100 Mbit/s (semidúplex, dúplex), sin potencial
Conexión para alimentación de tensión	Bloque de bornes de 3 contactos, enchufable
Datos eléctricos	
Tensión de alimentación	Alimentación de DC 24 V (límite: 19,2 hasta 28,8 V) Baja tensión de seguridad (SELV) Tierra funcional
Potencia perdida con DC 24 V	1,6 W
Consumo de corriente con tensión nominal	70 mA
Protección contra sobrecorriente en la entrada	PTC Resetable Fuse (0,5 A / 60 V)
Longitudes de cables permitidas	
Conexión a través de cables Industrial Ethernet FC TP 0 - 100 m	Industrial Ethernet FC TP Standard Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o a través de Industrial Ethernet FC Outlet RJ45 con 0 - 90 m Industrial Ethernet FC TP Standard Cable + 10 m TP Cord
0 - 85 m	Industrial Ethernet FC TPMarine/Trailing Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o 0 - 75 m Industrial Ethernet FC TP Marine/Trailing Cable + 10 m TP Cord

Fuente: (SIEMENS, 2017)

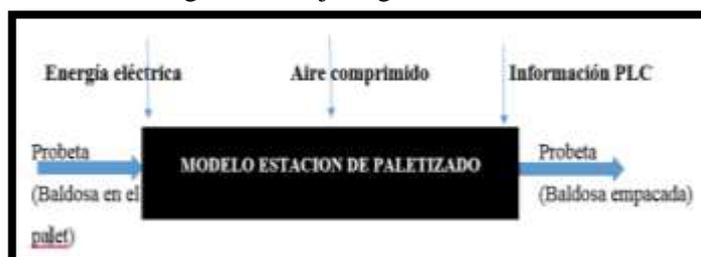
CAPÍTULO III

3 DISEÑO Y SELECCIÓN PARA EL MONTAJE DEL MODELO DE ESTACIÓN DE PALETIZADO

3.1 Diseño conceptual.

Se observa en la figura 1 que el modelo de estación de paletizado inicia con suministro de energía eléctrica la misma que activa a una banda transportadora, todo el proceso comandado mediante un PLC, en la siguiente etapa la baldosa viajara en un pale por la banda transportadora hasta llegar a la estación de empaquetamiento la cual realizara el robot, en la etapa final un mecanismo realizara el transporte y almacenamiento de las cajas empacadas.

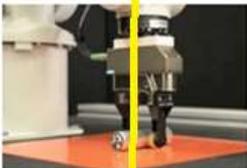
Figura 19. Caja negra de funciones



Realizado por: Autores

Una vez establecidas las necesidades, funciones y secuencia de funciones, se utiliza la matriz morfológica, para la selección de los componentes a utilizarse en la implementación de un modelo de estación de paletizado.

Figura 20. Matriz morfológica

ALTERNATIVAS	1	2	3
FUNCIÓN			
SISTEMA TRANSPORTE BALDOSA			
EMPAQUETAMIENTO DE LA BALDOSA			
MECANISMO DE ALMACENAMIENTO			

Realizado por: Autores

A continuación, se realiza el cuadro de ponderación con una escala de 1 a 10

Tabla 5. Ponderación

CALIFICACIÓN / CRITERIO	SOLUCIÓN ROJA	SOLUCIÓN AMARRILLA
Banda transportadora	10	10
Costo	8	10
Dimensiones	10	5
Mantenimiento	9	7
Total	39	32

Realizado por: Autores

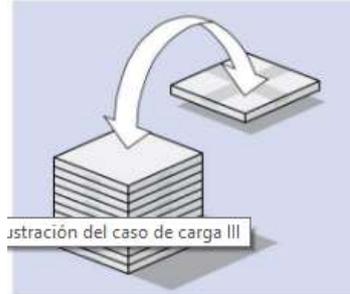
En la comparación de alternativas con sus valores ponderados se llega a determinar que la solución roja es la mejor alternativa para el diseño, para lo cual se procede con el diseño de detalle.

3.2 Selección de la ventosa neumática.

Para seleccionar la ventosa se debe tomar en cuenta varios factores que intervienen en el cálculo, el peso máximo que va a levantar la ventosa, el tipo de material, las distancias

máximas a transportar, la altura máxima es de 100 mm y la distancia que va a recorrer es de 250 mm.

Figura 21. Movimiento a realizar por la ventosa



Fuente: (SCHAMALZ, 2016)

En el modelo de la estación de paletizado se va a elevar la carga y luego trasladar horizontalmente mediante un giro, para lo cual se va a utilizar la ecuación dada por el SCHNALZ que se lo referencio anteriormente en la figura 20.

$$F_{th} = \frac{m}{\mu} * (g + a) * S \quad (3.1)$$

Dónde:

F_{th}= Fuerza de retención teórica [N]

m= Masa crítica o máxima [Kg]

g= Aceleración gravitacional [9,81 m/s²]

a=Aceleración del proceso [m/s²]

S= Factor de seguridad

μ= Coeficiente de fricción

Factor de seguridad S: Dependiendo de las propiedades de la superficie de la pieza, se debe ajustar el factor de seguridad S. Como factor de seguridad se toma un valor mínimo de 1,5 para piezas lisas y no porosas. Para piezas críticas, no homogéneas, porosas, rugosas o aceitadas se debe tomar un factor de seguridad de 2,0 o superior. (SCHAMALZ, 2016)

Coeficiente de Fricción.

Tabla 6. Coeficiente de fricción

Coeficiente de fricción (μ)	Materiales y superficies
0,2 - 0,3	Superficies húmedas
0,5	Madera, metal, vidrio, piedra
0,6	Superficies rugosas.

Fuente: (SCHMALZ, 2016)

Valores empíricos de aceleración.

Tabla 7. Valores de velocidad

Mecanismo	Velocidad
Husillo eléctrico	6 m/s ²
Correa dentada eléctrica	20 m/s ²
Servo-Neumática:	25 m/s ²
Neumática:	30 m/s ²
Actuador giratorio neumático	40 m/s ²

Fuente: (FESTO, 2017)

$$F_{th} = \frac{0.08664}{0.5} * (9.81 + 25) * 2$$

$$F_{th} = 12,06 N$$

$$F_{th} = 12 N$$

Se necesita una fuerza teórica de 12 N, en la estación de paletizado se va a utilizar dos ventosas para una mejor sujeción y para que no rote la caja en ningún sentido, entonces las ventosas estarán equidistantes y se repartirán las fuerzas.

$$F_{ventosa} = \frac{F_{th}}{2} \tag{3.2}$$

$$F_{ventosa} = \frac{12 N}{2}$$

$$F_{ventosa} = 6 N$$

La fuerza que utiliza cada ventosa es 6 N, a continuación, se procede a seleccionar en el catálogo.

Tabla 8. Ventosas VAS FESTO

Datos técnicos generales												
Diámetro de la ventosa [mm]	2	5	8	10	15	30	40	55	75	100	125	
Conexión de vacío	M3	M5	M5	M5	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{8}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	
Posición de la conexión	Arriba											
Diámetro nominal [mm]	1	1,5	2	2	3	3	4	4	4	4	7	
Forma de la ventosa	Redonda, plana											
Tipo de fijación	Mediante conexión de vacío											
Posición de montaje	Indistinta											
Presión nominal de funcionamiento [bar]	-0,7											
Fuerza de sujeción con presión nominal -0,7 bar [N]	0,14	0,9	1,6	4,5	7,9	34	56	106	197	397	606	
Diámetro de aspiración eficaz [mm]	1,6	4	5,5	8	12	25	32	44	60	85	105	
Volumen de las ventosas [cm ³]	0,03	0,03	0,095	0,12	0,328	1,29	3,47	8,01	18,3	33,5	79,1	
Compensación de altura [mm]	0,5	0,5	0,9	1,1	1,2	1,9	3	3,5	3,5	3,5	6	

Fuente: (FESTO, 2016)

En la tabla de FESTO seleccionamos el diámetro, con el valor calculado de la fuerza que es 6N, el diámetro de la ventosa es 15mm, por lo tanto, necesitamos una ventosa redonda estándar FESTO VAS Ø 15.

Figura 22. Ventosa



Realizado por: Autores

Para poder calibrar las posiciones de la ventosa es necesario realizar una conexión entre la ventosa y el racor mediante un tubo de cobre. Ver PLANOS

Figura 23. Instalación de la ventosa

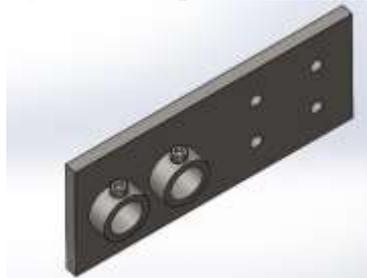


Realizado por: Autores

3.2.1 *Diseño de un acople entre el robot y la ventosa.*

Para el diseño del acople se tiene como base las dimensiones entre roscas que posee el robot por lo que como dimensiones preliminares de 100 mm x 50 mm * 5 mm, el material que se va a utilizar para dicho acople será plancha de acero inoxidable, con bocines y prisioneros hexagonal, para realizar el ajuste de alturas necesarias para la ventosa.

Figura 24. Acople ventosa robot



Realizado por: Autores

Las dimensiones, tolerancias y demás especificaciones se encuentran en ANEXOS (PLANOS).

3.2.1.1 *Selección de un perno grado SAE para el acople.*

Figura 25. Diagrama de fuerzas



Realizado por: Autores

Dado que el robot tiene ya hecho la rosca para perno M12, se tiene que seleccionar un perno para soportar dicha carga, el acople está sometido a tracción primaria y tracción secundaria, debido a que se trata de un modelo de estación de paletizado se utilizara un perno grado SAE 1, de bajo carbono.

Para calcular la tracción primaria y secundaria se debe trasladar la fuerza al punto medio, al realizar este traslado de la fuerza aparece un momento en el eje z.

$$P = P1 + P2 \quad (3.3)$$

Dónde:

P= Fuerza resultante

P1 = P2: Fuerza de la ventosa

$$P = 6 + 6$$

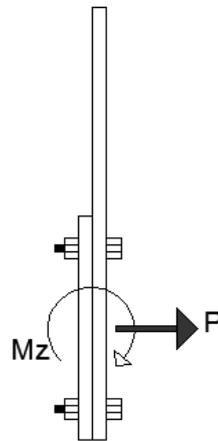
$$P = 12$$

$$Mz = P1 \times d1 + P2 \times d2 \quad (3.4)$$

$$Mz = 6 \text{ N} \times 0,092 \text{ m} + 6 \text{ N} \times 0,06 \text{ m}$$

$$Mz = 0,912 \text{ Nm}$$

Figura 26. Fuerza y momento

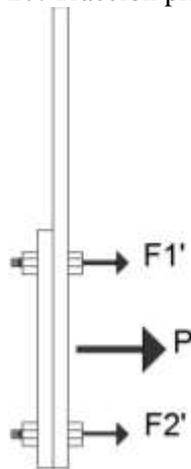


Realizado por: Autores

Cálculo de F_1' (Tracción primaria).

$$F1' = F2' = Fn' \quad (3.5)$$

Figura 27. Tracción primaria



Realizado por: Autores

Dónde:

$F1' = F1'$: Fuerza de tracción primaria [N]

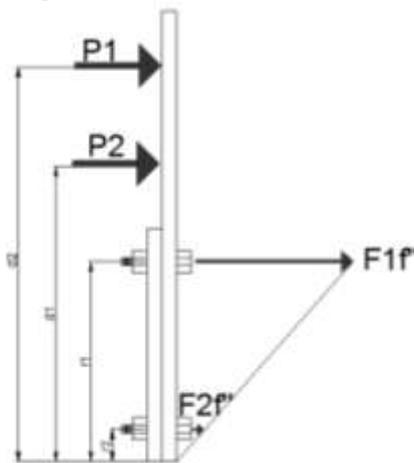
$$F1' = \frac{P}{\# \text{ pernos}} \quad (3.6)$$

$$F1' = \frac{12 \text{ N}}{4}$$

$$F1' = 3 \text{ N}$$

Cálculo de $F1''$ y $F2''$ (Tracción secundaria)

Figura 28. Tracción secundaria



Realizado por: Autores

$$\frac{F1f''}{r1} = \frac{F2f''}{r2} \quad (3.7)$$

$$F1f'' * r1 + F2f'' * r2 = Mz \quad (3.8)$$

$$F1f'' = \frac{Mz * r1}{r1^2 + r2^2} \quad (3.9)$$

Dónde:

$F1f''$ = Fuerza tracción secundaria fila 1[N]

$F2f''$ = Fuerza tracción secundaria fila 2 [N]

$r1$ = Radio 1[m]

$r2$ = Radio 2[m]

$d1, d2$ = Distancias hasta las fuerzas [m]

Mz = Momento respecto al eje z [Nm]

$$F1f'' = \frac{0,91 \text{ Nm} * 0.016 \text{ m}}{(0.016 \text{ m})^2 + (0,032 \text{ m})^2}$$

$$F1f'' = 11,375 \text{ N}$$

$$F2f'' = \frac{0,91 Nm * 0.032m}{(0.016 m)^2 + (0,032 m)^2}$$

$$F2f'' = 22,75 N$$

$$F1'' = \frac{F1f''}{\# \text{pernos fila}} \quad (3.10)$$

$$F1'' = \frac{22,75 N}{2}$$

$$F1'' = 11,375 N$$

$$F2'' = \frac{11,375 N}{2}$$

$$F2'' = 5,687 N$$

Para encontrar la fuerza resultante se utiliza el teorema de Pitágoras

$$F1'^2 + F1''^2 = F^2 \quad (3.11)$$

$$F^2 = (3 N)^2 + (11,375 N)^2$$

$$F = 11,76 N$$

$$\frac{F}{Ar} = \frac{Ssy}{n} \quad (3.12)$$

Dónde:

F=Fuerza a tracción [N]

Ar: = Área transversal del perno [mm²]

n =Coeficiente de seguridad

Ssy = 0,5 Sy

Sy= Resistencia mínima a la fluencia [N/mm²]

Datos del perno M12 grado SAE 1

Sy= 227,6 N/mm²

Ar = 84,3 mm²

Ssy = 113,8 N/mm²

$$n = \frac{113,8 N/mm^2 \times 84,3mm^2}{11,76 N}$$

$$n = 815$$

3.2.2 Selección del generador de vacío.

Para seleccionar el generador de vacío, se tiene que tener parámetros como la capacidad de aspiración de la ventosa, el tipo de material que se tiene que aspirar.

Para calcular la capacidad de aspiración se realizará con la ecuación siguiente:

$$V = Vs * n \quad (3.13)$$

Dónde:

V= Capacidad de aspiración [L/min]

Vs= Capacidad de aspiración de una ventosa [L/min]

n= Número de ventosas

Tabla 9. Capacidad de caudal de una ventosa

Ø de la ventosa	Superficie de aspiración A	Caudal volumétrico Vs	
	[cm ²]	[m ³ /h]	[l/min]
hasta 60 mm	28	0,5	8,3
hasta 120 mm	113	1	16,6
hasta 215 mm	363	2	33,3
hasta 450 mm	1540	4	66,6

Fuente: (SCHAMALZ, 2016)

$$V = 8,3 \text{ L/min} * 2$$

$$V = 16,6 \text{ l/min}$$

Con el volumen calculado, encontramos en el catálogo un generador para 16,6 l/min

Tabla 10. Generadores de vacío tipo VN

Condiciones de funcionamiento y del entorno		
Presión de funcionamiento [bar]		1 ... 8
Presión nominal de funcionamiento [bar]		6
Fluido de trabajo		Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Nota sobre el fluido de trabajo/mando		No es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado
Temperatura ambiente [°C]		0 ... +60
Temperatura del fluido [°C]		0 ... +60
Clase de resistencia a la corrosión ¹⁾		1 (con racor rápido roscado)
		2 (sin racor rápido roscado; excepción: VN-...-T3-...-R01 → Clase de resistencia a la corrosión 1)

Fuente: (FESTO, 2016)

Tabla 11. Hoja de datos

Hoja de datos: gran caudal de aspiración								
Características del eyector	Estándar L							En línea N
Diámetro nominal de la tobera Laval [mm]	0,45	0,7	0,95	1,4	2,0	3,0	0,45	
Caudal de aspiración máx. contra atmósfera [l/min]	15,7	38,8	62,7	90,0	188,0	339,0	12,0	
Presión de funcionamiento para caudal de aspiración máx. [bar]	5,0	6,2	4,0	8,0	3,0	6,0	6,0	
Tiempo de alimentación con presión nominal de funcionamiento de 6 bar (por 1l de volumen) ¹⁾ [s]	1,7	0,5	0,46	0,25	0,15	0,1	1,57	
Nivel de ruido con presión nominal de funcionamiento de 6 bar [dB (A)]	53	66	73 (R01) 72 (R02)	77	60	70	48	

Fuente: (FESTO, 2016)

El generador de vacío que se utilizara es de tipo VN de gran caudal de aspiración estándar L que trabaja a una presión de funcionamiento de 6.2 bar y nos proporciona un caudal de aspiración de 38,8 L/min.

Figura 29. Generador de vacío

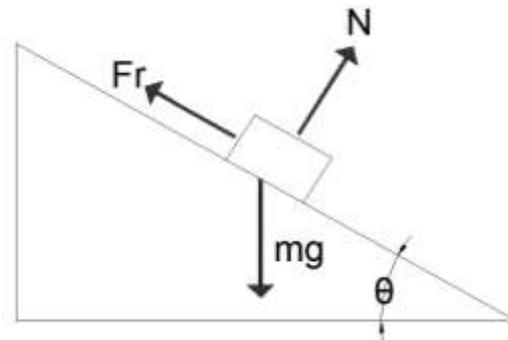


Realizado por: Autores

3.3 Diseño de la rampa para almacenaje de las cajas y tapas vacías.

La rampa utilizara energía gravitacional para lo cual debemos encontrar el ángulo óptimo para que las cajas como la tapa venza la inercia y su peso y empiece a deslizarse en una pendiente, los parámetros que se utilizara será la fuerza de rozamiento.

Figura 30. Diagrama de fuerzas de la rampa



Realizado por: Autores

Datos:

$\mu_s = 0,15$

M= Masa [kg]

G= Gravedad [m/s^2]

\emptyset = Ángulo óptimo para la rampa

$$\sum Fy = 0 \quad (3.14)$$

$$N - m * \text{Cos } \emptyset * G = 0 \quad (3.15)$$

$$N = m * \text{Cos } \emptyset * G \quad (3.16)$$

$$\sum Fx = 0 \quad (3.17)$$

$$m * \text{Sen } \emptyset - Fr = 0$$

$$m * \text{Sen } \emptyset * G - N * \mu_s = 0 \quad (3.18)$$

La ecuación 3.16 remplazamos en 3.18

$$m * \text{Sen } \emptyset * G - m * \text{Cos } \emptyset * G * \mu s = 0$$

$$\text{Sen } \emptyset = \text{Cos } \emptyset * \mu s$$

$$\frac{\text{Sen } \emptyset}{\text{Cos } \emptyset} = \mu s$$

$$\text{tag } \emptyset = \mu s$$

$$\text{tag } \emptyset = 0.15$$

$$\emptyset = \tan^{-1} 0.15$$

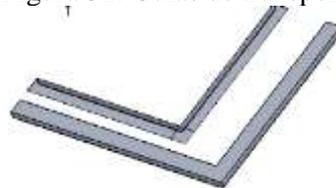
$$\emptyset = 10^\circ$$

La caja y tapa empezarían a deslizarse desde un ángulo mayor a 10° , para el diseño de la rampa se tomará un coeficiente de seguridad mayor a 4, para descartar algún inconveniente en el momento del despacho de las cajas en el paletizado de la baldosa, tanto el ángulo como las medidas se detallan en los planos que se encuentran en los PLANOS.

3.4 Diseño del sistema de transporte y almacenamiento.

Este sistema de transporte lo realizaremos mediante mecanismos de transmisión de movimiento neumático a mecánico específicamente utilizaremos un cilindro neumático que empujara a la caja ya paletizada por medio de dos rieles de ángulo A-086 de material de aluminio una distancia de 250 mm, a continuación un segundo cilindro neumático empujara la misma caja hacia un costado de la mesa cabe indicar que este cilindro se activara solamente cuando el sensor capacitivo de señal al PLC, así el mecanismo trabajara continuamente.

Figura 31. Guías de transporte

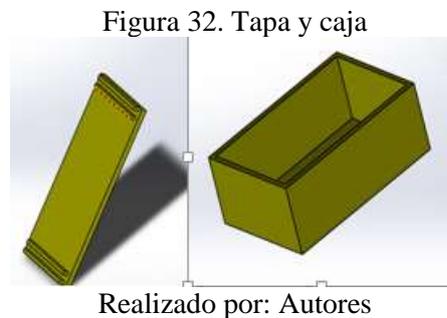


Realizado por: Autores

3.4.1 Selección del cilindro neumático.

Para la selección de un cilindro se hace necesario conocer la fuerza a realizar para vencer la fricción como su propio peso, cabe indicar que se va a utilizar dos cilindros el uno empujara la caja desde el punto de paletizado hacia el lado izquierdo del robot para que pueda ingresar otra caja vacía y el segundo cilindro empujara la caja con las baldosas en su interior, para el análisis se va a utilizar el peso de la caja con baldosas ya que ahí se obtendrá el mayor peso a vencer y lo realizaremos de forma analítica.

Datos obtenidos experimentalmente.



En la tabla que se muestra a continuación se detallan los pesos de la caja, baldosa y tapa

Tabla 12. Peso de las piezas

Unidad	Pieza	masa unitaria (gr)	Masa total (gr)
1	caja y tapa	86,64	86,64
5	Baldosa	81,64	408,2

Realizado por: Autores

Cálculo de la aceleración a la que va estar sometida la caja por medio del cilindro de doble efecto.

Tabla 13. Condiciones de trabajo

Velocidad (v)	6 m/s
Presión mínima (Pmin)	500 000 Pa
Presión máxima (Pmáx)	800 000 Pa
Distancia del vástago (x)	0,25 m

Realizado por: Autores

$$v = \frac{x}{t} \quad (3.19)$$

Dónde:

v= Velocidad del cilindro [m/s]

x= Distancia máxima que va a recorrer la caja [m]

t= Tiempo en segundos [seg]

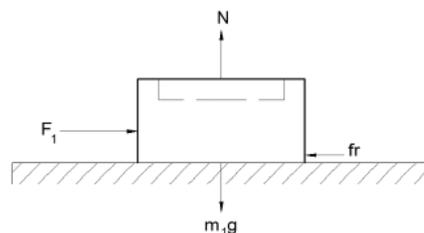
a= Aceleración [m/s²]

La carrera del cilindro que se va a utilizar tiene una longitud máxima de 0,25m

$$\begin{aligned}t &= \frac{0,25 \text{ m}}{6 \text{ m/s}} \\t &= 0,0416 \text{ seg} \\a &= \frac{v}{t} \\a &= \frac{6 \text{ m/s}}{0,0416 \text{ s}} \\a &= 144 \text{ m/s}^2\end{aligned} \tag{3.20}$$

Cálculo de la fuerza F necesaria para mover la caja de baldosas

Figura 33. Diagrama cuerpo libre de la caja



Realizado por: Autores

Datos:

$$m1 = 494,84 \text{ g} = 0,495 \text{ Kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned}\sum Fy &= 0 \\N - m * G &= 0 \\N &= m * g\end{aligned} \tag{3.21}$$

$$N = 0,495 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$N = 4,85 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}\sum Fx &= m * a \\F1 - Fr &= m * a\end{aligned} \tag{3.22}$$

$$Fr = \mu * N$$

Cálculo de la fuerza utilizando el coeficiente de fricción estático $\mu=0,15$

$$Fr = 0.15 * 4,85 \text{ N}$$

$$Fr = 0,7275 \text{ N}$$

$$F1 = Fr + m * a$$

$$F1 = 0,7275 + (0,495 \text{ Kg} * 144 \text{ m/s}^2)$$

$$F1 = 72 \text{ N}$$

Cálculo de la fuerza utilizando el coeficiente cinético $\mu= 0,13$

$$Fr = 0.13 * 4,85 \text{ N}$$

$$Fr = 0,6305 \text{ N}$$

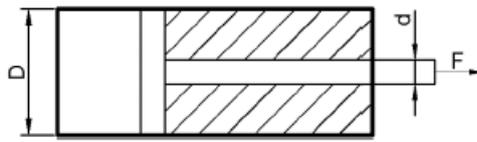
$$F2 = Fr + m * a$$

$$F2 = 0,6305 + (0,495 \text{ Kg} * 144 \text{ m/s}^2)$$

$$F2 = 71,91 \text{ N}$$

Al comparar la F1 con F2 seleccionamos la mayor, por lo tanto, la fuerza 1 es la que tiene más fuerza F1= 72 N

Figura 34. Cilindro de doble efecto



Realizado por: Autores

Teniendo en cuenta los datos anteriores de fuerza y presión procedemos a calcular el área que necesitamos para el cilindro.

$$A = \frac{F}{P} \tag{3.23}$$

Dónde:

A: Es el área del cilindro [m²]

F: Fuerza a ejercer por el cilindro [N]

P: Presión disponible [Pa]

$$A = \frac{72 \text{ N}}{600\,000 \text{ Pa}}$$

$$A = 0,00012 \text{ m}^2$$

$$d = \frac{1}{3}D \tag{3.24}$$

Dónde:

D: Diámetro del cilindro [m]

d: Diámetro del embolo [m]

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \quad (3.25)$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - \frac{D^2}{9})$$

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - \frac{D^2}{9})$$

$$D^2 = \frac{9A}{2\pi}$$

$$D^2 = \frac{9(0,00012 \text{ m}^2)}{2\pi}$$

$$D = 0,013 \text{ m}$$

$$D = 13 \text{ mm}$$

Con este valor de diámetro se selecciona del catálogo AITAC un modelo de cilindro doble efecto para el modelo de estación de paletizado.

Tabla 14. Catálogo cilindros modelos estándar

Carrera mm (Pulg)	Diámetro del Cilindro en milímetros		
	16	20	25
25 (1")	AMI16025	AMI20025	AMI25025
50 (2")	AMI16050	AMI20050	AMI25050
75 (3")	AMI16075	AMI20075	AMI25075
80 (3,15")	AMI16080	AMI20080	AMI25080
100 (4")	AMI16100	AMI20100	AMI25100
125 (5")	AMI16125	AMI20125	AMI25125
150 (6")	AMI16150	AMI20150	AMI25150
175 (7")	AMI16175	AMI20175	AMI25175
200 (8")	AMI16200	AMI20200	AMI25200
225 (9")	AMI16225	AMI20225	AMI25225
250 (10")	AMI16250	AMI20250	AMI25250
275 (11")		AMI20275	AMI25275
300 (12")		AMI20300	AMI25300
Ø Vástago	6 mm	8 mm	10 mm
Conexión	M5	G1/8	G1/8

Fuente: (AIRTAC, 2017)

Seleccionamos del catálogo AIRTAC el modelo AMI 16100 y el cilindro AMI 16250
Cálculo de la presión de trabajo con el diámetro de 16 mm encontrado en el catálogo

$$A = \frac{D^2 2\pi}{9}$$

$$A = \frac{(0,016 \text{ m})^2 2\pi}{9}$$

$$A = 0,0001218 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{72 \text{ N}}{0,0001218 \text{ m}^2}$$

$$P = 591 \text{ 133 Pa}$$

La presión encontrada de $P= 591 \text{ 133 Pa}$ se encuentra por encima del valor mínimo de presión

3.4.1.1 *Cálculo en el cilindro de doble efecto la fuerza de pandeo.*

Por estar sometidos a esfuerzos de compresión el vástago del cilindro de doble efecto puede estar sufrir pandeo, para lo cual se debe verificar el diámetro mínimo que debe tener el vástago para que no sufra dicho pandeo, en el cálculo se realizara mediante la teoría de Euler y se utilizara la fuerza máxima de entre los dos cilindros neumáticos.

$$F = \frac{K}{Cs} \quad (3.26)$$

Dónde:

K = Es la carga de pandeo [N]

Cs = Es el factor de seguridad (entre valores de 3,5 y 5)

$$k = \frac{\pi^2 * E * I}{Lp^2} \quad [N] \quad (3.27)$$

Dónde:

E = Módulo de elasticidad ($2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$)

I = Inercia [mm^4]

Lp = Longitud libre de pandeo [mm]

$$I = \frac{\pi^2}{64} d^4 \quad [\text{mm}^4] \quad (3.28)$$

El diámetro a utilizarse en el momento de inercia es el diámetro menor

$$d = \frac{D}{3} \quad [\text{mm}] \quad (3.29)$$

$$d = \frac{16}{3} \quad [\text{mm}]$$

$$d = 5.33 \quad [\text{mm}]$$

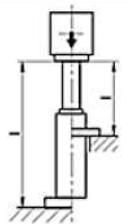
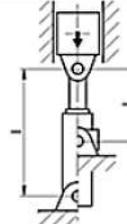
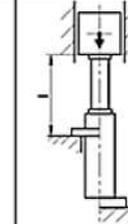
$$I = \frac{\pi^2}{64} (5,33)^4 [mm^4]$$

$$I = 122,54 [mm^4]$$

Cálculo de la longitud de pandeo L_p .

Verificamos en que caso de pandeo se encuentra el cilindro.

Figura 35. Cálculo de la longitud de pandeo L_p

SOLICITACIONES SEGUN EULER STRESS IN ACCORDANCE WITH EULER								
	CASO 1	CASE 1	CASO 2	CASE 2	CASO 3	CASE 3	CASO 4	CASE 4
SITUACION/MONTAJE DEL CILINDRO CYLINDER SUPPORT LOCATION								
EJEMPLO EXAMPLE	Un extremo libre, un extremo fijo. One free end, one fixed end.	Dos extremos articulados. Two articulated ends.	Un extremo articulado, un extremo fijo. One articulated end, one fixed end.	Dos extremos fijos. Two fixed ends.				
MONTAJE MTO. STYLE	MF1, MF2, MF3, MF4, MS2	MP3, MP5, MT4	MF1, MF2, MF3, MF4, MS2	MF1, MF2, MF3, MF4, MS2				
SOLUCION SOLUTION	$L_p = 2 \cdot l$	$L_p = l$	$L_p = 0,7 \cdot l$	$L_p = 0,5 \cdot l$				

l : longitud extendida del vástago. Rod extended length

Fuente: (AIRTAC, 2017)

El cilindro que se utilizará en el sistema de transporte está en el caso 1 por lo tanto la ecuación es:

$$L_p = 2 * L [mm] \tag{3.30}$$

Dónde:

L_p = Longitud de pandeo [mm]

L = Longitud del vástago [mm]

$$L_p = 2 * (250) [mm]$$

$$L_p = 500 [mm]$$

$$k = \frac{\pi^2 * 2,1 \times 10^5 * I}{L_p^2} [N]$$

$$k = \frac{\pi^2 * 2,1 \times 10^5 * 122,54}{(500)^2} [N]$$

$$k = 1\,015,91 [N]$$

$$F = \frac{1\,015,91}{5} [N]$$

$$F = 203,18 [N]$$

El cilindro puede soportar una fuerza de 203,018 N, para lo cual el cilindro a utilizarse en el sistema de transporte y almacenamiento del modelo de paletizado no sufrirá de ningún tipo de pandeo.

3.5 Selección de electroválvulas.

3.5.1 *Electroválvula 5/2*

Para que el PLC envíe señal a la electroválvula y esta a su vez suministre aire a los cilindros se va a utilizar una electroválvula de las siguientes características.

Tabla 15. Selección de electroválvula 5/2

Código	Conexión	Operador	Referencia	Voltaje
A14905	1/4	Solenoide - resorte	4M310-08-DC12V	12 DC
A14910	1/4	Solenoide - resorte	4M310-08-DC24V	24 DC
A14915	1/4	Solenoide - resorte	4M310-08-AC110V	110 AC
A14920	1/4	Solenoide - resorte	4M310-08-AC220V	220 AC
A14925	1/4	Doble Solenoide	4M320-08-DC12V	12 DC
A14930	1/4	Doble Solenoide	4M320-08-DC24V	24 DC
A14935	1/4	Doble Solenoide	4M320-08-AC110V	110 AC
A14940	1/4	Doble Solenoide	4M320-08-AC220V	220 AC
A15905	3/8	Solenoide - resorte	4M310-10-DC12V	12 DC
A15910	3/8	Solenoide - resorte	4M310-10-DC24V	24 DC
A15915	3/8	Solenoide - resorte	4M310-10-AC110V	110 AC
A15920	3/8	Solenoide - resorte	4M310-10-AC220V	220 AC

Fuente: (AIRTAC, 2017)

3.5.2 *Electroválvula 2/2*

Para enviar aire al generador de vacío.

Tabla 16. Selección electroválvula 2/2

Código	NPT	Referencia - Voltaje
A10005	1/8"	2V-025-06-DC12V
A10010	1/8"	2V-025-06-DC24V
A10015	1/8"	2V-025-06-AC110V
A10020	1/8"	2V-025-06-AC220V
A10025	1/4"	2V-025-08-DC12V
A10030	1/4"	2V-025-08-DC24V
A10035	1/4"	2V-025-08-AC110V
A10040	1/4"	2V-025-08-AC220V

Fuente: (AIRTAC, 2017)

3.6 Selección de racores, acoples.

Racores para la salida de la electroválvula.

Figura 34. Racor recto



Fuente: (AIRTAC, 2017)

Tabla 17. Racor recto

Código	Referencia	NPT	OD
C20000	PC1/4-U10	10 / 32	1/4"
C20005	PC1/8-N1	1/8	1/8"
C20010	PC1/4-N1	1/8	1/4"
C20015	PC5/16-N1	1/8	5/16"
C20020	PC1/4-N2	1/4	1/4"
C20025	PC5/16-N2	1/4	5/16"
C20030	PC3/8-N2	1/4	3/8"
C20035	PC1/4-N3	3/8	1/4"
C20040	PC3/8-N3	3/8	3/8"
C20045	PC1/2-N3	3/8	1/2"
C20050	PC3/8-N4	1/2	3/8"
C20055	PC1/2-N4	1/2	1/2"

Fuente: (AIRTAC, 2017)

Racor para el acople de la ventosa

Figura 36. Racor codo



Fuente: (AIRTAC, 2017)

Tabla 18. Racor codo giratorio

Código	Referencia	NPT	OD
C20100	PL1/4-U10	10 / 32	1/4"
C20105	PL1/8-N1	1/8	1/8"
C20110	PL1/4-N1	1/8	1/4"
C20115	PL5/16-N1	1/8	5/16"
C20120	PL1/4-N2	1/4	1/4"
C20125	PL5/16-N2	1/4	5/16"
C20130	PL3/8-N2	1/4	3/8"
C20135	PL1/4-N3	3/8	1/4"
C20140	PL3/8-N3	3/8	3/8"
C20145	PL1/2-N3	3/8	1/2"
C20150	PL3/8-N4	1/2	3/8"
C20155	PL1/2-N4	1/2	1/2"

Fuente: (AIRTAC, 2017)

Racor para la unión entre las dos ventosas.

Figura 37. Unión tee



Fuente: (AIRTAC, 2017)

Tabla 19. Unión tee

Código	Referencia	OD
C20600	PUT 1/4	1/4"
C20605	PUT 5/16	5/16"
C20610	PUT 3/8	3/8"
C20615	PUT 1/2	1/2"

Fuente: (AIRTAC, 2017)

Reguladores de flujo para los cilindros.

Tabla 20. Reguladores de flujo en pulgadas

Código	Conex.	OD	Referencia	Flujo l/min.
C10300	1/8"	1/4"	NSC1/4-N1	350
C10305	1/4"	1/4"	NSC1/4-N2	600
C10310	1/4"	3/8"	NSC3/8-N2	640
C10312	3/8"	1/4"	NSC1/4-N3	1100
C10315	3/8"	3/8"	NSC3/8-N3	1100
C10320	3/8"	1/2"	NSC1/2-N3	1100
C10322	1/2"	3/8"	NSC3/8-N4	1100
C10325	1/2"	1/2"	NSC1/2-N4	1700

Fuente: (AIRTAC, 2017)

3.7 Selección del sensor.

3.7.1 Sensor capacitivo.

Para realizar el almacenaje de las cajas paletizadas es necesario un detector de madera para que el cilindro lo empuje hasta su última posición, para esta operación se necesita un sensor que detecte madera, una vez revisado los tipos de sensores en el capítulo anterior, el que cumple esta función es el sensor capacitivo.

Figura 38. Sensor capacitivo

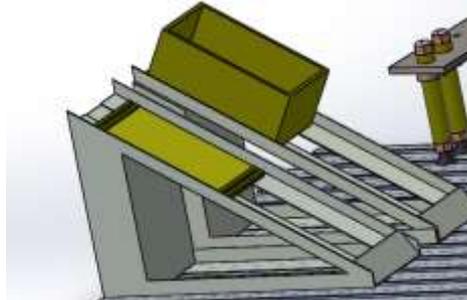


Realizado por: Autores

3.8 Montaje de la rampa de abastecimiento de cajas y tapas vacías.

La rampa se montará en la parte media de la mesa donde se encuentra el robot, el método para la sujeción de la rampa en la mesa fue mediante cinta doble fast, por su fácil desmontaje para cuando se quiera realizar futuras modificaciones.

Figura 39. Rampa de abastecimiento de cajas y tapas



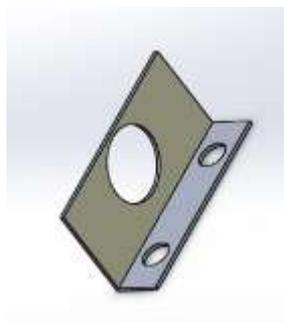
Realizado por: Autores

3.9 Montaje del sistema de transporte y almacenamiento.

3.9.1 *Montaje de los cilindros doble efecto.*

Los cilindros se sujetaron a la mesa mediante un ángulo de aluminio con pernos M11 con arandela plana y tuerca.

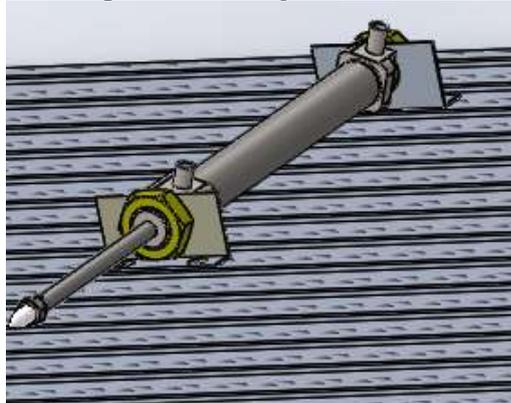
Figura 40. Platina L de aluminio



Realizado por: Autores

En la figura que se muestra a continuación se observa el montaje del cilindro en la platina y a la mesa.

Figura 41. Montaje del cilindro

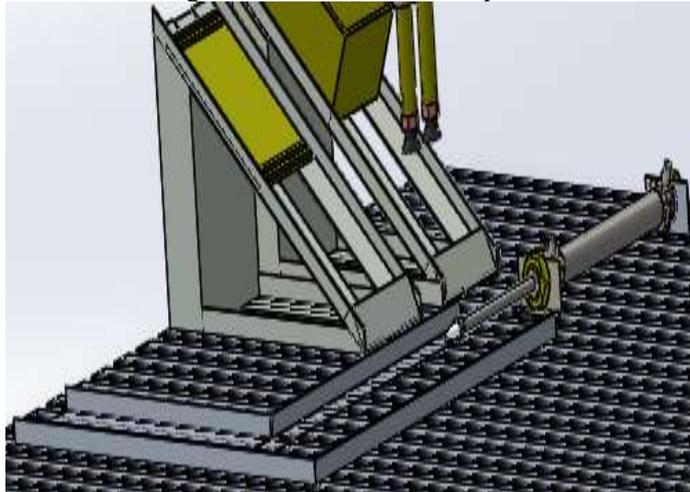


Realizado por: Autores

3.9.2 Montaje de la pista de guiado de las cajas.

Se realizó mediante un ángulo A-086 de aluminio las cuales se fijaron mediante cinta doble fast, para que la pista no tenga ningún obstáculo cuando se transporte las cajas.

Figura 42. Sistema de transporte



Realizado por: Autores

CAPÍTULO 4

4 PROGRAMACIÓN DEL MODELO DE ESTACIÓN DE PALETIZADO.

En este capítulo se realizará la programación del PLC con la ayuda del software TIA PORTAL y TELCONTROL, así como del robot y del variador de frecuencia para que la banda tenga un movimiento anti horario.

4.1 Programación del variador de frecuencia SINAMICS G110.

Figura 43. Variador de frecuencia



Realizado por: Autores

En las industrias la programación más sencilla es entrar directamente al panel para programar y configurar el nivel de acceso y así acceder a los parámetros sencillos o complejos dentro del variador para poner acciones más específicas a los requerimientos necesarios. El objetivo de la utilización de este variador es para realizar la inversión de giro y disminuir el tiempo para el proceso de paletizado.

Descripción y funciones del Variador SINAMICS G110 y su BOP.

Figura 44. Botonera del variador de frecuencia



Realizado por: Autores.

4.1.1 Control BOP.

Modifica las señales de control y variables de velocidad del motor de la banda, al oprimir el botón exacto; a su vez se tiene un fácil acceso a las funcionalidades del SINAMICS G110.

Tabla 21. Descripción de la botonera del BOP

Botón / Pantalla	Tipo de Función	Detalle
	Visualización de funciones.	Muestra los ajustes y parámetros.
	OFF / Parada	Un pulso dado se detiene el motor siguiendo el tiempo programado. Dos pulsos o manteniendo presionado el motor se detiene en forma natural.
	ON / Puesta en Marcha	Al dar un pulso sobre el botón da inicio al convertidor.
	Inversión de sentido de giro.	Al pulsar este botón se invierte el sentido de giro del motor.
	Indica las funciones.	Permite visualizar toda la información. Al mantener presionado por 2 segundos durante la funcionalidad, dentro de cualquier parámetro indica lo siguiente: Tensión del circuito medido en voltios (V). Tensión de salida (V). Frecuencia de salida (Hz). Pulsando inmediatamente es posible saltar desde cualquier parámetro al punto inicial.
	Ajuste de motor.	Al pulsar el botón JOG opción “lista” el motor gira a la frecuencia JOG seleccionada, el motor se detiene al momento de dejar de pulsar el mismo

Tabla 22.1 Descripción de la botonera del BOP (Continuación)

	Aumentar valor.	Aumenta el valor visualizado.
	Disminuir valor.	Disminuye el valor visualizado.
	Ingresar a Parámetros.	Permite ingresar a los parámetros.

Realizado por: Autores

4.1.2 Configuración en el Variador SINAMICS G110 y el BOP.

La configuración del BOP se detalla en la siguiente tabla.

Figura 45. Parámetro P0010



Realizado por: Autores

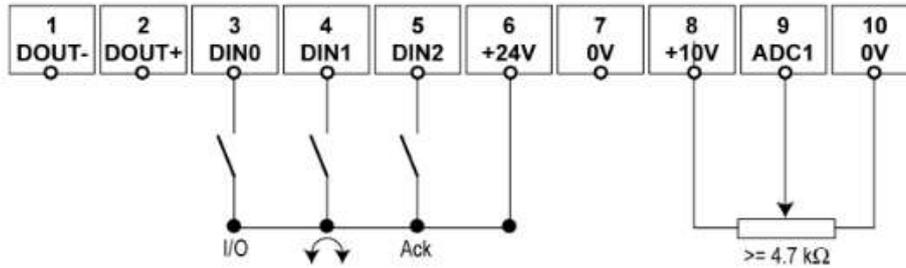
Tabla 23. Programación del variador.

Secuencia.	Descripción.
Paso 1.	Poner en marcha el BOP pulsar en el botón inicio.
Paso 2.	Con las botoneras de flechas ir al parámetro P0010. P0010.- Este parámetro es útil para seleccionar filtros relacionados con un grupo funcional; en el nivel uno se encuentra la guía básica para configurar de forma inmediata y sencilla los parámetros para dar un arranque sencillo y giro al motor.
Paso 3.	Pulsar la flecha hacia arriba para aumentar el valor, y encontrar el parámetro P0100. P0100.- Este parámetro determina si los ajustes de potencia están expresados en [kW] o [Hp]; a su vez permite ingresar los valores de la potencia del motor de acuerdo a las características del motor, seleccionar el nivel P0307, ingresar el tipo de potencia en KW, con el parámetro P0310 configurar el valor de la frecuencia a 60 Hz.
Paso 4.	Seleccionar las Revoluciones establecidas por el fabricante del motor (1110 Rev).
Paso 5.	Ingresar al parámetro P0700, seleccionar la fuente para la orden digital; es decir se puede controlar el variador mediante las borneras, BOP y USS
Paso 6.	En el parametro P0700 entrar al nivel 2 para seleccionar la orden digital mediante las borneras.

Realizado por: Autores

Borneras. - Son las variantes analógicas para realizar la conexión.

Figura 46. Borneras



Fuente: (SIEMENS, 2005)

La conexión presentada en la siguiente figura detalla la conexión real de la bornera del variador.

Figura 47. Conexión real



Realizado por: Autores

Tabla 24. Especificaciones de las borneras

Detalle	Bornes	Parámetros	Función
Fuente de Frecuencias	9	P1000 = 2	Entrada Analógica
Fuente de mando	3, 4	P0700 = 2	Orden Digital
Entrada digital 0	3	P0701 = 1	On / Off
Entrada digital 1	4	P0702 = 12	Inversión de Giro
Entrada digital 2	5	P0703 = 9	aviso de falla
Tipo de control	vía borne	P0727 = 0	Control Siemens estándar

Realizado por: Autores

La conexión se realiza mediante las borneras y BOP la cual viene programada por DEFAULT.

4.1.3 *Detalle de las conexiones realizadas en las borneras del variador y las borneras del PLC.*

Figura 48. Borneras BOP, PLC



Realizado por: Autores.

Las conexiones que ingresan con un voltaje de 24v voltios son los cables blanco y negro los cuales estan representados en las figuras anteriores tanto para la bornera del variador como para la bornera del PLC; Mientras que el cable rojo ingresa con un voltaje de 10V , sirve para invertir el giro del motor simplemente se ordena mediante el BOP al oprimir el botón (inversión de giro del motor de arranque).

Tabla 25. Descripción del proceso

Proceso	Descripción.
Paso 1.	Pulsar el botón inicio del BOP.
Paso 2.	Ingresar a la configuración mediante el parámetro P0100
Paso 3.	Elegir el parámetro P0010.
Paso 4.	Seleccionar el parámetro P0307 y configurar la potencia del motor.
Paso 5.	Seleccionar el parámetro P0310 y configurar el valor de la frecuencia.
Paso 6.	Ingresar las revoluciones establecidas por el fabricante del motor.
Paso 7.	Ingresar al parámetro P0700, y seleccionar el modo a controlar el variador (BOP ó USS).

Realizado por: Autores

4.2 Programación del robot Kawasaki

Para programar el robot Kawasaki se requiere a conocer algunas de las botoneras necesarias para la programación; para ello es necesario familiarizar con las funciones del control de mando del Robot, es decir las botoneras que posee dicho control para su debida programación.

Figura 49. Control del robot Kawasaki



Realizado por: Autores

Para tener más conocimiento de su debida funcionalidad a continuación se presenta una lista de los botones para su debida utilización.

Tabla 26. Botoneras y funciones

Botoneras.	Tipo de función.
	Ingresa a todo tipo de funciones que se dispone para programar.
	Poner en marcha el robot / mantener en pausa.
	Ingresa a modificar las variables o condiciones insertadas en los ítems del monitor del control.
	Navegar en el monitor del control del robot (izquierda, derecha, arriba, abajo).
	GO. Sirve para que avance el robot a la posición señalada en la programación. BACK. Para que retorne a la misma.
	Encender el motor del robot para su adecuado funcionamiento.
	Iniciar un ciclo existente o programado en el robot, siempre y cuando se encuentre en un ciclo continuo.
	Insertar y copiar una línea de programación.
	Eliminar líneas de programación no deseadas.
	Grabar pasos y posiciones requeridas por el usuario para su proceso.

Tabla 26.1 Botoneras y funciones (Continuación)

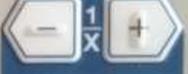
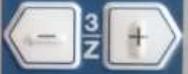
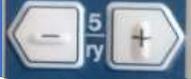
	<p>Herramientas auxiliares que permiten programar las válvulas que se encuentran en la parte posterior del robot. CL1 Realizar cualquier tipo de manipulación. CL2. Realizar soldadura por punto. CLn Realizar soldadura con cualquier tipo de herramienta.</p>
	<p>Cerrar un proyecto creado</p>
	<p>Señalar en el monitor si el robot se encuentra o no en funcionamiento.</p>
	<p>Controlar la velocidad del robot.</p>
	<p>Indicar en la pantalla la funcionalidad de las variables en las cuales se ejecuta en ese instante el robot.</p>
	<p>Desactivar la visibilidad de la función que se está ejecutando.</p>
	<p>Al igual que el CL1, CL2 y CLN es una herramienta auxiliar que permite el control de cualquier válvula de la parte posterior del robot.</p>
	<p>Modificar el texto numérico o alfabético.</p>
	<p>Modificar el texto numérico o alfabético.</p>
	<p>Modificar el texto numérico o alfabético.</p>
	<p>Controlar y modifica la velocidad.</p>
	<p>Acceder para editar cualquier ítem.</p>
	<p>Añadir un tiempo a una determinada acción en el robot.</p>
	<p>Herramienta para copiar y pegar un bloque de programación.</p>
	<p>Cerrar el programa en el cual se trabaja.</p>
	<p>Mover al robot en el eje X</p>
	<p>Mover al robot en el eje Y</p>
	<p>Mover al robot en el eje Z</p>
	<p>Rotar en los tres ejes coordenados (se las realiza de acuerdo a la regla de la mano derecha y en función a la base del robot.) Rotación en el eje X.</p>

Tabla 25.2 Botoneras y funciones (Continuación)

	Rotación en el eje Y.
	Rotación en el eje Z.
	Seleccionar modo continuo o modo manual del robot.
	Detener (paro de emergencia) en caso de algún fallo o anomalía en el proceso o en el funcionamiento del robot.

Realizado por: Autores.

Para iniciar la programación de este proceso tomar muy en cuenta todas las posiciones del robot, cabe indicar que la programación realizada con el robot solo controla el movimiento del mismo sin utilizar aun la banda transportadora.

4.2.1 Programación del robot por medio del PLC siemens 1200 y PLC 1500.

Para programar el robot por medio del PLC es necesario reconocer las señales de entradas y salidas para realizar todo el proceso de paletizado de baldosas; cabe indicar que la programación del PLC esta conjuntamente entrelazado con la programación del Robot; dichas señales se las identifica y se detalla a continuación.

Tabla 27. Señales de E/S y función

Señales de entrada	Tipo de función.	Señales de salida	Tipo de función.
1	Poner Caja.	4	Activa Ventosa de succión.
2	Succión Caja.	5	Desactiva Ventosa de succión.
3	Tomar baldosa.	6	Final de ciclo.
4	Dejar baldosa.	7	Sube baldosa.
5	Tomar tapa.	8	Posición de Espera.

Realizado por: Autores.

4.2.2 Tabla de variables para ingresar al robot para su programación manual, mediante el control del robot.

4.2.2.1 *Señales de entrada.*

Tabla 28. Señales de entrada al robot

Entrada.	Posición.	Tipo de función.
Q1.0	1	Poner Caja
Q1.1	2	Succión Caja.
Q1.2	3	Tomar Caja.
Q1.3	4	Dejar Baldosa.
Q1.4	5	Tomar Baldosa.
Q0.7	7	Poner Baldosa

Realizado por: Autores.

4.2.2.2 *Señales de salida.*

Tabla 29. Señales de salida del robot

Salidas.	Posición.	Tipo de Función.
I1.0	4	Activa la ventosa de succión.
I1.1	5	Desactiva la ventosa de succión.
I1.2	6	Proceso finalizado.
I1.3	7	Sube Baldosa.
I0.3		Vacuómetro.

Realizado por: Autores

Mediante las señales y salidas del robot proceder a programar con el control del robot y establecer las posiciones del mismo.

4.2.3 *Posiciones dadas al Robot.*

Las posiciones a programar en el robot están dadas e identificadas a continuación.

4.2.3.1 *Posición de inicio.*

Figura 50. Posición 1 del Robot



Realizado por: Autores

Inicio del robot para ir a tomar la caja; esta acción es realizada mediante la entrada 1 programada con el control del robot.

4.2.3.2 *Posición succión de caja.*

Figura 51. Succión de la caja



Realizado por: Autores

Succión de la caja; esta acción activa las ventosas, con la entrada 2 para absorber la caja y llevar la misma a la línea de empaquetamiento.

4.2.3.3 *Posición actuación del robot.*

Figura 52. Tomar baldosa



Realizado por: Autores

Dirigir al robot de forma perpendicular a la banda de transportación con la señal de entrada 3, para que esté listo para tomar la baldosa del palet de transportación.

4.2.3.4 *Posición activación de ventosas.*

Figura 53. Succión baldosa



Realizado por: Autores

Activar la ventosa de succión con la salida 4, para absorber la baldosa del palet.

4.2.3.5 *Posición absorción de baldosa.*

Figura 54. Subir brazo



Realizado por: Autores

Al activar la salida 4, se envía una señal de salida 7, para que suba el brazo del robot una vez que absorbió la baldosa para posteriormente ir a dejar la misma en la caja de empaquetamiento.

4.2.3.6 *Posición desactivación de ventosas.*

Figura 55. Dejar baldosa



Realizado por: Autores

Desactivar la ventosa de succión con la salida 5, para soltar la baldosa y continuar con el proceso que realizo con la entrada 4.

4.2.3.7 *Posición colocación de baldosa.*

Enviar una señal de entrada para detener el palet y colocar una nueva baldosa sobre el mismo y continuar con la posición 7.

Observación.

Este ciclo se repite cuatro veces para completar el empaquetamiento de las baldosas para posteriormente ir a la posición 8.

4.2.3.8 *Posición absorción de la tapa de la caja*

Figura 56. Tomar tapa



Realizado por: Autores

Enviar una señal de entrada 5, para tomar la tapa y llevarla a colocarla en la caja.

4.2.3.9 *Posición del proceso terminado.*

Enviar una señal de salida 6 para indicar que el proceso finalizo.

Una vez identificado las entradas y salidas que se utilizara en el proceso iniciamos la programación en el PLC.

4.2.4 *Programación en TIA PORTAL V13.*

4.2.4.1 *Pasos para programar el proceso en el TIA PORTAL V13.*

Para programar el proceso en el TIA portal se deben seguir los siguientes pasos:

Tabla 30. Pasos para programar el TIA Portal V13

Proceso.	Descripción.
Paso 1.	Iniciar el TIA Portal V13.
Paso 2.	Crear proyecto, en la parte derecha ingresar el nombre del proyecto.
Paso 3.	Agregar un dispositivo.
Paso 4.	Seleccionar CPU 1500 sin especificar
Paso 5.	Determinar el PLC SIEMENS 1500

Tabla 30.1 Pasos para programar el TIA Portal V13 (Continuación)

Paso 6.	Una vez agregado el PLC pulsar determinar para realizar el enlace con el PLC que se posee en el laboratorio que es el PLC Siemens 1500.
Paso 7.	Seleccionar el Tipo de interfaz PG: PC y lo poner en PN/IE; del mismo modo realizar en la pestaña de interfaz PG: PC y seleccionar Controladora Fast Ethernet PCI-E Marvell Yukon.
Paso 8.	Procedemos a realizar la detención del PLC en muchos casos saldrá una ventana de aviso en la cual le daremos clic en “si” para que nos direcciona a una IP predefinida por el PLC.
Paso 9.	Identificar el PLC para su configuración.

Realizado por: Autores

4.2.4.2 *Pruebas y calibración del módulo de paletizado para baldosas.*

Pruebas de comunicación del software.

En este apartado contemplara las pruebas del laboratorio realizadas sobre el brazo del robot y el proceso a simular. Al considerar estas pruebas en su totalidad, respuestas físicas del robot a las señales emitidas por el PLC SIEMENS 1200 para identificar señales de entrada y salida de los instrumentos a utilizarse para la programación del proceso, estos parámetros permitirán esclarecer criterios sobre los parámetros de comunicación que definirán los valores de precisión y exactitud del sistema.

Proceso de calibración del brazo del robot.

El proceso por el cual se realizaron las pruebas consistió en el movimiento del brazo del robot para tener una secuencia específica, es decir desde un punto inicial hasta el punto final en el cual concluirá el proceso de paletizado. De manera de asegurar que la experimentación produzca resultados concluyentes tanto posiciones como en tiempos y velocidad del proceso de paletizado.

Pruebas de funcionamiento.

Las pruebas de funcionamiento realizadas para obtener el módulo de paletizado, las cuales determinan el funcionamiento del mismo mediante los Software TIA, variador de Frecuencia y Software de telecontrol para su correcto funcionamiento, son las siguientes:

Programación automática. Consiste en el desarrollo del proceso que realiza el módulo de forma directa.

Diagrama de GRAFCET. Es un modelo de representación gráfica, de los comportamientos sucesivos de un sistema lógico que esta predefinido por medio de entradas y salidas. Este a su vez puede ser un diagrama funcional normalizado, que permite simular el modelo del proceso a automatizar, completando las acciones requeridas en el proceso.

El diagrama de GRAFCET de la programación del proceso lo podemos observar de mejor manera detallado en el ANEXO.

Para la realización de la programación automática todas las variables son de tipo BOOL, a continuación, se muestra paso a paso la programación del proceso.

4.2.4.3 Declaración de variables para programar el proceso de paletizado.

Para realizar las líneas de segmentos en el MAIN [OB 1] del es necesario declarar las variables a utilizar esto se puede realizar directamente al construir la línea de segmentos e ir renombrando o a su vez establecer primero la tabla de Variables.

Tabla 31. Tabla de variables del PLC

Name	Data Type	Logical Address	Hmi Visible	Hmi Accessible
PARO_EMERGENCIA	Bool	%I1.6	True	True
CIL_EXP	Bool	%Q0.0	True	True
CIL_EMPUJE	Bool	%Q0.1	True	True
VENTOSAS	Bool	%Q0.2	True	True
Tag_1	Bool	%Q0.3	True	True
Tag_2	Bool	%Q0.4	True	True
Tag_3	Bool	%Q0.5	True	True
CIL_DETENCION	Bool	%Q0.6	True	True
SENSOR_INDUCTIVO	Bool	%I0.1	True	True
VACUÓMETRO	Bool	%I0.3	True	True
BANDA	Bool	%Q1.6	True	True
Tag_5	Bool	%I0.6	True	True
PONER_CAJA	Bool	%Q1.0	True	True
SUCCIÓN_CAJA	Bool	%Q1.1	True	True

Realizado por: Autores

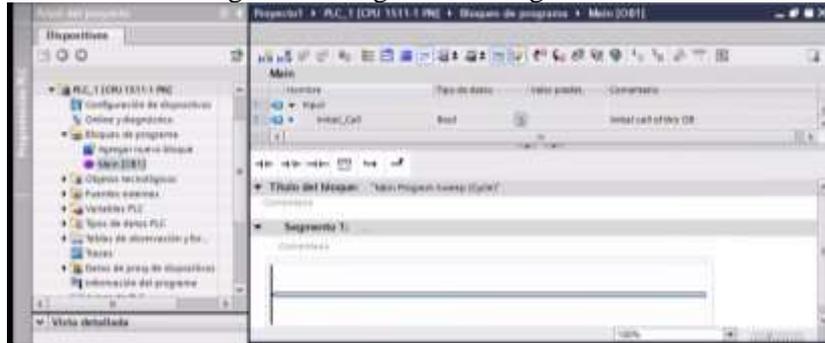
Tabla 31.1. (Continuación) Variables del PLC

TOMAR_BALDOSA	Bool	%Q1.2	True	True
DEJAR_BALDOSA	Bool	%Q1.3	True	True
TOMAR_TAPA	Bool	%Q1.4	True	True
ACTIVA_VENTOSA	Bool	%I1.0	True	True
DESACTIVA_VENTOSA	Bool	%I1.1	True	True
FIN_CICLO	Bool	%I1.2	True	True
MEM_INI_AUTO	Bool	%M0.0	True	True
MEM_INI_AUTOMÁTICO	Bool	%M0.1	True	True
MEM_PARO	Bool	%M0.2	True	True
MEM_MANUAL	Bool	%M0.3	True	True
MEM_DESAC_BAN DA	Bool	%M0.4	True	True
MEM_ACTIV_DET ENCION	Bool	%M0.5	True	True
SUBE_BALDOSA	Bool	%I1.3	True	True
MEM_DESAC_BAN DA_PONER_BAL	Bool	%M0.6	True	True
CIL_PONE_BAL	Bool	%Q0.7	True	True
MEM_ACTIV_BAN DA_CON_BAL	Bool	%M0.7	True	True
MEM_E1R	Bool	%M1.0	True	True
MEM_E2R	Bool	%M1.1	True	True
MEM_E3R	Bool	%M1.2	True	True
MEM_E4R	Bool	%M1.3	True	True
MEM_E5R	Bool	%M1.4	True	True
MEM_VACUÓM	Bool	%M1.5	True	True
MEM_VENTOSA	Bool	%M1.6	True	True
M_ACT_PON_CAJA	Bool	%M1.7	True	True
M_ACT_SUCC_CAJA	Bool	%M2.0	True	True
M_TOMAR_BAL	Bool	%M2.1	True	True
M_ACT_SUC_BAL	Bool	%M2.2	True	True
FIN_BAL	Bool	%I1.4	True	True
M_ACT_TAPAR	Bool	%M2.3	True	True
MEM_INDUCTIVO	Bool	%M2.4	True	True
M_REINICIO_CICLO	Bool	%M2.5	True	True

Realizado por: Autores

- Paso 1. Realizar las líneas de programación; dar clic en Main [OB 1] que se encuentra en la parte izquierda de la ventana.

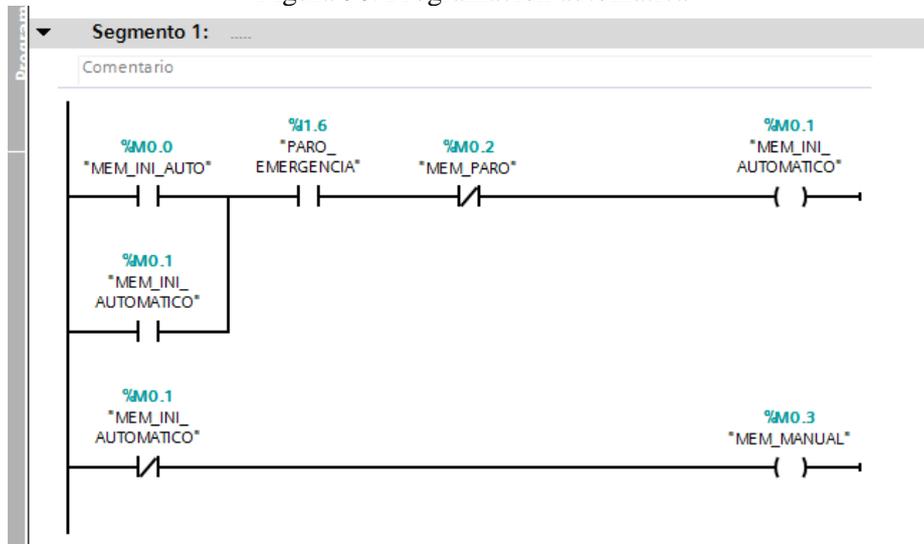
Figura 57. Programación segmento 1



Realizado por: Autores

Paso 2. Programación Automática para controlar el proceso. Declarar variables para controlar el proceso de forma automática para enviar al otro segmento una memoria y controlar de forma manual.

Figura 58. Programación automática



Realizado por: Autores

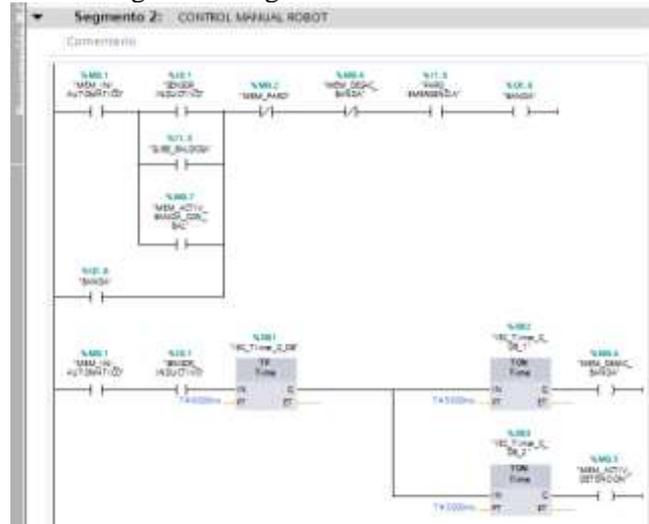
En esta línea de segmento programar un boton de inicio y un boton de paro para el control manual desde la pantalla HMI de la caja de control, y el control automático; esto se realiza con el fin de tener doble seguridad al momento de poner en marcha el proceso.

4.2.4.4 Programación del para establecer un control manual para el proceso.

Para establecer un debido funcionamiento y con más seguridad para el operador del proceso se realizó una programación manual mediante la cual permite controlar el proceso.

En estas líneas de segmentos programados para el control manual también tiene un enlace con la programación automática, es decir se tiene dos controles para el proceso.

Figura 59. Segmento 2 Control manual

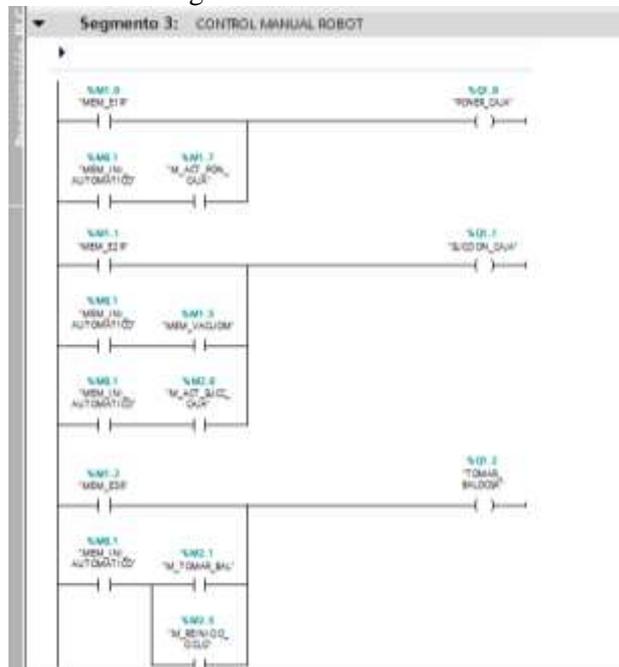


Realizado por: Autores

Paso 1. Programación manual.

Realizar una programación con control manual para manejar el proceso desde el tablero de control en el cual se encuentra una pantalla HMI para el manejo del proceso grabado en el PLC.

Figura 60. Control manual

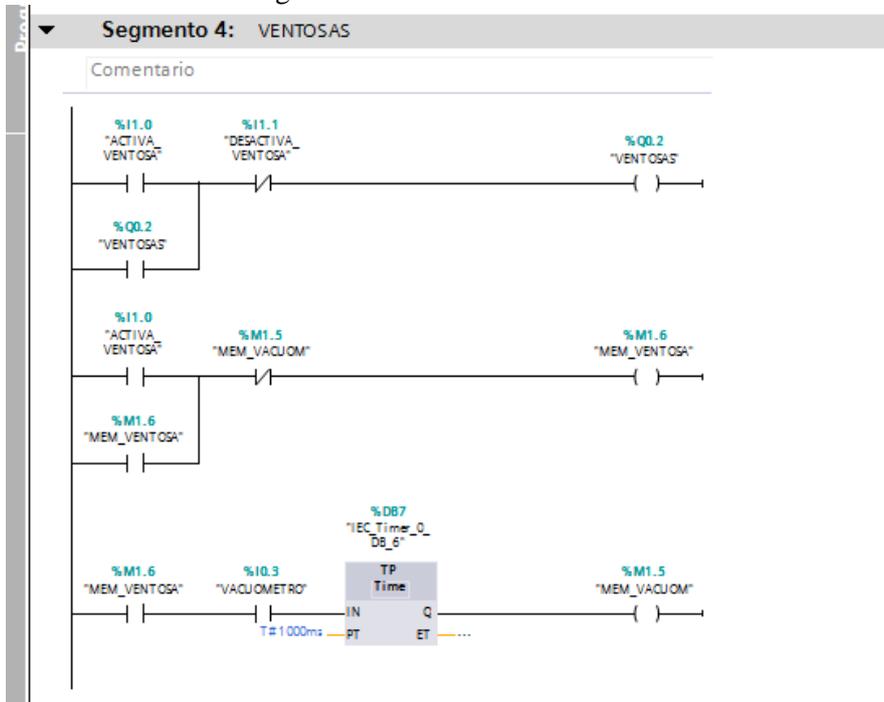


Realizado por: Autores

Paso 2. Programación para la activación de ventosas.

Esta línea de programación permite activar las ventosas cada que el proceso lo requiera para poder trasladar las cajas, tapas y baldosas al momento que el proceso lo requiera.

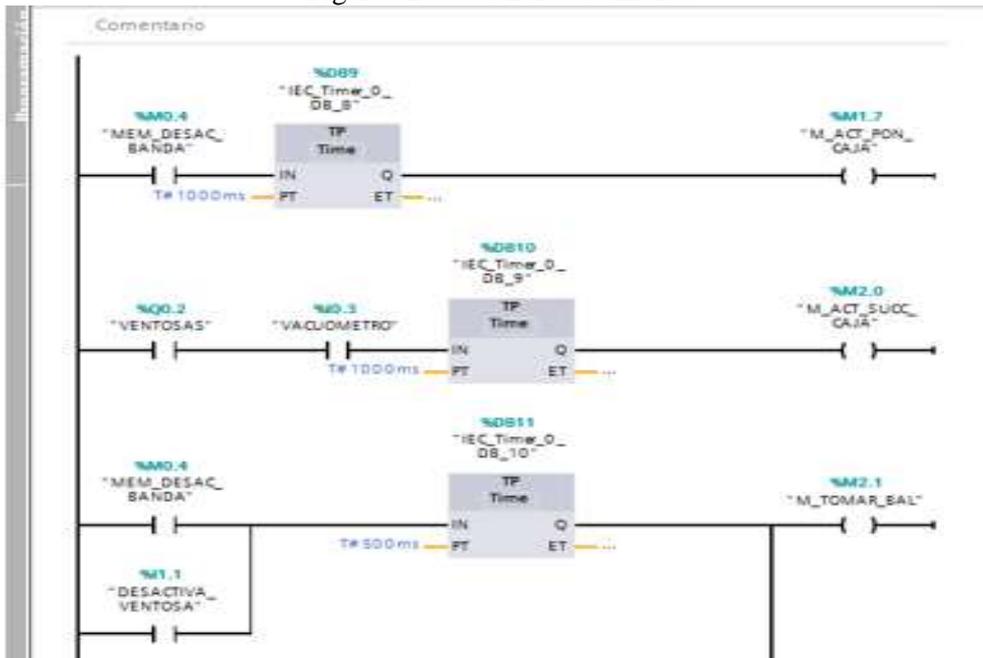
Figura 61. Activación de ventosas



Realizado por: Autores

Paso 3. Programación de una secuencia automática para controlar todo el proceso.

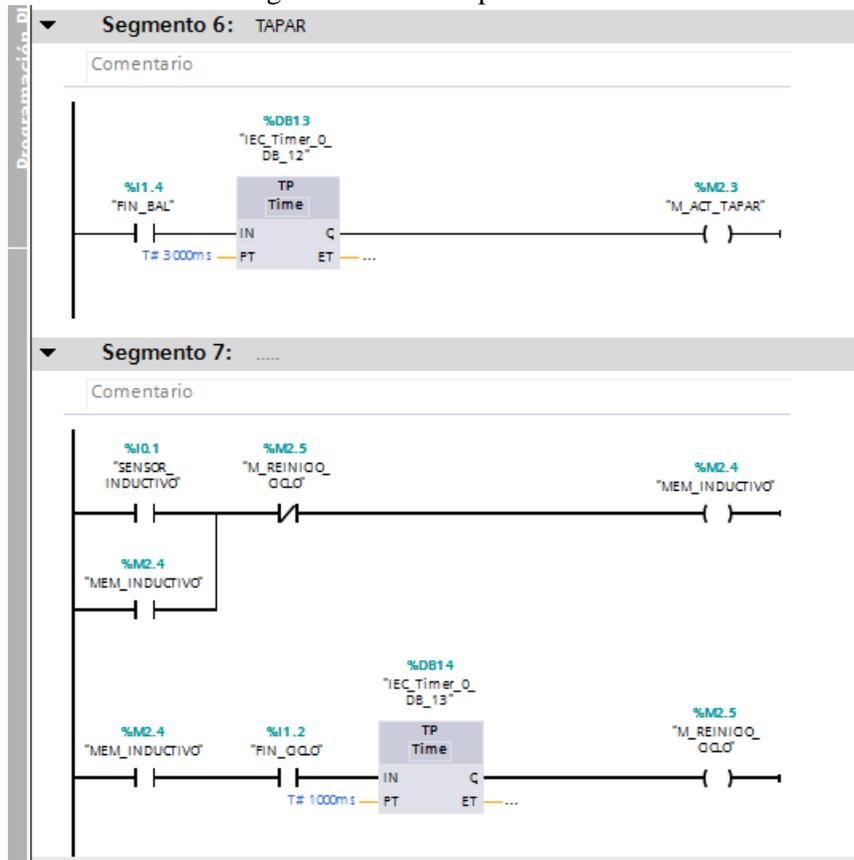
Figura 62. Secuencia automática



Realizado por: Autores

Paso 4. En los dos últimos segmentos realizar la programación para que el robot proceda a tapar la caja.

Figura 63. Poner Tapa / Finalizar



Realizado por: Autores

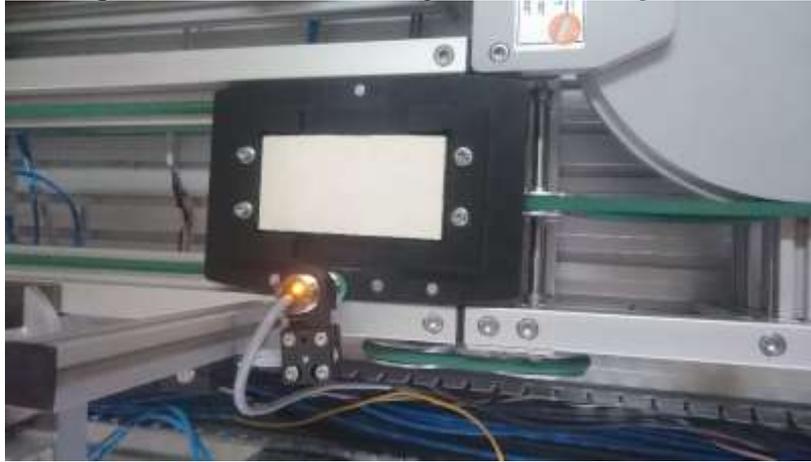
Una vez finalizado los segmentos de programación en el TIA PORTAL para el PLC realizar el proceso de paletizado de baldosas con la banda y el robot industrial.

4.2.5 Descripción del proceso de paletizado de baldosas.

4.2.5.1 Ciclo de inicio del proceso.

Iniciar el proceso, se envía una señal de salida mediante el sensor inductivo I0.1, el cual está ubicado por la banda transportadora, este sensor envía una señal para indicar que se encuentra una baldosa lista para el proceso de paletizado.

Figura 64. Sensor Inductivo / palet / banda transportadora



Realizado por: Autores

Esta señal envía un pulso para que active el motor con una entrada Q1.6 (banda) y gire la banda para trasladar el palet conjuntamente con la baldosa hasta una posición dos.

4.2.5.2 *Ciclo de activación de la banda.*

En esta posición se activa una entrada Q0.6 (cilindro _ detención) con la finalidad de detener el palet con la baldosa.

Figura 65. Activación del cilindro de detención del palet



Realizado por: Autores

A su vez se añadió un TP (tiempo de impulso) para identificar el tiempo en que se demora el palet hasta que el cilindro de detención se active, este cilindro de detención es activado mediante una válvula 5/2, se utiliza un TON (señal de retardo para volver a conectar) hasta que el robot realice la posición 3.

4.2.5.3 *Ciclo para poner la caja.*

Se activa una entrada de orden Q1.0 (Poner _ caja) a su vez la misma envía una señal de salida al vacuómetro I0.3, para que active la válvula 5/2, posteriormente una vez indicado que se encuentra la caja presente envíe una señal de entrada Q1.1, para que succione la caja y colocar la misma en la línea de empaquetamiento.

Figura 66. Tomar caja



Realizado por: Autores

4.2.5.4 *Ciclo para tomar la baldosa.*

Con la entrada Q1.2 (Tomar_baldosa), envía una orden para que el robot avance hasta el palet e identifique si se encuentra presente la baldosa para posteriormente activar una señal de salida I1.0 (activar las ventosas), y succionar la baldosa; una vez realizado la succión envía una señal de entrada Q1.3 (dejar _ baldosa), para colocar la baldosa en la caja; una vez posesionada en la caja se envía una señal de salida I1.1 (desactivar _ ventosas), para soltar la baldosa sobre la misma.

Figura 67. Tomar baldosa / Dejar baldosa



Realizado por: Autores

4.2.5.5 *Ciclo para colocar la baldosa sobre el palet.*

Mientras el ciclo anterior se cumple el palet avanza hasta la posición 5 donde se activa una señal de entrada Q0.7 (poner _ baldosa), esta señal es enviada por una válvula 5/2, a su vez la misma es controlada por un TP (3000ms); puesto que en esta posición se requiere de un operario el cual estará cerca de la banda transportadora para realizar esta acción (Poner Baldosa)

Figura 68. Poner baldosa sobre el palet



Realizado por: Autores

Observación.

Estos ciclos se repiten 4 veces hasta que el proceso de llenado de caja se haya concluido, para posteriormente ir al ciclo 5.

4.2.5.6 *Ciclo para tomar la tapa y colocar la misma.*

Se envía una señal de entrada Q1.4 (tomar _ tapa), para dirigir al robot hasta la rampa de abastecimiento de tapas, una vez que se encuentre el robot ahí se envía una señal de salida I0.3

(vacuómetro), para detectar si en la rampa de abastecimiento se encuentra presente la tapa para así proceder a activar una señal de entrada Q0.2 (Ventosas), y llevar la tapa para proceder a colocar sobre la caja de baldosa; luego se envía una señal de salida I1.1 (desactivar _ ventosas), la cual permite dejar en su posición la tapa.

Para finalizar el proceso se envía una señal de salida I1.2 (fin _ ciclo) e indicar que el proceso ha finalizado.

Figura 69. Tomar tapa / Poner tapa



Realizado por: Autores

4.3 Comunicación entre PLC y la pantalla táctil.

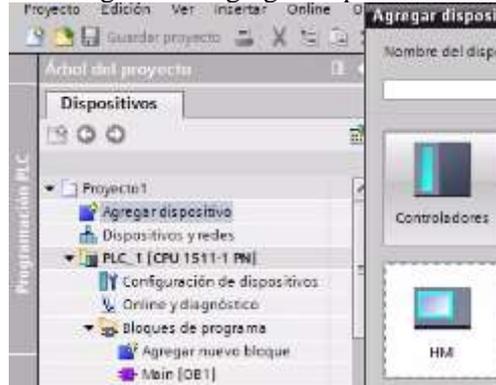
Para realizar la comunicación entre el PLC y la pantalla táctil del tablero del control proceder a configurar y realizar el enlace mediante el TIA PORTAL V13, seleccionar una HMI del mismo.

4.3.1 *Pasos para configurar y programar la HMI.*

4.3.1.1 *Agregar dispositivo.*

En la parte superior izquierda de la pantalla principal del TIA seleccionar agregar dispositivos.

Figura 70. Agregar dispositivo



Realizado por: Autores

4.3.1.2 Selección HMI.

Seleccionar el dispositivo HMI (interfaz hombre máquina).

Figura 71. Icono HMI



Realizado por: Autores

4.3.1.3 Selección de dispositivo (pantalla de 6").

Seleccionar el tipo de pantalla (6"), con la versión predefinida de la misma.

Figura 72. Selección de pantalla 6"

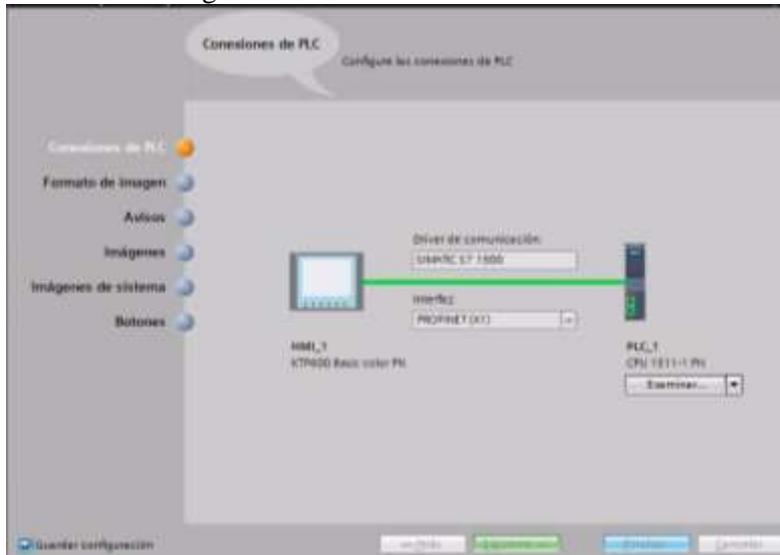


Realizado por: Autores

4.3.1.4 Enlace HMI / PLC 1500.

Enlazar la HMI con el PLC 1500 la cual se utiliza para realizar el proceso.

Figura 73. Comunicación HMI / PLC



Realizado por: Autores

4.3.1.5 Agregar botones de Inicio / Paro.

Realizar el enlace y obtener la imagen raíz de la pantalla; colocar los botones que requiere el usuario para controlar de forma manual y automática.

Los botones a utilizar INICIO y PARO.

Inicio. - Activa o conecta los segmentos anteriores de programación para dar inicio al proceso de paletizado.

Paro. - Desconecta todos los ciclos activos dentro del proceso de paletizado.

Figura 74. Agregar botones INICIO / PARO

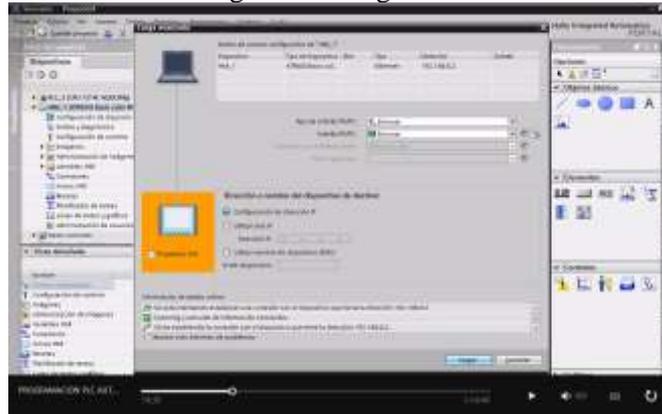


Realizado por: Autores

4.3.1.6 Cargar HMI.

Cargar las mismas para proceder a enlazar con las variables que se declaradas en el PLC.

Figura 75. Cargar HMI



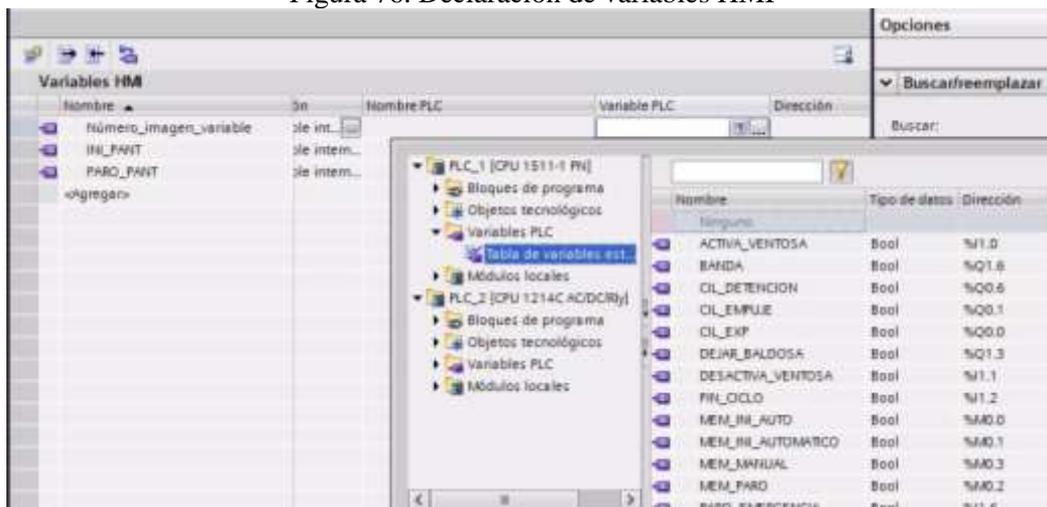
Realizado por: Autores

4.3.1.7 Declaración de variables HMI.

Declarar variables HMI: INI_PANT y PARO_PANT

Las mismas que se las enlazan directamente con las variables declaradas en el PLC para una correcta funcionalidad dentro del proceso.

Figura 76. Declaración de variables HMI



Realizado por: Autores

En la siguiente figura se muestra la conexión que se realiza entre el HMI / PLC

Figura 77. Enlace VAR. HMI / VAR PLC

Variables HMI				
Nombre	Con	Nombre PLC	Variable PLC	Dirección
Número_imagen_variable	Conexión_1	PLC_1	MEM_INI_AUTO	
INI_PANT	Conexi...	PLC_1	MEM PARO	
PARO_PANT	oble intern...		<No definido>	
<Agregar>				

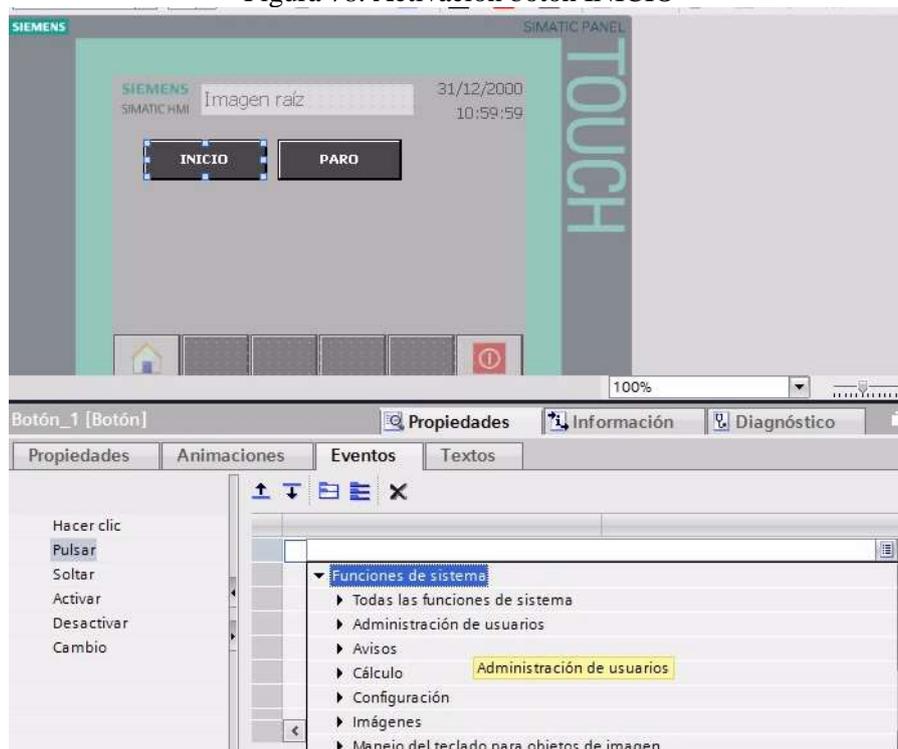
Realizado por: Autores

4.3.1.8 Activación del botón inicio.

Proceder con la activación de los botones establecidos, mediante los eventos pulsar y soltar, los mismos que se habilitan al realizar las funciones del sistema, seleccionar todas las funciones y dentro de ellas elegir activar o desactivar bits de acuerdo a los eventos para proceder a enlazar con las variables de la HMI.

Configuración del botón Paro.

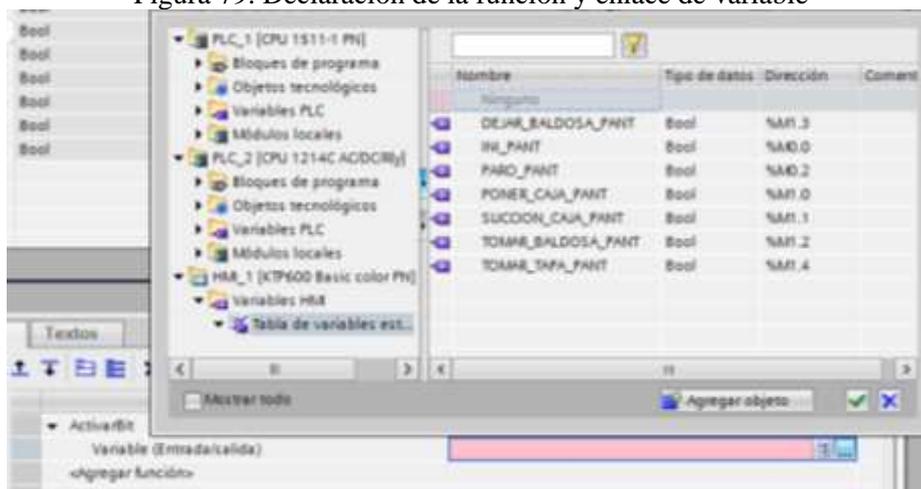
Figura 78. Activación botón INICIO



Realizado por: Autores

Realizar una declaración de variables para realizar la comunicación con el botón a utilizar.

Figura 79. Declaración de la función y enlace de variable



Realizado por: Autores

Observación.

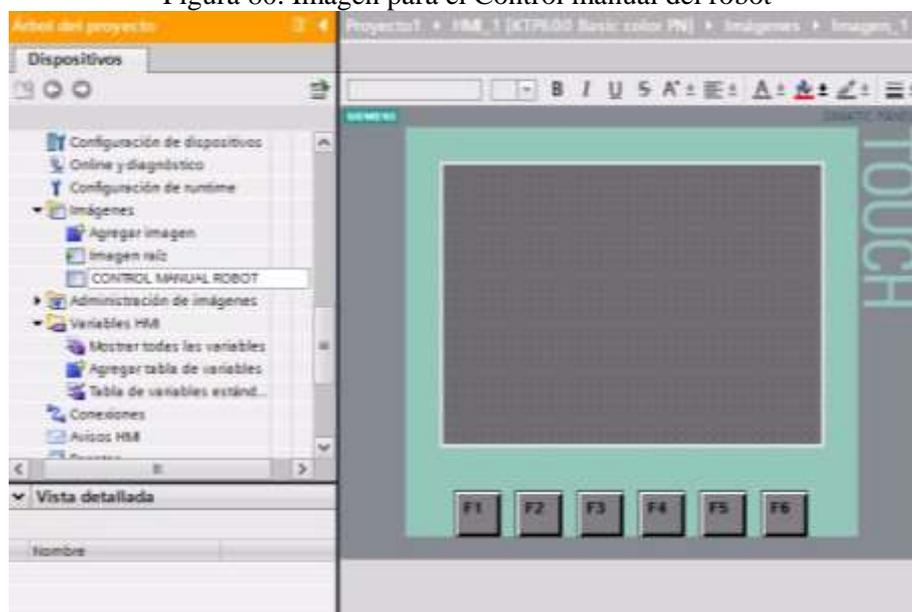
La programación y enlace de la HMI anterior se realiza para un control automático del proceso.

4.3.1.9 *Configuración de la pantalla de control manual del robot.*

Programación de la HMI para un control Manual del proceso de paletizado.

En el icono de imagen añadir una nueva imagen (control manual robot)

Figura 80. Imagen para el Control manual del robot



Realizado por: Autores

4.3.1.10 *Detalle del control manual.*

A esta pantalla se le añadir botoneras para controlar el proceso manualmente las mismas que están enlazadas con las líneas de programación del PLC, para activar o desactivar se realiza el mismo proceso que se realizó en los pasos anteriores.

Figura 81. Botoneras del proceso manual



Realizado por: Autores

4.3.1.11 Activación del botón de control manual.

De la misma manera que en la imagen de control manual en la imagen raíz se agregar un botón (CONTROL_MAN_ROBOT) para realizar el proceso manual.

Figura 82. Activación del botón control manual



Realizado por: Autores

4.3.1.12 Activación de las imágenes en la pantalla.

Estas imágenes enlazar de la misma forma en la que se realizó la comunicación PLC – HMI la única diferencia es que en este caso se enlazan solo imágenes dentro de la misma HMI activando y desactivando imágenes.

Figura 83. Enláz del botón para regresar a la imagen raíz



Realizado por: Autores

4.4 Programación con el software telecontrol mediante mensajes GMS.

Especificaciones de la unidad de entrada.

Tabla 32. Especificaciones de la unidad de entrada

Especificaciones.	Descripción.
CP 1242-7.	Establece la comunicación de estaciones remotas con una central o servidor de telecontrol; a su vez ofrece las siguientes utilidades
GPRS (General Packet Radio Service)	Transmisión de datos orientado a paquetes “GPRS” esto se desarrolla a través de la red GSM.
SMS (Short Message Service)	Puede recibir y enviar mensajes en forma SMS.

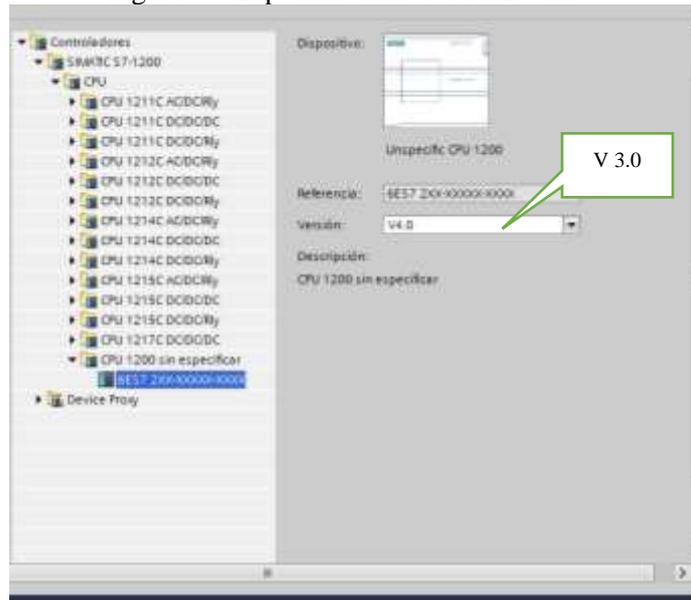
Realizado por: Autores

4.4.1 Programación del PLC SIEMENS 1200.

Pasos para la programación del PLC 1200:

- a) Abrir el TIA PORTAL V13, crear un nuevo proyecto.
- b) Agregar los dispositivos que intervienen en el programa, para ello escoger la opción de configuración de dispositivos y luego agregar.
- c) Agregar los módulos identificados en la caja de control para realizar el enlace.

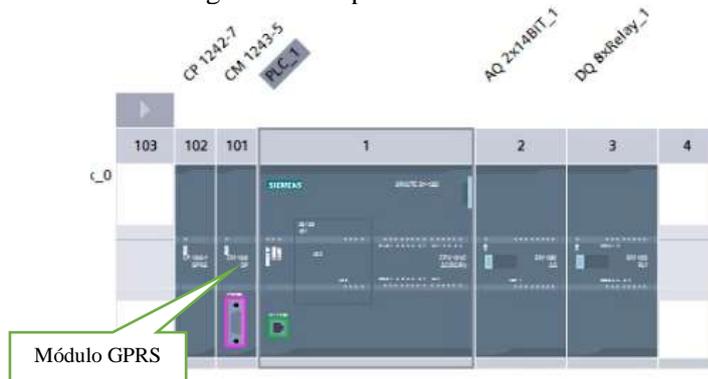
Figura 84. Especificaciones del PLC 1200



Realizado por: Autores

- d) Dar clic y asignar las propiedades al módulo GPRS, tomar en cuenta que se adjunta una tarjeta SIM de cualquier operadora (movistar).

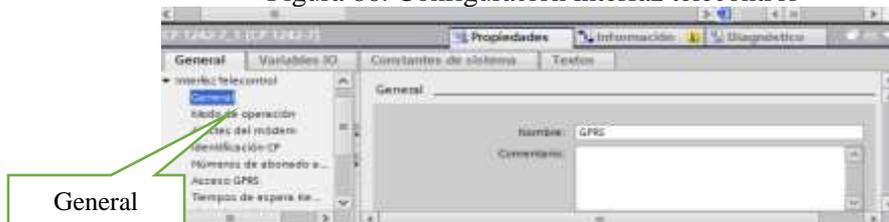
Figura 85. Propiedades módulo GPRS



Realizado por: Autores

- e) Desplegar el ítem hasta interfaz telecontrol / General / nombre GPRS

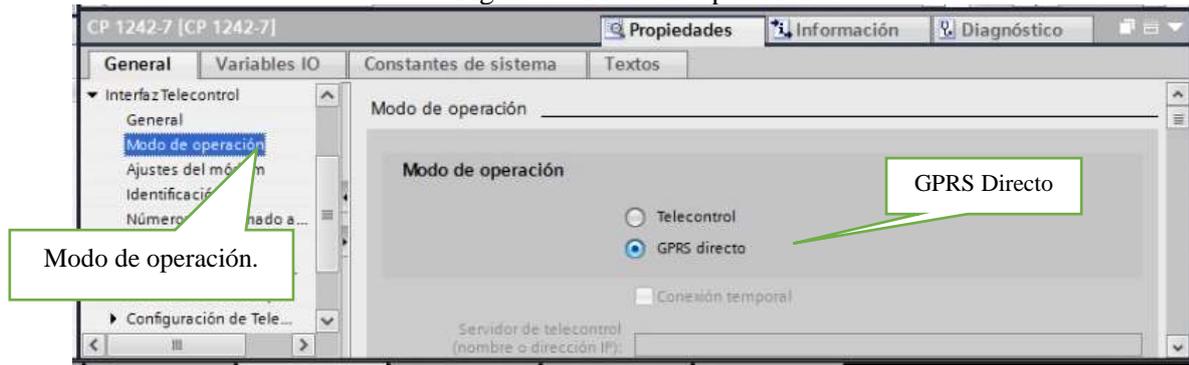
Figura 86. Configuración interfaz telecontrol



Realizado por: Autores

- f) Dar clic sobre modo de operación.

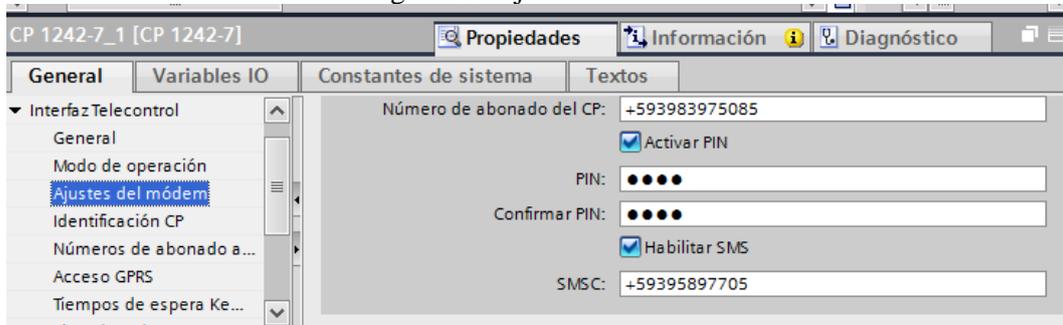
Figura 87. Modo de operación



Realizado por: Autores

- g) Ajustes de modem, ingresar el número de SIM que se colocó en el módulo de comunicación; este número de tener saldo o un paquete de mensajes.
- h) Seleccionar PIN (1234)
- i) Seleccionar Habilitar SMS
- j) Habilitar servicio de SMS y agregar el número de la central de servicio de SMS de la operadora (movistar).

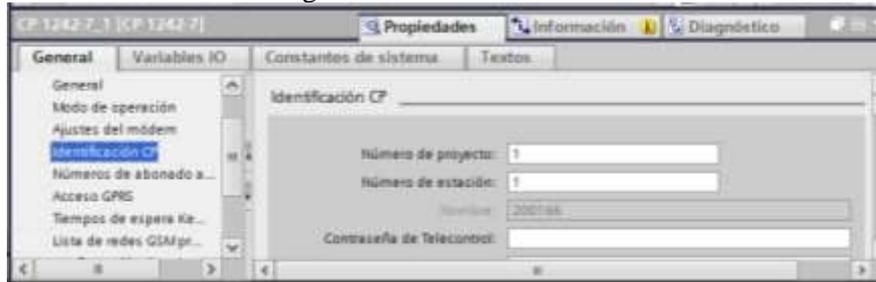
Figura 88. Ajustes de módem



Realizado por: Autores

- k) Clic sobre identificación CP, establecer el número de proyecto y estación (denominación 1.).

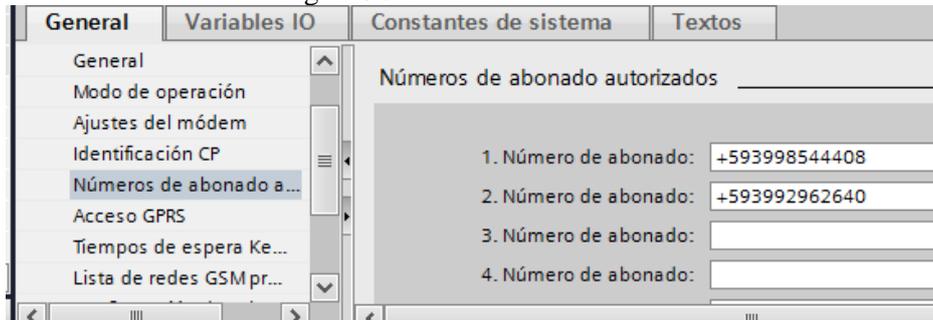
Figura 89. Identificación CP



Realizado por: Autores

l) Clic sobre número de abonados.

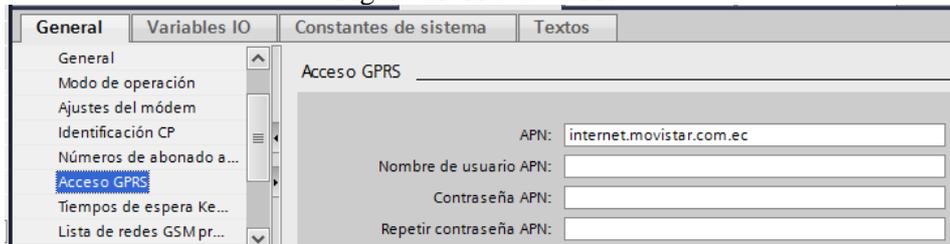
Figura 90. Números de abonados



Realizado por: Autores

m) Clic sobre acceso GPRS / establecer la dirección APN establecida por la operadora.

Figura 91. Acceso GPRS



Realizado por: Autores

n) Clic sobre ID de hardware. (esta ID sirve para la programación.)

Figura 92. ID de hardware

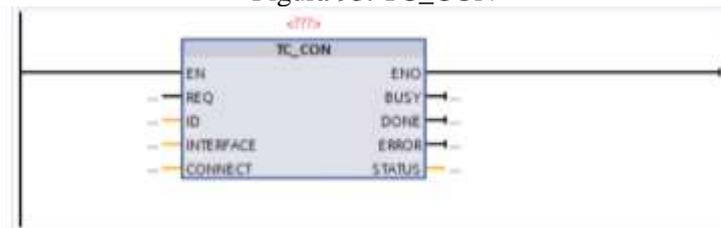


Realizado por: Autores

- o) Crear un nuevo bloque de programa.
- p) Programar la línea de segmento, seleccionar en la parte derecha del programa Comunicación / Procesador de comunicación / GPRS comm: CP 1242-7 / TC_CON.

TC_CON. - Establece la conexión a través de la red GSM.

Figura 93. TC_CON



Realizado por: Autores

- q) Configurar el TC_CON_DB anteriormente ingresado.

REQ insertar un conector abierto y dar el nombre de la entrada necesaria para que se active. En este caso M2.0 (Men_req_connect)

ID tomada desde la Identificación CP (1).

INTERFACE identificada en el hardware del Módulo GPRS (270).

CONNECT para este punto crear una base de datos, en este caso recibirá el nombre de conexión.

Figura 94. TC_CON programación



Realizado por: Autores

Crear un nuevo bloque de datos.

Figura 95. DB_GLOBAL



Realizado por: Autores

- r) Declarar el nombre a la variable/configurar los parámetros; ingresar en Phone-Number, el número de celular con el que se va a establecer la conexión de envío y recepción de mensajes.

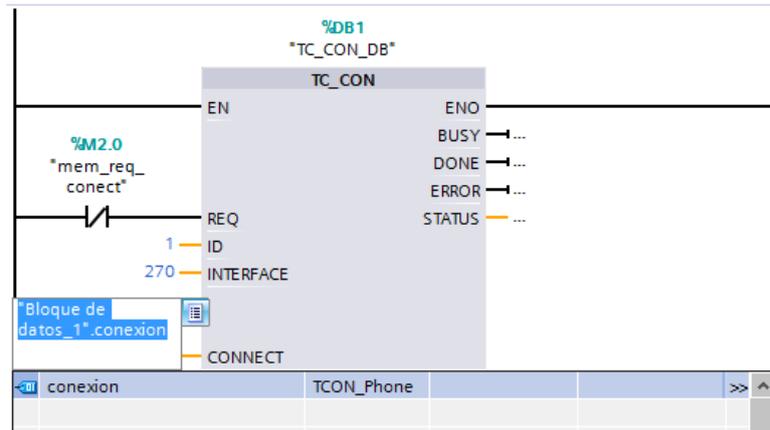
Figura 96. Configuración conexión

Proyecto1 ▶ PLC_2 [CPU 1214C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ Bloque de datos_1 [DB2]						
Bloque de datos_1						
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..
1	▼ Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	▼ conexion	TCON_Phone		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	■ Interfaecd	HW_ANY	270	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	■ ID	CONN_OUC	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	■ ConnectionType	Byte	16#0E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	■ ActiveEstablished	Bool	true	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	■ PhoneNumber	String[22]	'+593998544408'	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Realizado por: Autores

En TC_CON_DB Asignar en connect la base datos “conexión”

Figura 97. TC_CON / Conexión

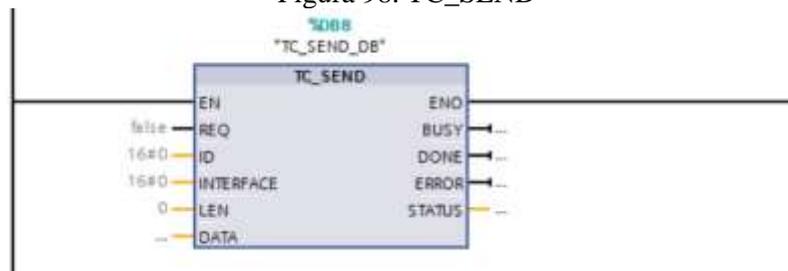


Realizado por: Autores

- s) Programar nueva línea de segmento, seleccionar en la parte derecha del programa comunicación/Procesador de comunicación/GPRS con: CP 1242-7/TC_SEND.

TC_SEND. - Sirve para recibir datos a través de la red GSM.

Figura 98. TC_SEND



Realizado por: Autores

- t) Configurar el TC_SEND_DB anteriormente ingresado.

REQ insertar un conector abierto y dar el nombre de la entrada necesaria para que se active.

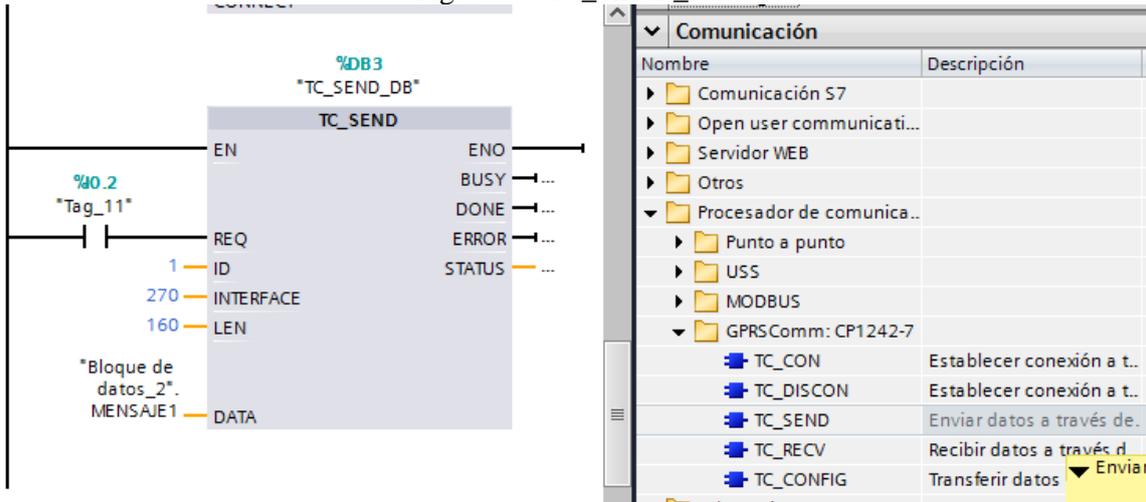
ID tomada desde la Identificación CP en el paso (1).

INTERFACE dada en la identificación de hardware del Módulo GPRS (270).

LEN indica el número de caracteres permitido para el mensaje (160)

DATA para este punto crear una base de datos, en este caso recibirá el nombre de Mensaje 1.

Figura 99. TC_SEND_DB



Realizado por: Autores

- u) Crear nuevo bloque de datos.

Figura 100. Bloque de datos



Realizado por: Autores

- v) Establecer el tipo de datos String y en valor de arranque se coloca el mensaje que receptara el celular establecido anteriormente. "ENSAMBLAJE FINALIZADO".

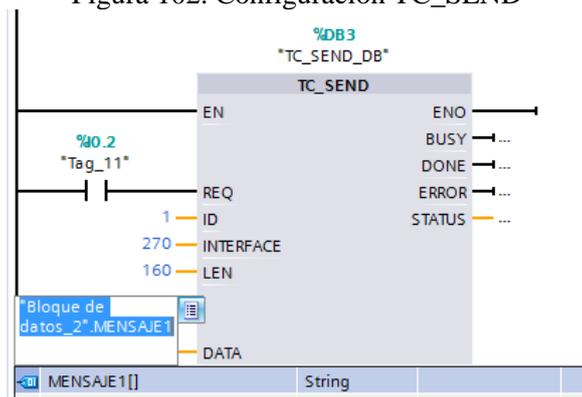
Figura 101. Tipo de datos String

Bloque de datos_2							
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor de a...
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	MENSAJE1	String	'ENSAMBLAJE FI...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Realizado por: Autores

- w) En el TC_SEND en data agregar la base de datos correspondiente, envío.

Figura 102. Configuración TC_SEND

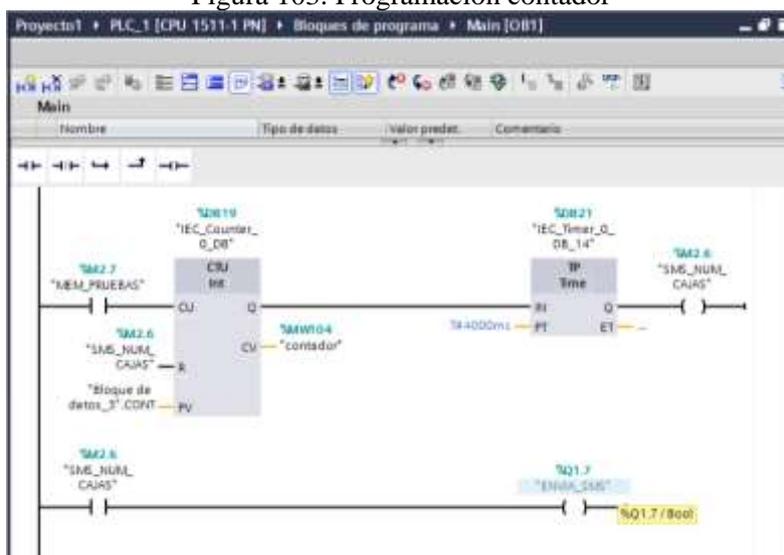


Realizado por: Autores

Para un mejor servicio de información GSM dentro del proceso de paletizado de baldosas se requiere programar un aviso al momento que finalice los ciclos programados por el operador para ello se realiza la siguiente programación.

- Realizar una nueva línea de programación en la cual se tendrá un contado de tipo entero.
- Declarar memorias (MEM_PRUEBAS / SMS_NUM_CAJAS)
- Insertar un TP para realizar un tiempo de espera en la recepción del mensaje al momento que finaliza el proceso.
- Programar segmento adicional para confirmar los ciclos del proceso.

Figura 103. Programación contador



Realizado por: Autores

- x) Realizar en la pantalla HMI un cuadro de texto para ingresar de forma digital el número procesos que desea el operador que realice el robot para posteriormente indicar mediante un mensaje que dichos procesos han finalizado.

Figura 104. Cuadro de texto_ ingreso táctil de conteo



Realizado por: Autores

CAPÍTULO V

5 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para realizar el diseño e implementación de un módulo para cualquier tipo de procesos estamos prestos a realizar gastos, como la adquisición de accesorios, materiales, equipos y otros elementos necesarios para lograr dicho objetivo planteado.

5.1 Costos de los equipos y materiales para la elaboración del proceso de la estación de paletizado.

Costos directos son gastos necesarios e indispensables para realizar el proyecto planteado, en estos costos interviene la mano de obra, transporte, equipos y materiales a utilizarse. Para dar un mayor enfoque a los costos directos de elaboración se detallan a continuación; en costos de Software y equipos neumáticos, costos de equipos mecánicos, otros materiales usados, y costos por mano de obra.

5.1.1 *Costos de software y equipos neumáticos.*

Los costos invertidos a adquisición del software y los equipos neumáticos son los siguientes:

Tabla 33. Costos de software y equipos neumáticos

Descripción	Precio Unidad	Cantidad	Sub Total (USD)
Software de telecontrol Server Basic	1.290,00	1	1.290,00
Software TIA Portal V13	8,00	1	8,00
Sensor Capacitivo	25,00	1	25,00
Manifold S200	58,74	1	58,74
Electroválvula S200 5/2 - 1/4', Mono, 24 VDC	45,55	2	91,10
Regulador de flujo M5 x 4mm	4,58	4	18,58
Silenciador Bronce sinterizado 1/8'	2,06	4	4,12
Generador de vacío	85,00	1	85,00
Ventosa	42,00	2	84,00
válvula 2x2	42,00	1	42,00
Racor Recto 1/8' x 4MM	1,09	6	6,51
Racor Codo 1/4' x 4MM	1,23	7	8,59
Total (USD)			1.721,64

Realizado por: Autores

5.1.2 *Costos de equipos mecánicos y otros materiales.*

Los costos de los equipos y otros materiales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 34. Costos de equipos mecánicos y otros materiales

Descripción	Precio Unidad	Cantidad	Sub Total (USD)
Perfil de aluminio	7,30	1	7,30
Cinta Doble Fast	3,30	1	3,30
Tuerca Hexagonal M17	0,50	4	2,00
Placa plana Inoxidable	5,00	1	5,00
Cajas de madera	2,00	5	10,00
Tuerca de Acero MM RF 16x1,50	0,25	2	0,50
Tuerca de Acero MM RG 6x1	0,25	4	1,00
Perno MM 6x1x25G	0,10	4	0,40
Aráñela Plana Galv. 1/4	0,05	4	0,20
Arandela Plana ¼	0,02	4	0,08
Tornillos 7-5	0,20	10	2,00
Bronce Fosfórico 1/2' 20cm	5,00	1	5,00
Tubo Poliuretano 4MM	0,35	5	1,75
Base Adhesiva 25x25 mm	0,15	20	3,04
Amarra Plástica 10cm Negra	0,99	10	9,90
Cable de control 4x22 Ang Flexible	1,26	5	6,30
Total (USD)			57,77

Realizado por: Autores

5.1.3 *Mano de obra*

Los costos de mano de obra se detallan a continuación:

Tabla 35. Mano de obra

Descripción	Horas-Hombre	Salario Real/Hora (USD)	Sub Total (USD)
Maestro Mecánico	5	10	50,00
Total (USD)			50,00

Realizado por: Autores

5.2 Costo total directo.

Son los costos en los cuales se detallan los materiales, software, equipos, herramientas y mano de obra.

5.2.1 *Costos totales directos.*

El total de costos directos se detallan a continuación:

Tabla 36. Costos totales directos

Descripción	Sub Total (USD)
Software y Materiales	1.721,64
Equipos y Herramientas	57,77
Mano de Obra	50,00
Total de costos Directos (USD)	1.829,41

Realizado por: Autores

5.3 Costos indirectos.

Son los costos independientemente de los niveles de producción como lo es el asesoramiento, diseño y transporte.

5.3.1 *Costos indirectos.*

Los costos indirectos empleados son:

Tabla 37. Costos indirectos

Costos Ingenieriles	Cantidad/Hora	Unidad	Precio Unitario (USD)	Sub Total (USD)
Asesoría	8,00	Hora	15,00	120,00
Diseño	12,00	Hora	7,00	84,00
Total (USD)				204,00

Realizado por: Autores

5.3.2 Costos totales indirectos.

Los costos indirectos totales son los siguientes:

Tabla 38. Costos totales indirectos

Costos	Sub total (USD)
Ingenieriles	204,00
Imprevistos	60,00
Total (USD)	264,00

Realizado por: Autores

5.4 Análisis de costos totales.

El análisis de costos totales se basa en la suma de los costos totales directos y los costos totales indirectos, cabe indicar que ya se encuentra involucrado el 14% de IVA.

5.4.1 Costos totales de la implementación del modelo de estación

Los costos totales de la implementación del modelo de estación se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 39. Costos totales de la implementación del modelo de estación

	Sub. Total (USD)
Costos Directos	1.829,41
Costos Indirectos	264,00
Total (USD)	2.093,41

Realizado por: Autores

5.5 Resultado de análisis de costos.

Con el resultado realizado mediante el análisis de costos; para la elaboración del módulo de estación de paletizado de baldosas, el costo por el ensamblaje del mismo es de 2093,41 (dos mil noventa y tres dólares con cuarenta y un centavos de dólares americanos).

El 100% del costo total es financiado por los estudiantes para la realización del trabajo de titulación, en el mismo se utilizó diferentes marcas de materiales y equipos de los diversos distribuidores por el menor precio pero que cumplen la misma función y calidad para su debido funcionamiento.

CAPÍTULO VI

6 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPO

El mantenimiento de los quipos es de suma importancia dentro de la industria, pues depende del tipo y calidad de mantenimiento para que los elementos y equipos cumplan su vida útil.

En el transcurso del diseño y montaje de los equipos se tiene en cuenta el mantenimiento preventivo en cada elemento y pieza del módulo. Que consiste en la correcta revisión, limpieza e inspección del estado de los equipos, lo cual permitirá el correcto funcionamiento del módulo.

6.1 Codificación de equipos.

Es esencial la codificación de los equipos dentro de cualquier plan de mantenimiento, pues estos códigos nos permitirán llevar un registro del estado de los mismos. Para lo cual nos guiamos en las fichas modelos de los equipos y manuales existentes en los laboratorios de la Facultad de Mecánica.

La norma estándar FAME AI-XX00 se usa para codificar los equipos, a continuación, se muestra su nomenclatura.

Figura 105. Codificación estándar de los equipos



Realizado por: Autores

Como se puede observar la codificación ayuda a tener claro la cantidad de los equipos utilizados en el módulo. ANEXO B.

6.2 Fichas técnicas de los equipos.

Cada equipo tendrá de una ficha técnica, lo cual le permitirá al docente técnico tener un inventario actualizado del estado de los equipos y notar los posibles daños en los equipos para corregirlos.

Las fichas técnicas constan de:

- Número de ficha
- Nombre e imagen del equipo
- Año de fabricación
- Código del equipo
- Ubicación del equipo en el módulo
- Características técnicas del equipo
- Ubicación actual de los equipos

En el Anexo A, se especifica las características de las fichas técnicas

6.3 Manual de mantenimiento de los equipos.

Para lograr el correcto funcionamiento del módulo y que los elementos cumplan con su vida útil se ha programado un mantenimiento preventivo. El docente técnico es el principal encargado en ver que se efectúe correctamente el mantenimiento, además de facilitar a los estudiantes los manuales de mantenimiento.

Se ha estructurado los manuales de la siguiente manera:

- Estado técnico actual de los equipos
- Calendario de mantenimiento preventivo
- Tareas de mantenimiento general

6.4 Estado técnico actual de los equipos.

Uno de los principales aspectos que se verifica antes de la prueba de funcionamiento es en qué estado se encuentran los equipos, para los cual hay elementos que se diseñaron mientras que los equipos de control son completamente nuevos. Ver ANEXO C.

6.5 Calendario de mantenimiento de equipos

Existen diferentes factores que determinan el tiempo previsto para el mantenimiento de los elementos y equipos, lo cual se ha determinado un tiempo de mantenimiento: semanal, mensual, trimestral y semestral. Estos tiempos se recopiló de los manuales de los fabricantes. Ver ANEXO B.

6.6 Tareas de mantenimiento general.

Independientemente del estado de los equipos es necesario realizar tareas de mantenimiento que llegan a ser varios procedimientos para el mantenimiento preventivo, y lógicamente en el caso de que algún elemento se encuentre en condiciones defectuosas se procede al reemplazo del elemento dañado. Este punto es de suma importancia pues el correcto funcionamiento permitirá desarrollar las prácticas de laboratorio sin inconvenientes. Ver ANEXO B.

Se ha sintetizado los pasos de mantenimiento de tal manera que el estudiante se familiarice con el equipo y pueda realizar el mantenimiento respectivo

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se logró implementar un modelo de estación para baldosas mediante mecanismos de transmisión de movimientos los cuales facilitaron simular un proceso real de paletizado para baldosas.

Se realizó el diseño y cálculo de las ventosas por medio de la ecuación de SCHNALZ la cual nos permite concluir en implementar dos ventosas con una fuerza de absorción de 6 N, para evitar la torsión al momento de la succión.

Se diseñó una rampa de abastecimiento de cajas y tapas con un ángulo de inclinación de 10° que permite al robot actuar de manera precisa con menor posicionamiento.

Se realizó el diseño de elementos mecánicos para el modulo con el fin de satisfacer las necesidades requeridas para poner en marcha la implementación.

Se realizó una interfaz entre el PLC SIEMENS 1500 y pantalla táctil HMI, mediante ETHERNET el cual se encuentra en el panel de control para facilitar el control de forma manual y automática del proceso de paletizado de baldosas.

Se realizó una comunicación entre el PLC SIEMENS 1500, SIEMENS 1200 y HMI para configurar un control GSM que ayuda a mantener al operario en comunicación con el proceso cada que el mismo finalice.

Se elaboró fichas del módulo para dar mantenimiento a los instrumentos esta ficha es de fácil manejo con el fin de que el estudiante se familiarice con las tareas de mantenimiento y a su vez con los instrumentos existentes dentro del proceso.

7.2 Recomendaciones.

Utilizar los instrumentos y equipos existentes en el laboratorio con la finalidad de estudiar los procesos o realizar prácticas para mejorar el desempeño del estudiante.

Diseñar los elementos mecánicos de acuerdo a las especificaciones que requiere el proceso.

Utilizar equipos, instrumentos neumáticos y electro neumáticos de excelente calidad para un buen funcionamiento del proceso.

Para la utilización del GSM y el telecontrol tener siempre en la tarjeta SIM saldo e internet para mantener comunicación del proceso.

Antes de poner en marcha el proceso verificar los sistemas y revisar las fichas de mantenimiento del proceso.

Realizar seminarios y capacitaciones constantes sobre procesos automáticos para familiarizarse con los instrumentos y equipos existentes dentro de cualquier industria.

BIBLIOGRAFÍA

AIRTAC. *Catalogo airtac.* [En línea] 2017. [Consulta: 07 febrero 2017.] Disponible en: <http://industriassanfor.com/pdf/catalogo-airtac.pdf>.

COPAROMAN. *Conectores y conexiones racor neumatico.* [En línea] 16 de 04 de 2014. [Consulta: 18 enero 2017.] Disponible en: <http://coparoman.blogspot.com/2014/04/conectores-y-conexiones-racor-neumatico.html>.

CREUS, Antonio. *Neumatica e Hidraulica.* España: Marcombo S.A, 2007. pp 50-55

DEMO. *Electroneumatica.* [En línea] [Consulta: 18 enero 2017.] Disponible en: http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m_en001/ud04/html/en0_ud04_12_2_con.htm.

ESCALERA, Rodriguez. *Ingenieria Industrial.* [En línea] 2010. [Consulta: 29 diciembre 2016.] Disponible en: <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Esacalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>.

FESTO. *Didactic. Sensores para la tecnica de procesos y manipulacion, sensores de proximidad.* [En línea] 1993. [Consulta: 17 febrero 2017.] Disponible en: http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/094342_leseprobe_es.pdf.

FESTO. *Didactic.* [En línea] 08 de 2005. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: <http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00906970001135162550.pdf>.

FESTO. *Racores rapitos Roscados.* [En línea] 2017. [Consulta: 18 enero 2017.] Disponible en: https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_ES/PDF/ES/QS_ES.PDF.

FESTO. *Tecnicas de vacio.* [En línea] 2017. [Consulta: 28 de 01 de 2017.] Disponible en: https://www.festo.com/cms/es-mx_mx/9814.htm.

FESTO. *Toberas de aspiracion.* [En línea] 12 de 2016. [Consulta: 08 enero 2017.] Disponible en: https://www.festo.com/cat/es-mx_mx/data/doc_es/PDF/ES/VN_ES.PDF.

FESTO. *Ventosas VAS/VASB.* [En línea] 07 de 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_ES/PDF/ES/VAS_ES.PDF.

GONZÁLEZ, Antonio. *Mecanismos de transformacion de movimiento.* [En línea] 03 de 2008. [Consulta: 24 enero 2016.] Disponible en: <https://aprendemostecnologia.org/maquinas-y-mecanismos/mecanismos-de-transformacion-del-movimiento/>.

HABASIT. *Correas Redondas.* [En línea] 2017. [Consulta: 24 enero 2017.] Disponible en: <http://www.habasit.com/es/correas-redondas.htm>.

HERNANDEZ, Moises. Produccion de energia Nuematica. [En línea] 2017. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: <https://es.scribd.com/user/92178900/Hernandez-Moises>.

LARRAIOZ. Productos Kawasaki robots cargas medias. [En línea] 2015. [Consulta: 29 diciembre 2016.] Disponible en: <http://larraioz.com/productos/kawasaki-robots-cargas-medias/>.

MOLINARI, Norberto. PLC Controladores Logicos Programables. [En línea] 2009. [Consulta: 16 enero 2017.] Disponible en: http://www.academia.edu/12130772/PLC_Controladores_1%C3%B3gicos_programables.

NIEBLES, Enrique. Metodologia para el diseño y construccion de una maquina. [En línea] 01 de 2009. [Consulta: 07 enero 2017.] Disponible en: <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/1363/Este%20art%C3%ADculo%20trata%20sobre%20el%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20una%20m%C3%A1quina%20para%20la%20medici%C3%B3n%20del%20desgaste%20abrasivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SCHAMALZ. Dimensionamiento de las ventosas. [En línea] 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: <https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/ventosas-de-vacio/dimensionamiento-de-las-ventosas/>.

SCHAMALZ. Sistema de vacio y sus componentes. [En línea] 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: <https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/procedimiento-para-dimensionar-un-sistema/fuerza-de-retencion-teorica-de-una-ventosa/>.

SCHMALZ. El sistema de vacio y sus compnentes. [En línea] 2016. [Consulta: 10 enero 2017.] Disponible en: <https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/generadores-de-vacio/>.

SIEMENS. Compact Switch Module. [En línea] 2017. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/313/36087313/att_74878/1/BA_S7-1200-CSM1277_78.pdf.

SIEMENS. Industrial Communication. [En línea] 2017. Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: <http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/industrial-remote-communication/telecontrol/telecontrol-basic/central/pages/default.aspx>.

SIEMENS. Industrial Remote Communication Telecontrol. [En línea] 07 de 2013. Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/745/50898745/att_70003/v1/BA_TCS-BASIC_78.pdf.

SIEMENS. La ingeniería de la Automatización Industrial. [En línea] 15 de 01 de 2017. [Consulta: 17 enero 2017.] Disponible en:<http://www.cwv.com.ve/siemens-tia-portal-redefine-la-ingenieria-en-la-automatizacion-industrial/>.

SIEMENS. Mecatronica manual sinamics G110. [En línea] 04 de 2005. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:http://www.technical.cat/PDF/Siemens/MECATRONICA/manual_sinamics_G110.pdf.

SIEMENS. software SIMATIC. [En línea] 1 de 10 de 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/tia-portal/pages/tiaportal.aspx>.

STREAMTEK. Mydirectindustry. [En línea] 2017. Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<http://www.directindustry.es/prod/streamtek-corp/product-56957-443350.html>.

AIRTAC. Catalogo airtac. [En línea] 2017. [Consulta: 07 febrero 2017.] Disponible en:<http://industriassanfor.com/pdf/catalogo-airtac.pdf>.

COPAROMAN. Conectores y conexiones racor neumático. [En línea] 16 de 04 de 2014. [Consulta: 18 enero 2017.] Disponible en:<http://coparoman.blogspot.com/201404/conectores-y-conexiones-racor-neumatico.html>.

CREUS, Antonio. *Neumatica e Hidraulica*. España : Marcombo S.A, 2007. pp 60-67

DEMO. Electroneumatica. [En línea] [Consulta: 18 enero 2017.] Disponible en:http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m_en001/ud04/html/en0_ud04_12_2_con.htm.

ESCALERA, Rodriguez. Ingeniería Industrial. [En línea] 2010. [Consulta: 29 diciembre 2016.] Disponible en:<http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinascarpetaapuntos.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Escalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>.

FESTO. Sensores para la técnica de procesos y manipulación, sensores de proximidad. [En línea] 1993. [Consulta: 17 febrero 2017.] Disponible en:http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/094342_leseprobe_es.pdf.

FESTO. Ventosa [En línea] 08 de 2005. [Consulta: 17 febrero 2017.] Disponible en:<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00085950001135162508.pdf>.

FESTO. Festo Didactic. [En línea] 08 de 2005. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00906970001135162550.pdf>.

FESTO. Racores rapitos Roscados. [En línea] 2017. [Consulta: 18 enero 2017.] Disponible en:https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_ES/PDF/ES/QS_ES.PDF.

FESTO. Tecnicas de vacio. [En línea] 2017. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en: https://www.festo.com/cms/es-mx_mx/9814.htm.

FESTO. Toberas de aspiracion. [En línea] 12 de 2016. [Consulta: 08 enero 2017.] Disponible en:https://www.festo.com/cat/es-mx_mx/data/doc_es/PDF/ES/VN_ES.PDF.

FESTO. Ventosas VAS/VASB. [En línea] 07 de 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_ES/PDF/ES/VAS_ES.PDF.

GONZÁLEZ, Antonio. Mecanismos de transformacion de movimiento. [En línea] 03 de 2008. [Consulta: 24 enero 2016.] Disponible en:<https://aprendemostecnologia.org/maquinas-y-mecanismos/mecanismos-de-transformacion-del-movimiento/>.

HABASIT. Correas Redondas. [En línea] 2017. [Consulta: 24 enero 2017.] Disponible en:<http://www.habasit.com/es/correas-redondas.htm>.

HERNANDEZ, Moises. Produccion de energia Nuematica. [En línea] 2017. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<https://es.scribd.com/user/92178900/Hernandez-Moises>.

LARRAIOZ. Productos Kawasaki robots cargas medias. [En línea] 2015. [Consulta: 29 diciembre 2016.] Disponible en:<http://larraioz.com/productos/kawasaki-robots-cargas-medias/>.

MOLINARI, Norberto. PLC Controladores Logicos Programables. [En línea] 2009. [Consulta: 16 enero 2017.] Disponible en:http://www.academia.edu/12130772/PLC_Controladores_1%C3%B3gicos_programables.

NIEBLES, Enrique. Metodologia para el diseño y construccion de una maquina. [En línea] 01 de 2009. [Consulta: 07 enero 2017.] Disponible en:<http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/1363/Este%20art%C3%ADculo%20trata%20sobre%20el%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20una%20m%C3%A1quina%20para%20la%20medici%C3%B3n%20del%20desgaste%20abrasivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SCHAMALZ. Dimensionamiento de las ventosas. [En línea] 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/ventosas-de-vacio/dimensionamiento-de-las-ventosas/>.

SCHAMALZ. Sistema de vacio y sus componentes. [En línea] 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/procedimiento-para-dimensionar-un-sistema/fuerza-de-retencion-teorica-de-una-ventosa/>.

SCHMALZ. El sistema de vacío y sus componentes. [En línea] 2016. [Consulta: 10 enero 2017.] Disponible en:<https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/generadores-de-vacio/>.

SIEMENS. Compact Switch Module. [En línea] 2017. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:https://cache.industry.siemens.com/dl/files/313/36087313/att_74878/v1/BA_S7-1200-CSM1277_78.pdf.

SIEMENS. Industrial Communication. [En línea] 2017. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/industrial-remote-communication/telecontrol/telecontrol-basic/central/pages/default.aspx>.

SIEMENS. Industrial Remote Communication Telecontrol. [En línea] 07 de 2013. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:https://cache.industry.siemens.com/dl/files/745/50898745/att_70003/v1/BA_TCS-BASIC_78.pdf.

SIEMENS. La ingeniería de la Automatización Industrial. [En línea] 15 de 01 de 2017. [Consulta: 17 enero 2017.] Disponible en:<http://www.cwv.com.ve/siemens-tia-portal-redefine-la-ingenieria-en-la-automatizacion-industrial/>.

SIEMENS. Mecatrónica manual sinamics G110. [En línea] 04 de 2005. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:http://www.technical.cat/PDF/Siemens/MECATRONICA/manual_sinamics_G110.pdf.

SIEMENS. software SIMATIC. [En línea] 1 de 10 de 2016. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/tia-portal/pages/tiaportal.aspx>.

STREAMTEK. Mydirectindustry. [En línea] 2017. [Consulta: 28 enero 2017.] Disponible en:<http://www.directindustry.es/prod/streamtek-corp/product-56957-443350.html>.