



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN
TELECOMUNICACIONES**

TESIS

Diseño de un sistema automatizado de una máquina de
repujado de aluminio monitoreado a distancia

PRESENTADO POR

Rosas Medina, Edwin Lester

ASESOR

Lara Herrera, Juan Francisco

Los Olivos, 2020

DEDICATORIA

A mi adorada familia, mis queridos padres, hermanos y todos los seres que siempre me apoyaron incondicionalmente día a día y ser mi inspiración y motivo para salir adelante con mis metas y objetivos de superación.

AGRADECIMIENTO

- Agradecimiento muy especial, a mi asesor por dar su valioso tiempo, para guiarme y concluir con los objetivos propuestos en la investigación.
- Un infinito agradecimiento, a los docentes de la universidad, que de una manera muy desinteresada me brindaron sus valiosos conocimientos y hacer realidad los objetivos de estudio.
- Agradecimiento especial, al gerente de la empresa MEGAL SAC. Por brindarme, la confianza para tomar como materia de estudio sus ambientes y equipos involucrados en la investigación.

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación consiste en diseñar un sistema automatizado específicamente para una máquina de repujado, garantizada que pueda realizar con mayor eficiencia el proceso de fabricación de ollas de aluminio en la empresa MEGAL SAC, este sistema busca optimizar el proceso, empleando menor tiempo y mayor producción, la cual generará más beneficios para la empresa, así mismo cuenta con el diseño de un sistema de monitoreo a distancia cuando sea necesario verificar el proceso de producción, para que pueda ser monitoreada desde cualquier punto hacia la central de control. Para ello se implementará el software adecuado a cada equipo con el fin de controlar la máquina de repujado así mismo para el monitoreo respectivo. Con un buen sistema de automatización mediante PLC se pretende que la empresa incremente su producción con menor interacción de la mano del hombre, este sistema será muy eficiente y de fácil manejo porque puede ser monitoreado a distancia el proceso a través de un computador o HDMI esto permitirá desarrollar el proceso sin interrupciones, la cual generará mayor producción y ganancias para la empresa.

Palabras claves: Sistema automatizado, máquina de repujado, ollas de aluminio.

ABSTRACT

The following research work consists of designing an automated system specifically for an embossing machine, guaranteed to be able to carry out the aluminum pot manufacturing process more efficiently in the company MEGAL SAC, this system seeks to optimize the process, using less time and greater production, which will generate more benefits for the company, also has the design of a remote monitoring system when it is necessary to verify the production process, so that it can be monitored from any point to the control center. For this, the appropriate software will be implemented for each equipment in order to control the embossing machine as well for the respective monitoring. With a good automation system through PLC it is intended that the company increase its production with less human interaction, this system will be very efficient and easy to use because the process can be monitored remotely through a computer or HDMI. It will allow the process to develop without interruptions, which will generate greater production and profits for the company.

Keywords: Automated system, embossing machine, aluminum pots.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.1.1. Planteamiento y descripción del problema	4
1.1.2. Formulación del problema general	4
1.1.3. Formulación de los problemas específicos	4
1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3.1. Justificación técnica	6
1.3.2. Justificación económica	6
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.4.1. Alcances	7
1.4.2. Limitaciones	7
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES	10
2.1.1. Antecedentes internacionales	10
2.1.2. Antecedentes nacionales	12
2.1. MARCO TEÓRICO	14
2.1.1. Sistema Automatizado	14
2.2.2. Máquina de repujado de aluminio	16
2.2.3. Proceso de repujado	18
2.2.4. Controlador Lógico Programable (PLC)	20
2.2.5. LabVIEW	23
2.2.6. Monitoreo y control de datos	25
2.2.7. Supervisión mediante sistema GPRS	26
2.2.8. Características del sistema	27
2.2.9. Tipos de comunicación	29
2.3. MARCO METODOLÓGICO	32
2.3.2. Tipo de investigación	32
2.3.3. Metodología de investigación	33
2.4. MARCO LEGAL	34
2.4.2. Leyes y decretos supremo	34

2.5.	DIAGRAMA DE BLOQUES	34
2.5.2.	Etapa de alimentación.....	35
2.5.3.	Etapa de procesamiento	35
2.5.4.	Etapa de monitoreo	35
2.5.5.	Etapa encargada de realimentar el sistema	36
2.5.6.	Etapa encargada del control.....	36
	CAPÍTULO III: DESARROLLO	37
3.1.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.....	38
3.1.1.	Información general de la empresa.....	38
3.1.2.	Ubicación geográfica de la empresa	38
3.1.4.	Análisis del diagnóstico estratégico	40
3.1.5.	Situación actual de la máquina de repujado	40
3.1.6.	Labor del operario en el proceso de repujado	43
3.2.	DEFINIR LOS EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.....	44
3.2.1.	Requerimientos técnicos de la máquina de repujado.....	44
3.2.2.	Elementos para el diseño de la máquina a automatizar	45
3.2.3.	Etapa de control	52
3.2.4.	Etapa de comunicación.....	62
3.3.	DISEÑAR LA ARQUITECTURA DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE LA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO, EN LA EMPRESA MEGAL SAC.....	63
3.3.1.	Descripción del diseño y funcionamiento de la máquina de repujado	63
3.3.2.	Diseño mecánico y estructural de la máquina de repujado.....	66
3.3.3.	Diseño del espacio y ubicación de la máquina	67
3.3.4.	Diseño del mecanismo funcional de la máquina.....	68
3.3.5.	Diseño del sistema eléctrico o de potencia.....	70
3.3.6.	Diseño de circuito de control o de potencia	72
3.4.	DISEÑAR LA PROGRAMACIÓN PARA DETERMINAR LAS ETAPAS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE UNA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.	73
3.4.1.	Sistema de alimentación	73
3.4.2.	Entradas y salidas del CPU.....	73
3.4.3.	Descripción de entradas y salidas digitales	74
3.4.4.	Conexiones de entradas y salidas analógicas	75
3.4.5.	Desarrollo del programa de control	76
3.4.6.	Montaje del prototipo de simulación.....	88

3.5.	DISEÑAR EL SISTEMA DE MONITOREAR A DISTANCIA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE UNA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.....	88
3.5.1.	Software de monitoreo LabVIEW- OPC SERVER	89
3.5.2.	Desarrollo de la supervisión inalámbrica en la red GPRS	94
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO		99
4.1.	ANÁLISIS DE COSTO	100
4.1.1.	Recursos humanos	100
4.1.2.	Recursos de hardware	101
4.1.3.	Recursos de software	102
4.2.	ANÁLISIS DE BENEFICIO	103
4.2.1.	Beneficios tangibles	103
4.2.2.	Beneficios intangibles	104
4.2.3.	Análisis de costo y beneficio	104
4.3.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	105
4.3.1.	Desarrollo del flujo de caja	105
4.3.2.	Análisis del VAN	105
4.3.3.	Análisis del TIR.....	106
CONCLUSIONES.....		107
RECOMENDACIONES.....		108
GLOSARIO.....		109
REFERENCIAS.....		110
ANEXOS		112

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Estructura de un sistema automatizado HMI.....	15
Figura 02: Torno de repujado manual.....	17
Figura 03: El PLC y su composición física, marca Siemens Simatic S7 1200.....	21
Figura 04: Esquema de adquisición de datos en LabVIEW.....	24
Figura 05: Sistema de control en LabVIEW.....	25
Figura 06: Fuente de adquisición de datos de control y monitoreo.....	25
Figura 07: Red de adquisición de datos de control y monitoreo.....	26
Figura 08: Esquema del diagrama de bloques.....	34
Figura 09: Localización geográfica de la empresa MEGAL SAC.....	39
Figura 10: Imagen panorámica de la empresa MEGAL SAC.....	39
Figura 11: Imagen de la máquina de repujado de la empresa MEGAL SAC.....	41
Figura 12: Imagen del torno con su molde y taco antes la empresa MEGAL SAC.....	41
Figura 13: Imagen del cabezal y molde número 60 en la empresa MEGAL SAC.....	42
Figura 14: Imagen de la parte del carro del torno enfocando el taco número 60 MEGAL SAC.....	42
Figura 15: Trabajo de repujado en el interior de la empresa MEGAL SAC.....	43
Figura 16: Presencia de 2 operarios en el trabajo de repujado.....	44
Figura 17: Imagen del motor 1 DELCROSA 10 HP.....	46
Figura 18: Imagen del motor 2 siemens 5 HP.....	47
Figura 19: Imagen del contactor.....	48
Figura 20: Interruptor termomagnético.....	49
Figura 21: Imagen del circuito eléctrico.....	50
Figura 22: Imagen del compresor.....	51
Figura 23: Cilindro actuador neumático.....	52
Figura 24: PLC físico de la marca siemens S7-1200.....	53
Figura 25: Fuente de alimentación SITP.....	57
Figura 26: Imagen del HMI siemens.....	59
Figura 27: Imagen de la plataforma de TIA portal.....	60
Figura 28: Diseño del sistema lazo cerrado.....	61
Figura 29: Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento.....	64
Figura 30: Diagrama de flujo de la segunda etapa.....	65
Figura 31: Esquema de la estructura de la maquina.....	66
Figura 32: Esquema de ubicación de la maquina en el área que ocupa.....	67
Figura 33: Esquema de ubicación de la maquina en el área que ocupa.....	68
Figura 34: Diseño del sistema de potencia en CADE_SIMU.....	71
Figura 35: Instalación eléctrica de un motor trifásico. Autocom Master (2019).....	72
Figura 36: Diseño del sistema de control.....	72
Figura 37: Desarrollo de programa de control.....	77
Figura 38: Desarrollo de la segunda etapa del programa de control.....	78
Figura 39: Selección y configuración del CPU.....	79
Figura 40: Configuración del módulo de entrada analógica.....	79
Figura 41: Captura de la selección del SIGNAL BOARD.....	80
Figura 42: Configuración del módulo de comunicación.....	81
Figura 43: Arreglo de la conexión del elemento radiante.....	81
Figura 44: Interfaz de interrupción cíclica.....	83
Figura 45: Configuración GPRS.....	83

Figura 46: Configuración del bloque TC_SEND.....	84
Figura 47: Configuración de la lista de variables	85
Figura 48: Panel de configuración del HMI	85
Figura 49: Panel de acceso	86
Figura 50: Configuración de del dispensador de discos de aluminio.....	86
Figura 51: Diagrama de planta máquina de repujado	87
Figura 52: Panel de arranque del sistema	87
Figura 53: Creación de la plataforma virtual de la máquina de repujado.....	90
Figura 54: Creación de la planta virtual de la máquina de repujado	91
Figura 55: Creación del proyecto OPC SERVER.....	91
Figura 56: Creación del diagrama de bloques	92
Figura 57: Configuración de entradas y salidas	92
Figura 58: Sistema controlado remotamente	93
Figura 59: Apertura del enlace servidor- cliente	93
Figura 60: Selección de módulo CP 1242-7	94
Figura 61: Ventana de configuración del CP1242-7.....	95
Figura 62: Configuración de los números de abonado	95
Figura 63: Configuración de envió de texto	96
Figura 64: Configuración de bloque TC_SEND.....	97
Figura 65: Opción de consultas de saldo en el HMI.....	97
Figura 66: Configuración de recepción de mensaje de texto	98
Figura 67: Modelos de máquina de repujado	104

LISTA DE TABLAS

Tabla 01: Valores y parámetros de la maquina en automatización.....	45
Tabla 02: Especificaciones técnicas del MOTOR 1.....	46
Tabla 03: Especificaciones técnicas del motor 2 siemens 5 HP Trifásico.....	47
Tabla 04: Especificaciones técnicas de los contactares.....	48
Tabla 05: Requerimientos técnicos del interruptor termo magnético.....	49
Tabla 06: Requerimiento eléctrico para el funcionamiento del motor.....	50
Tabla 07: Especificaciones eléctricas.....	51
Tabla 08: Especificaciones técnicas del compresor.....	51
Tabla 09: Características técnicas del neumático.....	52
Tabla 10: Especificaciones técnicas del PLC siemens simatic s7-1200.....	53
Tabla 11: Especificaciones técnicas del CPU.....	54
Tabla 12: Datos técnicos de la fuente de alimentación SITOP.....	56
Tabla 13: Especificaciones técnicas de señales ANALOGO/DIGITAL.....	58
Tabla 14: Especificaciones técnicas del HMI.....	59
Tabla 15: Especificaciones técnicas del software <i>TIA PORTAL</i>	60
Tabla 16: Especificaciones técnicas de la antena de telefonía móvil.....	62
Tabla 17: Entradas digitales.....	74
Tabla 18: Salidas digitales.....	75
Tabla 19: Entradas y salidas analógicas.....	76
Tabla 20: Recursos humanos necesarios para el sistema.....	100
Tabla 21: Costos de materiales y equipos.....	101
Tabla 22: Desarrollo de software.....	102
Tabla 23: Costo previsto de inversión.....	103
Tabla 24: Ingreso por venta del equipo.....	103
Tabla 25: Flujo de caja.....	105

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas y la industria siempre ha tenido la necesidad de generar mayor producción y mejores ganancias. En pleno siglo XXI, donde la industria y la tecnología ha logrado alcanzar sus mayores logros, se encuentra en todo campo, en toda área y cada día buscando mejorar su desarrollo y aplicación con una mayor eficiencia y calidad.

En el proceso histórico de las empresas e industrias. En el Perú así también como en el mundo, siempre estuvo presente la producción manufacturera de forma mecánica a gran dimensión, hasta la actualidad algunos factores como el desconocimiento de la tecnología aplicada a la industria, permite muy poco desarrollar tecnologías en el sector industrial, por un elevado costo, ha generado que la producción metalmecánica siga siendo muy remota.

Actualmente, la automatización industrial se ha convertido en la principal demanda requerida por la industria peruana, hace aproximadamente 40 años, se va abordando diversos aspectos por parte de la ingeniería.

En el año 2017 el 27 y 28 de octubre, en La cumbre peruana de la mecatrónica, automatización y robótica, desarrollado en Lima, se dio a conocer que en el mundo avanza hacia la industria 4.0, denominado como la cuarta revolución industrial, así mismo la evolución tecnológica de los sistemas de automatización cada vez es más modernos y sofisticados; desplazando de esta manera a la obsolescencia en la productividad industrial.

El capítulo I, comprende el planteamiento y formulación del problema de investigación, la formulación del problema general, los problemas; formulación del objetivo general y objetivos específicos que serán la base para lograr desarrollar la investigación, también comprende la justificación técnica y económica que requiere dentro del marco de la investigación, finalmente se expone los alcances y limitaciones encontrados dentro del proceso de la investigación.

El capítulo II, conforma el fundamento teórico, que está compuesto por los, antecedentes internacionales y nacionales, el marco teórico y los subtemas referenciados a la investigación, también lo conforma este capítulo el marco

metodológico con sus subtemas; el tipo de investigación y el método de investigación que se va emplear dentro de la investigación, otro tema que se encuentra en este capítulo es el marco legal, finalmente el diagrama de bloques del sistema de control y automatización.

El capítulo III está compuesto por el desarrollo de los cinco objetivos específicos, planteados para el desarrollo del proyecto de investigación, que serán desarrollados con las evidencias necesarias y los parámetros requerido y modelando matemáticamente.

El capítulo IV, está conformado por el análisis del costo y beneficio explicado de manera puntual, empleando las fórmulas y tablas necesarias para demostrar ordenadamente los costos y el beneficio que genera la investigación, también es parte de este capítulo las conclusiones, recomendaciones, glosario de términos, referencias bibliográficas y los respectivos anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Planteamiento y descripción del problema

En la empresa MEGAL SAC, no se encontró ningún sistema automatizado para los diferentes procesos que se realiza en la fabricación de ollas de aluminio mediante el uso de la máquina de repujado manual, la fabricación se realiza de manera mecánica con la intervención de un operario, a más, en la cual se presentan uno de los mayores problemas que es la pérdida de tiempo en la fabricación de cada pieza que se requiere fabricar porque el operario regula el torno a cada momento para cada paso de manera manual estos espacios de tiempo genera retraso en la producción, la cual indica pérdida económica para la empresa.

Ante tal problemática se plantea brindar una solución para mejorar la producción, mediante un sistema automatizado de una moderna máquina de repujado de aluminio, aplicando un sofisticado controlador lógico programable, al mismo tiempo monitorear el proceso a distancia, con esto se requiere que la acción de la mano del hombre sea la más mínima en los trabajos dentro la producción.

1.1.2. Formulación del problema general

¿Cómo automatizar una máquina de repujado de aluminio que pueda ser monitoreado a distancia, dentro de la empresa MEGAL SAC?

1.1.3. Formulación de los problemas específicos

P.E.1: ¿Cuál es la situación actual de la máquina de repujado de aluminio en la empresa MEGAL SAC?

P.E.2: ¿Cuáles son los equipos y requerimientos técnicos para el diseño del sistema automatizado de una máquina de repujado de aluminio en la empresa MEGAL SAC?

P.E.3: ¿Cuál es la arquitectura de las etapas del sistema automatizado de la máquina de repujado de aluminio para la fabricación de ollas de aluminio en la empresa MEGAL SAC?

P.E.4: ¿Cómo realizar la programación para determinar las etapas del sistema automatizado de una máquina de repujado de aluminio en la empresa MEGAL SAC?

P.E.5: ¿Cuál será el sistema de comunicación más adecuado que permita monitorear a distancia las etapas del sistema automatizado de la máquina de repujado?

1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

Automatizar una máquina de repujado de aluminio para optimizar el proceso de fabricación de ollas, monitoreado a distancia, en la empresa MEGAL SAC.

1.2.2. Objetivos específicos

O.E.1: Analizar la situación actual de la máquina de repujado de aluminio en la empresa MEGAL SAC.

O.E.2: Determinar los equipos y requerimientos técnicas del diseño de la máquina de repujado de aluminio en la empresa MEGAL SAC.

O.E.3: Reconocer la arquitectura de las etapas del sistema automatizado de la máquina de repujado de aluminio para la fabricación de ollas la empresa MEGAL SAC.

O.E.4: Realizar la programación para determinar las etapas del sistema automatizado de una máquina de repujado de aluminio en la empresa MEGAL SAC.

O.E.5: Diseñar el sistema de monitorear a distancia del sistema automatizado de una máquina de repujado de aluminio en la empresa MEGAL SAC.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación técnica

La industria manufacturera por su afán de optimizar los procesos industriales, mediante la automatización con los PLCs, en la empresa se busca el método más robusto para automatizar una máquina de repujado para realizar la fabricación de ollas empleando como materia prima el aluminio, con ayuda de la nueva tecnología se requiere minimizar la intervención de la mano del hombre y sea más eficaz, cuyo sistema requiere de diseño y programación que permita establecer el control adecuado para cada proceso que realice la máquina, de esta manera incrementar la producción en la fabricación de ollas de aluminio, en la empresa MEGAL SAC, aplicando la tecnología actual y de fácil manejo para los usuarios.

1.3.2. Justificación económica

Actualmente, los equipos para la fabricación de ollas de aluminio tienden a malograrse continuamente; por no tener un control adecuado debido a varios factores como: mal manejo de los usuarios, mantenimiento preventivo incorrectos: todo esto genera una pérdida dentro de la empresa que a la larga por falta de presupuesto el equipo queda en estado de inoperatividad, la finalidad de este proyecto de investigación es buscar mejorar la

producción y aumentar las ganancias para la empresa MEGAL SAC.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Alcances

- El proyecto desarrollado consiste netamente en implementar un diseño para el sistema automatizado mediante PLC para una máquina de repujado de aluminio, que al mismo tiempo podrá ser monitoreada remotamente; esto permitirá censar el proceso la producción en la fabricación de ollas de aluminio en la empresa, MEGAL SAC. manteniendo los estándares de calidad y garantizando el máximo rendimiento.
- La comunicación a través el servicio general de paquetes vía radio (GPRS) que permite establecer un tipo de conectividad mediante la mensajería de texto es considerado como una etapa que conforma el proceso de automatización.
- El protocolo TCI/IP; por ser un protocolo de carácter universal, responde las condiciones necesarias para establecer la comunicación por red mediante la programación del software seleccionado LabVIEW.

1.4.2. Limitaciones

- Restricción en la empresa para el acceso a información del sistema a estudiar, por ser de índole industrial.
- Sistema industrial a automatizar con actividad de producción permanente, sin paradas para insertar y/o probar dispositivos o elementos ajenos.

- La implementación por tener un costo muy elevado de los componentes; sin embargo, el diseño será comprobado mediante la simulación de las etapas del sistema automatizado.
- Se encontró con el elevado costo de los componentes para implementar la demostración el diseño, debido a esto se realizará solo en la empresa, por las dificultades económica.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

A través del tiempo, los seres humanos han buscado sobrevivir, gracias al desarrollo de su inteligencia, la cual ha permitido crear máquinas rudimentarias, mejorándolas a medida como va generando nuevos conocimientos; actualmente, los sistemas de automatización ha logrado convertirse en una de las alternativas de solución en reemplazo de la mano del hombre, brindando una mejor calidad y cantidad en la producción, haciendo uso de los PLCs o CNC.

Los sistemas automatizados desde su aparición ha venido evolucionando considerablemente en el tiempo, revisando algunas investigaciones realizadas a nivel del Perú y otros países aledaños, se pudo conocer estudios anteriores que servirán como base para el desarrollo del proyecto; se detalla a continuación.

2.1.1. Antecedentes internacionales

- A. Según Rendón y Palacio (2009) en su tesis denominada **Repujadora automática de lámina de torno (*spinning process*)**. De la universidad EAFIT Medellín (Colombia), de la tesis se extrae que el sector industrial en Colombia se dedica al repujado del aluminio en láminas en forma de disco para embutir a tornos poseen un sistema de repujado netamente artesanal, la investigación se realiza con el fin de diseñar y acoplar mecanismos estrictamente necesarios para desarrollar el proceso de fabricación de ollas de aluminio mediante el repujado automático y los mecanismos de movimiento y posicionamiento en un plano, para reproducir diversas trayectorias de acuerdo la forma que se desea realizar el repujado, en una máquina de repujado artesanal existente en el campo de estudio. En el trabajo se aprecia que el diseño permite moldear pequeñas piezas geométricas de metales, también como realizar la configuración de un torno de repujado en forma horizontalmente o verticalmente lo más importante las

herramientas necesarias para el proceso de repujado, el diseño se desarrolla mediante control numérico computarizado (CNC), muestra las ventajas de un sistema automatizado y el impacto que producen sobre el desarrollo de la industria, también se enfoca en los parámetros que se emplea dentro del proceso de automatización.

- B.** El siguiente trabajo de investigación conforme a Pacheco (2015), en su tesis. **Automatización de un proceso industrial mediante autómatas.** De la escuela politécnica de Alcoy (España), Facultad de Ingeniería Eléctrica, por el título de Ingeniero Eléctrico. De esta investigación se extrae que tuvo como fin principal la automatización del proceso industrial mediante el uso de un módulo PLC Siemens S7- 1214 AC/DC/RLY, describe el sistema a desarrollar, los equipos a instalar y el funcionamiento de cada uno de ellos, el uso de equipos de diálogo hombre – máquina, para controlar y vigilar continuamente, facilitando el trabajo de mantenimiento de la planta además se logró ahorrar un porcentaje favorable en energía. El trabajo de investigación presenta algunos interesantes avances para la programación de esta manera genera un interesante aporte en la parte de la programación en del software de siemens **TIA PORTAL** con la programación (LADER) y todos los dispositivos electrónicos que componen para poner en marcha un sistema automatizado, porque el contenido muestra un desarrollo muy detallado de la configuración de cada uno de los dispositivos intervienen en el sistema.
- C.** En el trabajo de investigación según Ruiz (2011), en su tesis. **Reconversión del sistema de control de un torno basado en control numérico.** Presentado a la facultad de Ingeniería Mecánica, de la Universidad EAFIT (Colombia), para obtener el título de ingeniero mecánico, este trabajo de investigación, desarrolla un sistema de movimiento basado en PC, que

consiste en seleccionar los componentes adecuados de acuerdo a una estructura que indica la secuencia por donde viajan los flujos de información materia y energía, que se ajustan al trabajo mecánico, también se enfoca en el diseño de la parte del sistema mecánico y de control de un torno paralelo mediante un control numérico computarizado (CNC), con su propio diseño matemático bien definido para la fabricación y controlar el movimiento de la máquina.

Esta investigación propone el diseño de la parte mecánica y el control de movimiento para máquinas, el contenido está basado en la parte mecánica de un torno ya existente.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- A.** Según Flores (2012) en su tesis titulada. **Proyecto de instalación de una planta de fabricación de ollas repujadas de aluminio en la región Puno.** De la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. En este trabajo de investigación, manifiesta como fabricar las de ollas de aluminio a través del proceso de repujado, mediante la recolección de chatarra de ollas y alambres de aluminio para ser fundido y laminado en discos o chapas con sus propiedades adecuadas y luego pasar por todos los pasos del proceso de repujado artesanal, hasta obtener el producto final y poner al mercado. Este trabajo proporciona los diversos procesos que pasa las ollas de aluminio, para llegar a un producto final para ser insertado al mercado, esta investigación proporciona mínima información para la efectividad de la investigación, para ayudarnos a determinar la parte mecánica, porque hace uso de tornos de repujado manual existentes en el mercado peruano, del modelo que se requiere automatizar dentro del proyecto de investigación.

- B.** De acuerdo con Camayo (2011), tesis de grado. **Efectos de la automatización industrial en las relaciones laborales de las empresas manufactureras de la región callao en el año 2011, mediante el sistema de gestión de calidad ISO 9000.** De la Universidad Nacional del Callao, Lima- Perú, de la investigación se concluye que la gestión de calidad se debe priorizar, para garantizar la calidad de los productos, la automatización industrial repercute en las empresas de mano con la normativa ISO 9000 que van a garantizar la buena gestión de calidad que debe presentar los productos ya sea para la venta, o para la importación y exportación. El trabajo de investigación tiene mínimo contenido que aporta para el desarrollo del trabajo de investigación en la parte de gestión de calidad en la automatización del proceso y en la política de automatización acorde con la normativa a nivel del mundo.
- C.** Conforme a Rodríguez (2014), en la tesis. **Diseño mecánico de alimentador de barras cortas para torno de control numérico.** De la Pontificia Universidad Católica del Perú, de este estudio se extrae, los parámetros más importantes para diseñar una máquina de repujado basándonos, el software con el que funcione la máquina y los parámetros específicos para su diseño, la determinación de los principios tecnológicos aplicables, también los principios de funcionamiento, los datos de la parte técnica y el mecanismo de sus funciones hasta alcanzar finalmente con su estructura, también sobre el diseño la parte mecánica completa del alimentador de barras cortas de un torno mediante CNC para la fabricación de piezas torneadas para diferentes usos. De esta investigación se tomará algunos, datos como simbología y unidades de los parámetros para diseño de la parte mecánica de un alimentador que se usará para diseñar un alimentador tipo disco de aluminio para lograr alimentar las piezas de aluminio a un torno de repujado automático.

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Sistema Automatizado

A todo aquel sistema al que se entrega tareas de productividad se denomina sistema automatizado, el hombre interviene muy poco en el trabajo, lo realiza con la ayuda de elementos tecnológicos que permiten monitorear y manipular el proceso desde un computador. Actualmente, para conseguir la automatización de un sistema, se utilizan diversos medios entre ellos tenemos al controlador lógico programable (PLC); que se encuentra en el mercado en las diferentes marcas y modelos, (Bustamante, 2016). Un sistema automatizado está conformado por dos partes principales que son los siguientes:

a. Parte operativa

Comprende la parte física del sistema, así como aquellos dispositivos electrónicos, que permiten a la máquina de repujado lograr su accionamiento y poder realizar una operación determinada, entre ellos tenemos como los accionadores de la máquina, los motores, los manorreductores, y los captadores, sensores que indican una señal al finalizar la carrera (Rendón, 2009).

b. Parte de mando

Está conformado por la parte electrónica y por la tecnología programada. Constituye el centro del sistema automatizado, y posee elementos como los autómatas programables, los cuales deben tener la capacidad de conectarse con todos los miembros del sistema automatizado (Meza, 2017).

c. Automatizados Eléctricos

Los automatizados eléctricos, está conformado todos los elementos y factores asociados que funcionan mediante la

transmisión de señales eléctricas, por ejemplo: un vídeo, un haz de luz, entre otros. (Meza, 2017).

d. Automatizados Hidráulicos

Estos sistemas automatizados lo conforman los mecanismos y elementos que son transmitidos a base de la presión de líquidos especiales para poder realizar un determinado trabajo; por ejemplo, un conjunto de grúas. (Cortizo, 2010).

e. Automatizados Neumáticos

Son los tipos de automatizados que ejercen una acción de movimiento a través de la presión del aire que es comprimido en su estructura (Blagojević, Randelović, Nikolić, & Dudić, 2019). Por lo general, en la mayoría de las máquinas que se automatizan se emplea una combinación de hardware y software que permiten la intervención de diversas máquinas por un fin específico, generando gran factibilidad a los autómatas de programación, que nos permitan estructurar una infinidad de equipos con sistemas robotizados y equipos informáticos de alta complejidad (Cortizo, 2010); la siguiente (figura 01) muestra una demostración esquemática, que presenta el interfaz del sistema automatizado que es monitoreado mediante la actividad encargada al HMI.



Figura 01: estructura de un sistema automatizado HMI

Fuente: www.interempresas.net

2.2.2. Máquina de repujado de aluminio.

Se denomina máquina de repujado a todo el conjunto herramienta que nos permite dar forma cilíndrica a ciertas piezas de aluminio geoméricamente. Una parte de la máquina de repujado funciona haciendo girar una pieza de aluminio con la transmisión de un motor mediante fajas, para revolucionar a la pieza montada en un molde mientras que otras herramientas se encargan del forzado con un movimiento afinado muy exacto rosa la superficie de la pieza de aluminio, como otra herramienta se encarga del cortado de la parte sobrante del metal. (Rendón, 2009).

Se considera en su estructura algunas partes principales que son las siguientes:

a. Bancada

Es la base principal de apoyo de la máquina, es de fierro solido fundido en una sola pieza, pesado para sostener en la parte superior a las demás partes. (Rendón, 2009).

b. Cabezal

Lo conforman los elementos encargados del movimiento y transmisión del motor lleva anclado el eje principal de giro. (Rendón, 2009).

c. Carro principal

Es la parte fundamental que brinda el soporte al carro móvil y también al mismo tiempo sostiene al portaherramientas. Ejerce su movimiento sobre el tornillo denominado patrón. (Rendón, 2009).

d. Contrapunto

Se encuentra soportado en la bancada del torno cumple con el trabajo de asegurar la pieza a fabricar con mucha

precisión y exactitud para no dañar la producción. (Rendón, 2009).

e. Carro móvil

Es la parte movable, que se desplaza mediante un plano XZ de la máquina. (Rendón, 2009).

f. Portaherramientas

Parte de la máquina, que sirve como soporte de lo herramientas de corte para los diferentes procesos, buriles, pastillas, etc. (Rendón, 2009).

El proceso de repujado se realiza en tornos que son ubicados horizontalmente, el tamaño depende del número de olla que se quiere fabricar, considerando el diámetro y espesor del disco de aluminio que va ser repujado y que pueden hacer girar, que son aproximadamente discos de 6,4 mm, 1,8 m de diámetro.

En el mercado se puede encontrar, tornos gigantes que permite repujar discos de 4.9 m de diámetro. Estos deben contar con los equipamientos de control de las variables de velocidad para efectuar cambios inmediatos que puede hacer el operario. (Rendón, 2009), en la figura 2 se observa una máquina de repujado instalada en la empresa antes mencionada.

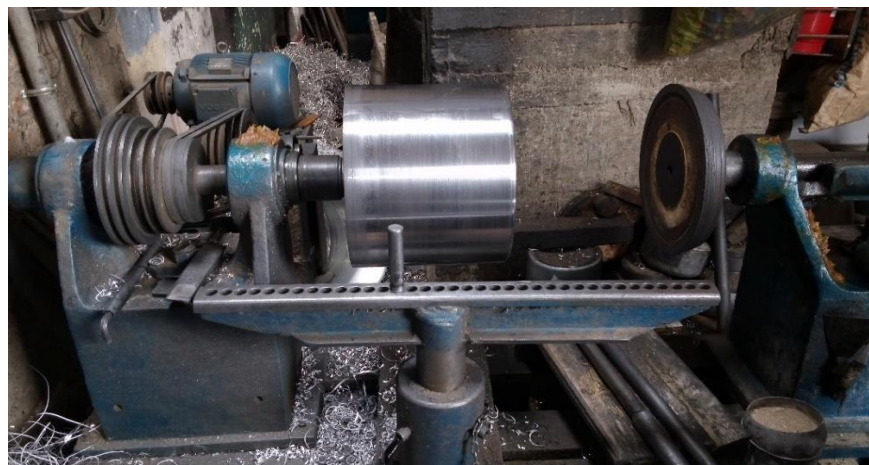


Figura 02: torno de repujado manual

Fuente: empresa MEGAL SAC

2.2.3. Proceso de repujado

El proceso de repujado viene a ser la adquisición de cilindros geométricos a partir de una lámina de aluminio en forma de disco son obtenidos como producto de la fuerza de rotación que produce un motor y tramite a una máquina de repujado mediante fajas de transmisión, con el apoyo de una fuerza externa que ayuda a forzar el material en proceso, este trabajo se puede desarrollar de dos maneras puntuales, de manera mecánica o manual, también de manera automática con el uso de los autómatas programables (Sawant, Ho, & Pfafferott, 2020).

a. Repujado manual

Esta actividad se realiza teniendo como herramienta principal el torno mecánico que se ejecuta con la intervención de un operario que se encarga de presionar una herramienta, en contra de la lámina circular del aluminio colocado en el molde del torno que gira por actividad del cabezal para dar forma específica de acuerdo a las dimensiones que se desea fabricar, con algunos dispositivos mecánicos se logra incrementar la fuerza que se aplica sobre la lámina de aluminio, el repujado manual se aplica al aluminio en frío, se puede calentar en algunas circunstancias con el fin de aumentar el grado de ductilidad de las piezas extremadamente gruesas para disminuir el esfuerzo en el trabajo y obtener un buen producto con un acabado perfecto (Rendón, 2009).

b. Ventajas del repujado manual

La ventaja principal es que se puede repujar de manera manual, es una alternativa de competir frente a otra industria de mayor jerarquía, los equipamientos y herramientas se encuentra en el mercado a un costo

accesible. Se puede maniobrar tal como desea el operario y el usuario se diseña piezas con una mínima inversión (Budynas & Nisbett, 2008).

c. Desventajas del repujado manual

El repujado manual tiene sus desventajas. Porque necesita operarios con una amplia experiencia en el proceso, requiere de un gran esfuerzo por parte del operario, los operarios se encuentran expuestos a la contaminación por el polvo del aluminio y el desgaste de otros metales por ser un proceso mecánico con maniobras manuales no es muy eficiente para grandes industrias solo se emplea para pequeños lotes de producción. (Rendón, 2009).

d. Equipo para repujado manual

El equipo necesario para el repujado manual es el torno y toda su gran cantidad de componentes el molde principal el carro, el cabezal todas estas están montadas sobre la bancada del torno balanceo. (Rendón, 2009).

e. Herramientas para repujado manual

Las principales herramientas que lo conforman son de acero aleado con carbono que son preparados por la industria de fierros para dar la forma el acabado y la calidad que se requiere para forzar el metal los más usados son los rodillos los plano y cuchillas que son para dar forma al metal que se desea repujar (Rendón, 2009).

f. Velocidades

Las velocidades son máximas y mínimas de acuerdo al torque del motor y tal como lo desea el operario es el encargado de determinar el grado de velocidad para el

proceso, para ello entra a tallar la experiencia del operario tal como lo maneje el equipo, por ello, es que los equipos de velocidad tienen un controlador de velocidades (Mott, 2006).

g. Lubricantes

Para lubricar las herramientas y el metal se usa grasa común o jabón como también, se puede usar la cera por emergencias; es uno de los elementos que no debe faltar durante proceso de repujar, porque el rozamiento de metales requiere ser lubricado, la aplicación del material lubricante sobre la superficie que se va repujar al principio del proceso (Villamonte, 2018).

h. Repujado automático

El repujado automático es el proceso, por el cual se aplica componentes muy sofisticados de alta tecnología, para realizar el proceso. Esto requiere de un control automático, ya que en este método la lámina de metal se adelgaza intencionalmente por altas fuerzas de que emplea el mecanismo, lo metales que presentan en sus características gran ductilidad pueden ser repujados y procesados en tornos automáticos (Rendón, 2009).

2.2.4. Controlador Lógico Programable (PLC)

Es un dispositivo de estado sólido diseñado para controlar secuencialmente procesos en tiempo real en el ámbito industrial, para uso exclusivo en máquinas y procesos los cuales se pueden programar para cualquier aplicación específica. Por sus características, son ampliamente utilizadas para el control de procesos y máquinas, el controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas

tareas de automatización, gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones (Oldani, Aguirre, & Mancini, 2008).

La unidad de procesamiento incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, una vez cargado el programa en la unidad de procesamiento, esta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La unidad de procesamiento vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes, también tiene el puerto ETHERNET para comunicarse en la red PROFINET (Barreiro & Molina, 2015).

El módulo de comunicación está habilitado para una comunicación con la red RS485 o RS232. Tal como se observa en la (figura 03), se muestra la imagen estructural del PLC.

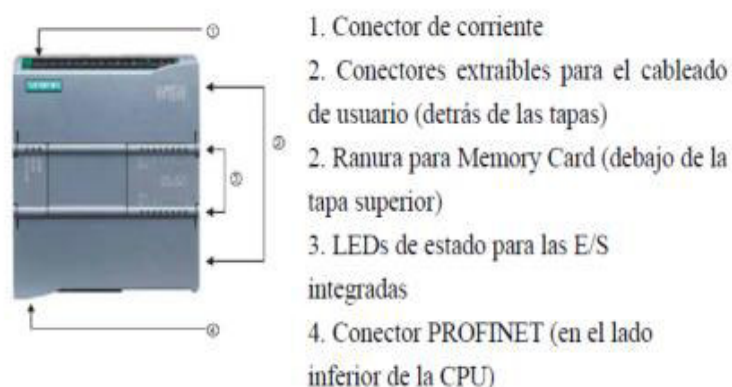


Figura 03: el PLC y su composición física, marca Siemens Simatic S7 1200

Fuente: (Pacheco, 2015)

A. Modo de Funcionamiento

El PLC es un componente electrónico, inteligente, capaz de ejecutar funciones secuenciales, e instrucciones correlativas, indicadas en el programa de usuario almacenado en la memoria del controlador, comandando órdenes o señales de mando a partir de cada señal de entrada leída desde un punto establecido en el sistema automatizado. (Oldani, Aguirre, & Mancini, 2008)

B. Ciclo de funcionamiento

El proceso de funcionamiento es de tipo secuencial y/o cíclico, porque la operación va unas tras otras, y se repiten de manera continua mientras el controlador siga en marcha. Tiene dos partes resaltantes que son los siguientes: (Oldani, Aguirre, & Mancini, 2008).

a. Proceso inicial

Para llegar al ciclo de operación el autómata, ejecuta una secuencia detallada de acciones, para iniciar el estado del programa y verificar el hardware, este trabajo permite comprobar el arranque adecuado y el funcionamiento correcto del sistema. (Oldani, Aguirre, & Mancini, 2008).

b. Ciclo de operación

En esta parte, el trabajo se subdivide tres grandes bloques que a continuación se detalla a continuación:

- **Proceso común**

Este bloque se desarrolla automáticamente las operaciones cíclicas y pruebas de conexión, para este proceso se protege el sistema contra los errores del hardware, sintaxis y gramática; entre ellos las conexiones, alimentación, batería,

memoria del programa. (Oldani, Aguirre, & Mancini, 2008).

- **Ejecución del programa**

Aquí se realiza la consulta el estado de las señales de entrada y las señales de salida, creando la orden demando que será ejecutado en un tiempo determinado. (Oldani, Aguirre, & Mancini, 2008).

- **Servicio a periféricos**

Este tercer y último bloque es únicamente atendido si hay pendiente algún intercambio con el exterior. En caso de haberlo, la CPU le dedica un tiempo limitado, de 1 a 2 ms, en atender el intercambio de datos. Si este tiempo no fuera suficiente, el servicio queda interrumpido hasta el siguiente ciclo. Tiempo de ejecución y control en tiempo real, el tiempo total que el controlador lógico programable (PLC) emplea para realizar un ciclo de operación se llama tiempo de ejecución de ciclo de operación o más sencillamente tiempo de ciclo "Scan time". Dicho tiempo depende de: el número de E/S involucradas. La longitud del programa usuario. El número y tipo de periféricos conectados al autómeta. Los tiempos totales de ciclos son entonces la suma de tiempos empleados en realizar las distintas operaciones. (Oldani, Aguirre, & Mancini, 2008)

2.2.5. LabVIEW

Que significa (Laboratorio Virtual Instrument Engineering Workbench), como indica el nombre es un software o un

laboratorio virtual e industrial, en donde vamos a realizar el montaje virtual de una planta real; definido muy detallado los mandos de control, para luego ser procesada y ejecutada como si fuera en un ámbito real, que nos va permitir censar todo el proceso que ocurre dentro del sistema automatizado. (Lajara & Pelegri, 2011).

A. Sistema de adquisición de datos

A continuación, se presenta el esquema general de una cadena cuya misión es la adquisición de datos. En este esquema general o algunas de sus variaciones lo encontramos en múltiples entornos de los que destacan dos de gran importancia que sería los siguientes: uno sería el proceso industrial y el otro será el de ensayos y test que denominamos de entorno de laboratorio. (Lajara & Pelegri, 2011).

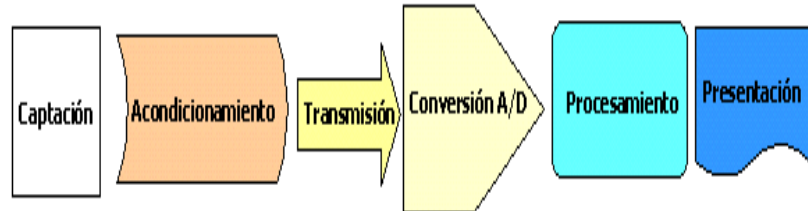


Figura 04: esquema de adquisición de datos en LabVIEW

Fuente: (Ignacio Moreno y Pedro Sánchez)

B. Entorno industrial

En los procesos industriales, están acondicionados los dispositivos encargados de suministrar la información (conjunto de sensores), al PLC; que al recibir la información emitirá el orden inmediato al actuador, para ejecutar el proceso que se pretende lograr. (Lázaro, 2005).

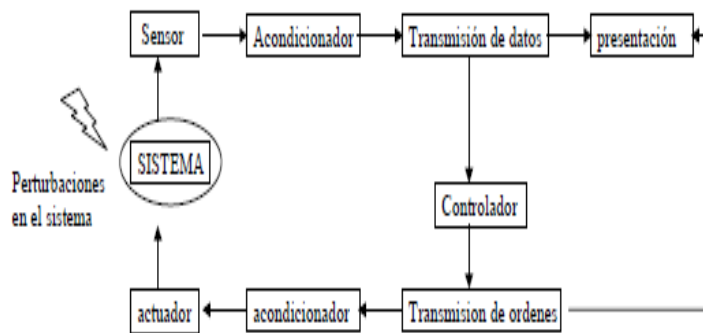


Figura 05: sistema de control en LabVIEW

Fuente: (Ignacio Moreno y Pedro Sánchez)

2.2.6. Monitoreo y control de datos

Trabajar con este sistema; por su gran demanda y operación se ha convertido en el tema de principal atención, porque se puede aplicar en cualquier campo de la necesidad humana.

Está compuesto básicamente por todos los sistemas computacionales, centrales, controladores, software y su algoritmo software gráfico y algoritmos, y la comunicación a través de redes y tarjetas de control. (Barreiro & Molina, 2015).



Figura 06: fuente de adquisición de datos de control y monitoreo

Fuente: [https://www. Google. Monitoreo y control de base de datos.](https://www.google.com)

2.2.7. Supervisión mediante sistema GPRS

El sistema GPRS (Servicio General de Paquetes por Radio, por lés) permite el envío y la recepción de información a los celulares dividiendo la información en paquetes, los cuales son transmitidos, reunificados y presentados en la pantalla del teléfono. El GPRS logra esto utilizando la tecnología de ranuras múltiples; la ventaja adicional es que solo tiene que pagar por el contenido que se baja de la red y no por todo el tiempo que se está conectado a ella. Por otra parte, al enviarse la información por paquetes de datos se deja disponible el canal de voz. A través de GPRS se puede enviar y recibir información (e-mails, imágenes, gráficas, etc.) utilizando el mismo equipo celular mediante el navegador WAP (Wireless Access Protocol) o utilizando el equipo celular como modem inalámbrico, controlado vía puerto infrarrojo, bluetooth o cable a una laptop, PDA u otros dispositivos. A diferencia de CSD y HCS, con GPRS se puede estar enviando información y simultáneamente contestar una llamada. (Villamonte, 2018).



Figura 07: red de adquisición de datos de control y monitoreo

Fuente: <https://www.google> supervisión mediante GPRS

2.2.8. Características del sistema

A. Sistema de conexión

Este tipo de comunicación no necesariamente se tiene que implementar el medio de transporte de datos, para cada usuario, porque el enlace de conexión se da cuando empieza el uso del canal. (Barreiro & Molina, 2015)

B. Conmutación de paquetes en GPRS

La unidad de transmisión se encarga de segmentar en paquetes de datos (PDUs), los mensajes que se tiene que enviar, y la unidad encargada de recibir lo transforma para obtener el mensaje inicial, los paquetes son transferido de nodo en nodo llevando la información, un PDU solo está vigente de manera temporal en los nodos hasta que sea enviado de nuevo, lo que genera un tiempo de retardo, por efecto del tráfico que se presenta. (Meza, 2017)

C. Flexibilidad para reservar los canales

Al ser compartido de forma muy dinámica en cada destino y usuario que será designado de acuerdo a la necesidad, si se tiene que transmitir los datos, no necesariamente se asigna un canal fijo a cada usuario, cuando se está transmitiendo datos. (Rodríguez, 2014)

D. Eficiencia para poder enviar SMS

Es muy eficiente enviar SMS, si está conectado a una red estándar de aplicación de datos, así como la más común dentro del protocolo TCP/IP que va permitir que se envíe los SMS sin ningún problema porque es el más adaptable

a los protocolos modernos. (Ajila Zaquinaula, Sánchez-Acosta, Pacheco-Reinoso, & Diéguez Almaguer, 2018)

E. Tipos y clase de direccionamiento

Se establece a través de la dirección IP, para que pueda ser designado la dirección de la red, existe una diversidad de redes que se identifica mediante su dirección única en la red, entre ellas tenemos: IP públicas; son las que se puede acceder de cualquier punto de internet, IP privadas; dirección que solo se puede acceder dentro de la misma red; si son direcciones asignadas tenemos: IP estática e IP dinámica. (Ajila Zaquinaula, Sánchez-Acosta, Pacheco-Reinoso, & Diéguez Almaguer, 2018)

F. Métodos de seguridad

Se puede tener una buena seguridad frente al error al transmitir un paquete cuando hay una codificación de canal por radio, es decir a través del método GPRS encryption algorithm (GEA), los algoritmos secretos están cifrados desde la unidad terminal hasta BTS. (Ajila Zaquinaula, Sánchez-Acosta, Pacheco-Reinoso, & Diéguez Almaguer, 2018)

G. Determinación de la clase de móviles

Los servicios por conmutación de paquetes, así como es GPRS, no garantiza al cliente GSM la factibilidad de disfrutar al mismo tiempo el servicio de voz y datos, porque puede generar dificultades en el servicio de GPRS. Con este propósito se definen tres clases de servicio según el terminal: (Rodríguez, 2014)

- a. Clase A: soporta de forma simultánea GPRS y GSM a todos los niveles (attach, servicios por paquetes y CS). (Rodríguez, 2014)

- b. Clase B: puede registrarse y activarse simultáneamente en GSM y GPRS, pero no soporta servicio simultáneo de paquetes/CS. Durante una llamada, la conexión GPRS se marca como “busy or held”. (Rodríguez, 2014)

- c. Clase C: solo se registra y soporta servicios GPRS o GSM de forma alternativa. Pueden ser MS solo para GPRS (Mobile Internet, juegos en red, chat) o que soporten GPRS y GSM conmutando manualmente cada servicio. (Rodríguez, 2014)

La opción que actualmente implementan la mayoría de los fabricantes de terminales es la Clase B, aunque la Clase A debería acabar por imponerse. La clase C queda relegada a un tipo muy especializado de terminales. (Rodríguez, 2014)

2.2.9. Tipos de comunicación

A. Red ethernet

Red ethernet hace referencia a la red de área local y a los dispositivos, equipos y protocolos bajo el estándar de la norma IEEE 802.3, que define el protocolo CSMA/CD. Ethernet basa su operación en el protocolo MAC CSMA/CD, en el que una estación con un paquete de datos listo para enviar retarda la transmisión hasta “sense” o verifique que el medio por el cual se va a transmitir se encuentre libre. Después de comenzar la transmisión existe

un tiempo muy corto en el que una colisión puede ocurrir, este es el tiempo requerido por la estación de red para “sensar” en el medio de transmisión. (Villamonte, 2018).

Ethernet es actualmente uno de los protocolos más usados en redes de área local. Es popular porque permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación. Estos puntos fuertes, combinados con la amplia aceptación en el mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a ethernet la tecnología ideal para la red de la mayoría los usuarios de la información actual. (Villamonte, 2018).

Los elementos de una red ethernet son los siguientes: los nodos de red y el medio de interconexión. Los nodos de red pueden clasificarse en dos grandes grupos: equipo terminal de datos (DTE) y equipo de comunicación de datos (DCE). Los DTE son dispositivos de red que generan o que son el destino de los datos: como las PC, las estaciones de trabajo, los servidores de archivos, los servidores de impresión; todos son parte del grupo de las estaciones finales. Los DCE son los dispositivos de red intermediarios que reciben y retransmiten los paquetes de datos dentro de la red; pueden ser ruteadores, conmutadores (switch), concentradores (hub), repetidores o interfaces de comunicación. Cada tarjeta de red posee una dirección MAC única, que permite la identificación del dispositivo en la red, así como una dirección IP. (Villamonte, 2018).

B. Protocolo de comunicación modbus

Protocolo de comunicación de red que se basa en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor. Este protocolo fue desarrollado por la compañía Modicon en el año 1979 para la comunicación de los PLCs y se ha convertido en el protocolo más difundido y utilizado para la comunicación de equipos electrónicos industriales. (Bustamante, 2016).

Existen dos variantes de protocolos Modbus, con diferentes representaciones numéricas de datos y detalles de protocolos ligeramente desiguales. Modbus RTU es una representación binaria compacta de los datos. Modbus ASCII es una representación legible del protocolo, pero menos eficiente. Ambas implementaciones del protocolo son serie. (Bustamante, 2016).

El formato RTU finaliza la trama con suma de control de redundancia cíclica (CRC), mientras que el formato ASCII utiliza una suma de control de redundancia longitudinal (LRC). La versión Modbus/TCP es muy semejante al formato RTU, pero estableciendo la transmisión mediante paquetes. (Bustamante, 2016).

C. Protocolo TCP/IP

Una red Modbus cada dispositivo posee una dirección única. Cualquier dispositivo puede enviar ordenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo solo un dispositivo maestro. Cada mando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden en consecuencia todos los dispositivos reciben orden, pero

solo el destinatario la ejecuta (salvo un modo especial denominado "Broadcast". (Micek & Hammer, 2014).

Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus, permiten controlar un dispositivo, terminales remotos (RTU) para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros. (Micek & Hammer, 2014).

D. GMS O GPRS

Existen una diversidad de módems que recibe el protocolo Modbus, pero solo uno de ellos está netamente diseñado para poder funcionar con este tipo de protocolo. También esta implementado para la conexión por cableado, inalámbrico, SMS o GPRS. (Ajila Zaquinaula, Sánchez-Acosta, Pacheco-Reinoso, & Diéguez Almaguer, 2018).

2.3. MARCO METODOLÓGICO

2.3.2. Tipo de investigación

En el estudio se determina un tipo de investigación experimental, por el modo de análisis de los efectos producidos por la manipulación de las variables, así mismo por la búsqueda y recopilación de información, antes de realizar el trabajo se planificó y se realizó una exhaustiva recopilación de la información referida al tema de investigación, para luego mediante la organización de información e ideas se realiza el diagrama de bloques la estructura del trabajo de investigación.

El tipo de diseño es cuasi experimental, por el proceso realizado la toma de medidas de las variables antes, durante y después de elaborar el diseño del sistema de la máquina de

repujado manual, con el sistema automatizado de la máquina de repujado se hizo una comparación de las mediciones de ambos grupos para realizar el estudio tal como se comporta el sistema en cada tipo de condición estudiada continuamente.

El tipo de muestreo es por conglomerado, porque estaba a nuestra disposición las muestras obtenidas para el desarrollo de la investigación, también se considera al tipo de muestreo por juicio, por la credibilidad y conocimiento que recibimos de los operarios de producción, acorde con su experiencia en el manejo de los equipos de producción nos proporcionaron gran información de medida adicional del muestreo.

2.3.3. Metodología de investigación

El método de investigación empleado en el estudio viene a ser experimental, la metodología a usada es de tipo aplicada, ya que se utilizarán los conocimientos teóricos adquiridos para el área de automatización y control, como también por otros medios para el diseño, desarrollo y simulación del trabajo de investigación.

En primer lugar, se analizará la situación actual acerca de los costos de implementación de un sistema automatizado mediante PLC. Actualmente, se usan estos sistemas para su implementación en software e identificar las plataformas para el hardware que estén más al alcance y a un costo bajo.

Segundo, se tomarán en cuenta los requisitos técnicos para su simulación, mediante el software, convenientemente la plataforma a usar deberá ser una en la que se pueda implementar.

Tercero, se empieza a desarrollar el diseño y programación del sistema automatizado, el cual debe estar bien estructurado y ordenado al momento de su operación.

Cuarto, Se procederá a simular y verificar el funcionamiento del sistema diseñado y simulado, al inicio usando una PC se corroborará esto mediante un software.

Quinto, se corroborará el funcionamiento del sistema automatizado, a través de una PC para ver su efectividad, para validar la confiabilidad del sistema.

2.4. MARCO LEGAL

2.4.2. Leyes y decretos supremo

- Ley N° 23407- Ley General de Industrias.
- Ley 21/1992, de Industria, modificatoria 8 de diciembre del 2018
- Ley N° 29783- esta ley regula la salud integral de las personas y la salud ocupacional de carácter de obligatoriedad ante los sistemas de automatización

2.5. DIAGRAMA DE BLOQUES

El presente diagrama de bloques hace una representación general como está conformado el sistema automatizado de una máquina de repujado de aluminio, así como se puede observar en la figura 8.

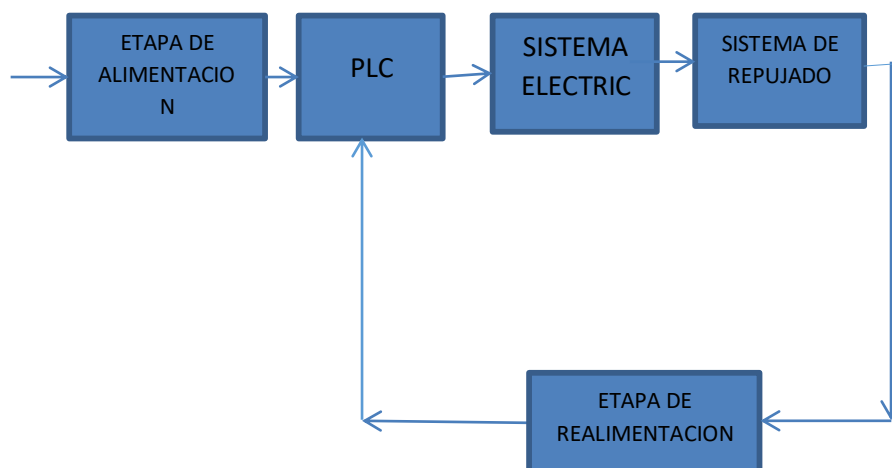


Figura 08: esquema del diagrama de bloques

Con la estructuración de la (figura 08) se muestra de manera detallada y de una forma técnica la arquitectura del sistema, se observa un primer bloque que se le denomina como entrada, seguidamente se encuentra, la parte de mando o control de procesos que está directamente relacionado por el usuario, el PLC es la parte lógica encargada de los procesos de control, el sistema eléctrico o de potencia, con el que trasmite el arranque de los motores hacia el sistema de repulsión y la realimentación, para un buen control del proceso.

2.5.2. Etapa de alimentación

Respectivamente para poder diseñar el sistema automatizado se considera tomar una red de alimentación trifásica de 220 VAC es muy recomendable determinar el tipo de red eléctrica, porque mediante esto vamos a definir en tipo de fuente de alimentación que se debe acondicionar al controlador, para así evitar posibles daños a causa de un dispositivo no apto para este tipo de red.

2.5.3. Etapa de procesamiento

En esta etapa el PLC realiza un trabajo especial que es de procesar todas las señales que provienen desde un transmisor, y demás dispositivo de acuerdo con los valores obtenidos de la programación y da respuesta sobre los actuadores, esto quiere decir si el mismo dará respuesta discreta (ON-OFF/0-24 VDC); o señales moduladas (0-10 VDC/4-20mA).

En esta etapa el procesamiento se realiza en base a un algoritmo, en donde tomando las señales medibles dará una señal de respuesta (discreta - analógica) según las instrucciones ejecutadas por el mismo procesador.

2.5.4. Etapa de monitoreo

A través de los sensores se tomará las señales analógicas y digitales, el tipo de señal emitido depende de donde sea

emitido ya sea procesado por un transmisor e inmediatamente enviado hacia el controlador, en otro caso la señal recibida del sensor podría ser enviada directamente al controlador.

2.5.5. Etapa encargada de realimentar el sistema

El diseño del sistema automatizado busca dar solución a un problema de inestabilidad, se requiere optimizar de manera automatizada, para ello es muy necesario que las señales emitidas por el controlador sean procesadas por el mismo, por tal defecto es necesario realimentar las señales para que el controlador pueda solucionar el problema de inestabilidad del sistema.

2.5.6. Etapa encargada del control

En esta etapa el controlador, cumple un rol muy importante al actuar sobre el sistema, realizando órdenes de control mediante los actuadores (sensores, motores, relés, etc.), con el gran objetivo de controlar el sistema automatizado de la máquina de repujado.

CAPÍTULO III: DESARROLLO

3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.

3.1.1. Información general de la empresa

A. Razón social: ANACARIO GALINDOS LOPEZ, MEGAL SAC.

B. Giro del negocio: Fabricación de ollas de aluminio.

C. Ruc: 10102934011

D. Teléfono: 9438439

E. Localización: Av. Gerardo Unger Mz. I Lot. 19

F. Año de inicio de actividad: 1990

G. Reseña histórica:

Inicia sus actividades industriales manufacturera a mediados del año 1990, en total ya cuenta con 25 años de experiencia en el rubro de fabricación manual de ollas y otros artículos de aluminio, mediante el proceso de repujado en el Perú, debido a la demanda que genera la producción, ha incrementado su crecimiento y fortalecer económicamente la empresa, que en su principio tenía una sola máquina de repujado, en la actualidad cuenta con más de 20 máquinas en los diferentes procesos de repujado.

Se caracteriza garantizar y liderar la producción al por mayor y menor y la comercialización de ollas de aluminio en el ámbito nacional.

3.1.2. Ubicación geográfica de la empresa

Geográficamente la empresa MEGAL SAC, está situada en la Av. Gerardo Unger, Mz. I Lot. 19 Urbanización Industrial Pro, San Martín de Porres dedicada al rubro de manufactura, fabricación de ollas de aluminio y otros artículos de cocina en general. Tal y como se observa en la (figura 09) tomada desde la plataforma de Google Maps.



Figura 09: localización geográfica de la empresa MEGAL SAC.

Fuente: Google Maps

También se considera otro detalle importante identificar el inmueble donde se realiza las actividades mencionadas, en la figura 10 se observa el panorama del frontis de la empresa.



Figura 10: imagen panorámica de la empresa MEGAL SAC.

Fuente: Google Maps

3.1.4. Análisis del diagnóstico estratégico

A. Resumen de la misión

Somos la empresa peruana, que se dedica a producir artículos de cocina en aluminio de la mejor calidad, con fines al mercado nacional, fomentando el desarrollo de las actividades productivas dentro de un marco de mejora continua, con el personal más capacitado para mejorar nuestro proceso productivo.

B. Resumen de la visión

Consolidarnos en la presente década como líderes a nivel nacional, en la fabricación de ollas de aluminio, de la más alta calidad de nuestros productos así la lograrla excelencia de nuestro servicio, en los mercados que participamos.

C. Practica de valores

- Primero, orden
- Segundo, limpieza
- Tercero, puntualidad
- Cuarto, responsabilidad
- Sexto, honradez
- Séptimo, respeto a los demás

3.1.5. Situación actual de la máquina de repujado

La empresa se encuentra instalado una máquina de repujado con un sistema netamente artesanal, con las características necesarias para el repujado de las ollas número 60, este equipo cuenta con los siguientes parámetros, peso total de la máquina implementada, llega a pesar un total de 2500 Kg, la bancada tiene una dimensión 2.32 m de largo por 75 cm de ancho y el porta herramientas(T) es de 90 cm de largo con 36 puntos, la máquina ocupa un espacio de

13.50 metros cuadrados en su instalación, tiene un molde de metal para el repujado su diámetro es de 58.5 cm., medida especial, para disco de aluminio de 96 cm de diámetro por 4 mm. de espesor diámetro específico para una olla de número 60, un disco de aluminio de estas características, presenta una gran dureza en el momento de repujar, por lo cual requiere un doble trabajo para su acabado final. A continuación, se presenta la (figura 11) de la parte frontal de la máquina para repujar con las características mencionadas

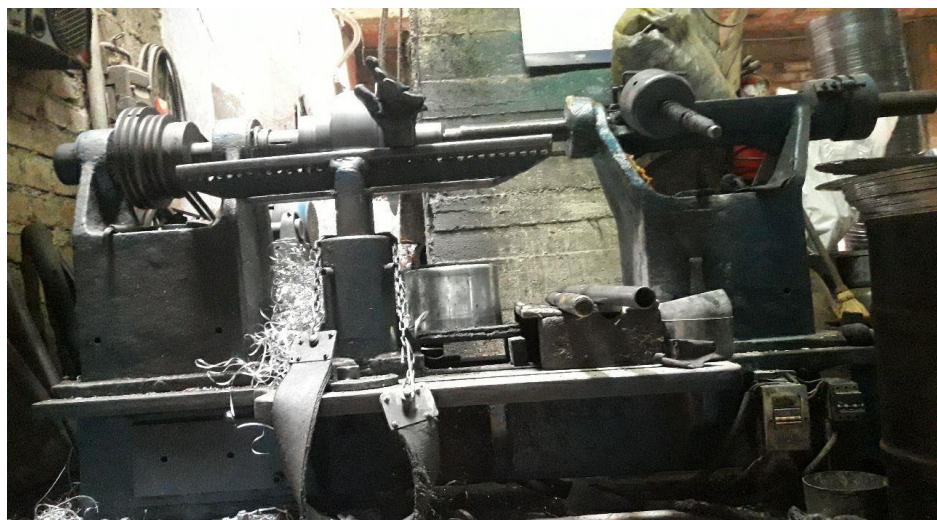


Figura 11: imagen de la máquina de repujado de la empresa MEGAL SAC.

En la figura 12, se muestra el torno con un molde de ollas número 60 con un radio de 58.5 cm.

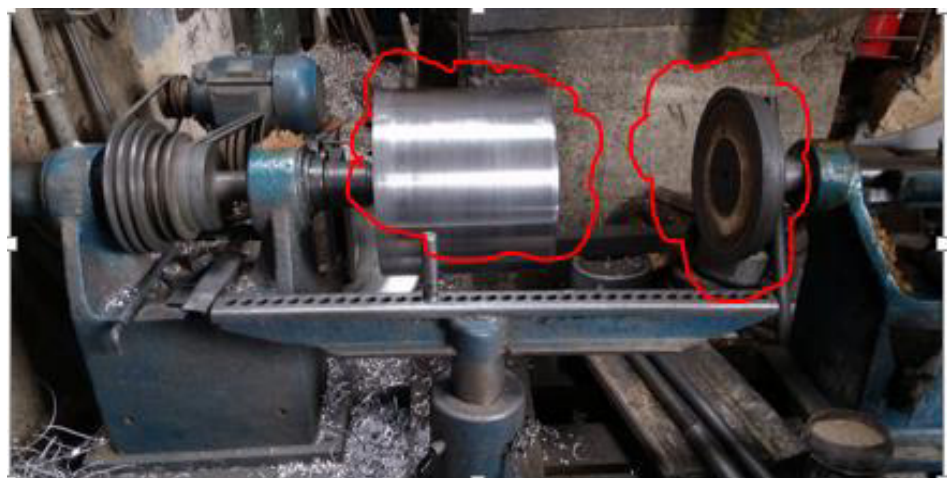


Figura 12: imagen del torno con su molde y taco antes la empresa MEGAL SAC.

En la figura 13, se muestra la parte del cabezal del torno es la parte donde se acopla el molde de la olla, en esta pieza clave en donde se encuentra empotrado el molde, en donde se realizará el repujado de la olla de aluminio.



Figura 13: imagen de la parte del cabezal del torno con el molde número 60 en la empresa MEGAL SAC.

En la figura 14, se muestra la parte del carro, es la parte que soporta el taco para presionar el disco de aluminio.



Figura 14: imagen de la parte del carro del torno enfocando el taco número 60 MEGAL SAC.

3.1.6. Labor del operario en el proceso de repujado

En el proceso de repujado, el operario juega un papel de suma importancia, por que ejerce la fuerza que falta a la máquina para concretar el proceso de repujado, desempeña la labor de verificador del proceso, ayuda a verificar las fallas inmediatas del material defectuoso que se presenta en los procesos, tanto como en los discos de aluminio que viene desde la fundición o corte como también la ruptura de una pieza en proceso por el exceso de fuerza, para ser descartado inmediatamente, para obtener un producto final seleccionado y que garantice su calidad de producto. Los operarios en el agotado trabajo realizado diariamente logran producir mecánicamente empleando esta máquina, un total aproximado de 30 ollas por día. El trabajo se desarrolla artesanalmente, empleando como máximo dos operarios calificados con destacada experiencia en el área de trabajo, de lo contrario podría generar desperfectos en la fabricación, aun así este trabajo presenta un alto riesgo en la salud, ya sea por el polvillo del metal y la viruta que se extrae de los restos del aluminio porque generalmente los operarios no usan equipos de protección, esto a la larga genera las enfermedades ocupacionales, los residuos podemos verlo, tal como se muestra en la (figura 15).



Figura 15: trabajo de repujado en el interior de la empresa MEGAL SAC.

En la figura 16, se observa la presencia de 2 operarios repujando una olla de aluminio, es debido a que el tamaño de la olla es grande y el disco de aluminio es de un espesor es mayor por lo que necesariamente se tiene que emplear una fuerza mayor.



Figura 16: presencia de 2 operarios en el trabajo de repujado

3.2. DEFINIR LOS EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.

Los parámetros y requerimientos técnicos para desarrollar el diseño de una máquina de repujado automática, entre el más importante se considera al controlador lógico programable (PLC) por los beneficios que presenta para la automatización, mediante el proceso que realiza para traducir y analizar señales e impulsos eléctricos; por lo tanto, es la base fundamental para el control de una máquina automatizada de repujado de ollas de aluminio acorde con el avance tecnológico actual.

3.2.1. Requerimientos técnicos de la máquina de repujado

Considerando las características encontradas en las investigaciones y el método de la observación directa; para ello, fue necesario llegar a la empresa para poder observar las medidas y el estado de la máquina de repujado, con el diseño y construcción de

la máquina de repujado de ollas de aluminios se desea minimizar tiempos y maximizar la producción, de acuerdo a las necesidades de los usuarios y del cumplimiento de los objetivos del proyecto, cuyos valores se muestra a continuación:

Tabla 01. Valores y parámetros de la máquina en automatización.

N°	ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA	DESCRIPCIÓN
1	Especificaciones físicas(m)	Altura: 0.9 Ancho: 0.75 Longitud: 2.32 Peso: 2500 KG
2	Material de su estructura	Fierro solido
3	Proceso que se requiere realizar	Repujado
4	Material a trabajar (cm)	Aluminio: Diámetro: 96 (cm) Espesor: 00.4 (cm) Dureza (Brinell): 15 HB
5	Especificaciones de uso y operación	Sistema de encendido independiente para control y potencia Facilidad para el manejo y operación

La presente tabla muestra a todo detalle los parámetros técnicos y las especificaciones requeridas, tal como se encuentra la maquina antes de ser automatizada, las dimensiones de la máquina, del material que es construido, proceso que realiza la máquina, y el material que trabajara esta máquina Adaptado de la empresa “MEGAL SAC”, 2018.

3.2.2. Elementos para el diseño de la máquina a automatizar

A. Motor 1: delcrosa 10 hp trifásico

Para el funcionamiento del sistema giratorio de la máquina se requiere un motor para el movimiento transmisión del cabezal de la máquina, lo que en el sistema se le denominara MOTOR 1, de la marca peruana delcrosa, serie B13294, este componente

se selecciona teniendo en cuenta el criterio de selección de parámetros con los siguientes parámetros:

Tabla 02. Especificaciones técnicas del MOTOR 1.

N°	ESPECIFICACIONES DEL MOTOR 1	DESCRIPCION
1	Marca	Delcrosa
2	Serie	B13294
3	Potencia (HP)	10
4	Revoluciones por minuto (RPM)	1750
5	Alimentación (v)	220 380 440
6	Frecuencia (H)	60

Verificando la tabla se encuentra las especificaciones técnicas del motor, delcrosa trifásico de 10 Hp que viene especificado en la placa desde fábrica. Adaptado de la empresa “MEGAL SAC”, 2018

Tal como se aprecia en la (figura 17) la imagen del MOTOR 1 existente en la empresa MEGAL SAC.



Figura 17: imagen del motor 1 DELCROSA 10 HP

Fuente: empresa MEGAL SAC

El motor es el encargado del sistema de transmisión de la máquina de repujado, es el encargado de hacer girar los ejes para que la máquina pueda realizar el trabajo de repujado acompañado de otros componentes.

B. Motor 2: SIEMENS 5 HP

Es un motor eléctrico trifásico de la marca siemens, que cumple con los parámetros adecuados para desarrollar el trabajo de repujado.

Tabla 03. Especificaciones técnicas del motor 2 siemens 5 HP.

N°	ESPECIFICACIONES DEL MOTOR 2	DESCRIPCIÓN
1	Marca	Siemens
2	Peso (Kg)	26.5
3	Material	Fierro fundido
4	Potencia (HP)	5
5	Revoluciones por minuto (RPM)	1800
6	Alimentación (v)	208-230
7	Frecuencia (H)	60

En la tabla 03, se muestra las especificaciones técnicas del motor 2 de la marca siemens de 5 HP trifásico, estos datos están dados netamente por el fabricante, se aprecia las RPM es muy eficiente para el sistema que se quiere establecer, también la alimentación está dentro del voltaje que hay en el Perú. Adaptado de "SIEMENS", 2018.

Tal como se muestra en la (figura 18), la estructura de un motor trifásico de la marca siemens de 5 HP.



Figura 18: imagen del motor 2 siemens 5 HP

Fuente: <http://www.siemens.com/motors>

En la figura 18, se observa la estructura física del motor que será empleado en el sistema, porque debe cumplir con las características de la normativa del proceso de diseño de automatización, es compatible con el PLC de la misma marca porque en su estructura está diseñada para trabajar con un controlador de la misma fábrica.

C. Contactor de arranque del motor

Tabla 04. Especificaciones técnicas de los contactores.

Nº	ESPECIFICACIONES DEL CONTACTOR	DESCRIPCIÓN
1	Marca	Siemens
2	Polos	3
3	Alimentación (V)	220
4	Conexión	Borneras
5	Potencia (HP)	5

La presente tabla 04, se muestra las especificaciones técnicas del contactor, que viene especificado desde fábrica. Adaptado de “SIEMENS”, 2018

Como se observa en la figura 19, la presentación de un contactor tripolar para el arranque de un motor de la misma marca SIEMENS, para el control exclusivo del motor.



Figura 19: imagen del contactor

Fuente: catalogo SIEMENS

En la figura 19, se ilustra la estructura física del contactor que conjuntamente con el termo magnético controlaran la activación del motor, con sus borneras para cableado mediante hilos de cobre en el circuito se representa por KM1 que será el encargado de invertir el giro del motor, el encargado directo de controlar el MOTOR 2.

D. Interruptor termomagnético

Tabla 05. Requerimientos técnicos del interruptor termomagnético.

N°	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
1	Interruptor termomagnético	125 A
2	Numero de polos	3
3	Clasificación de voltaje AC	400V AC
4	Clasificación de voltaje DC	24VDC
5	Tipo de curva	C
6	Serie	5SP4
7	Marca	Siemens

Como se observa en la tabla 5, los parámetros técnicos del dispositivo recomendado del fabricante; para mayor eficacia se muestra en la figura 20.



Figura 20: interruptor termomagnético

Fuente: catálogo Grainger

E. Principio de funcionamiento del motor

Tabla 06. Requerimiento eléctrico para el funcionamiento del motor.

N°	REQUERIMIENTOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR	DESCRIPCIÓN
1	Red trifásica (v)	220
2	Tipo	AC
3	Frecuencia (H)	60

En la tabla, se muestra las especificaciones técnicas que necesita estrictamente el motor para cumplir con el principio de funcionamiento de un motor. Adaptado de la empresa "SIEMENS", 2018.

En la figura 21, se detalla el circuito esquemático del principio de funcionamiento para el motor trifásico, tomando las tres líneas necesarias para hacer el arranque del motor.

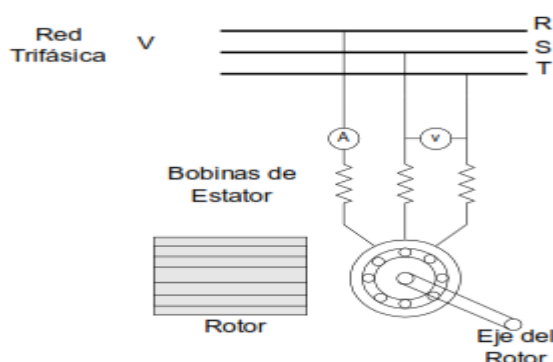


Figura 21: imagen del circuito eléctrico

En la figura 21, se muestra que la base principal para el funcionamiento del motor es la alimentación, tanto como en tensión y corriente, en este tipo de conexiones es necesario ser muy minucioso y cuidadosos una de ellas presenta algún desperfecto no es posible ejecuta el arranque del motor designado.

F. Especificaciones eléctricas

Tabla 07. Especificaciones eléctricas.

N°	ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS	DESCRIPCIÓN
1	Suministro de voltaje(v)	220
2	Frecuencia (Hz)	60
3	Conexión trifásica (v)	220

En la tabla, se muestra las especificaciones eléctricas, red que necesita el sistema para su funcionamiento. Adaptado de la empresa “MEGAL SAC”, 2018

G. Compresor

Tabla 08. Especificaciones técnicas del compresor.

N°	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
1	Motor	Siemens
2	Peso	145 kg
3	Desplazamiento	55Cfm, 1566 L/min
4	Potencia	15 hp, 11Kw
5	Alimentación trifásica	220 V
6	Frecuencia	60 Hz



Figura 22: imagen del compresor

Fuente: alibaba.com

H. Neumáticos

Tabla 09. Características técnicas del neumático.

Nº	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
1	Modelo	Mx520
2	Tamaño de puerto	PT 3/8
3	Diámetro	2 ½ pulgada
4	Tiempos	12 pulgadas
5	Máxima fuerza	280 kgf
6	Presión máxima	1.0 Mpa
7	Tamaño del puerto del pistón	M16*1.5
8	Tipo de acción	Doble

En la tabla 09, se encuentra detallado las especificaciones técnicas de la figura 23.



Figura 23: cilindro actuador neumático

Fuente: catálogo siemens

3.2.3. Etapa de control

A. Controlador lógico programable 1212C DC/DC/DC

Controlador cuya función principal es recibir y procesar las señales de entrada y salida del proceso de control, debe tener la opción de poderle agregar otros módulos de entrada de ser necesario, el PLC del modelo 1212C DC/DC/DC, cuenta con las

siguientes especificaciones técnicas tal como se denota en la tabla 10:

Tabla 10. Especificaciones técnicas del PLC siemens simatic S7 1200 1212C DC/DC/DC.

N°	ESPECIFICACIONES DEL PLC	DESCRIPCIÓN
1	CPU	1212C DC/DC/DC
2	Memoria de trabajo (KB)	25
3	Alimentación (VDC)	24 – 4mA
4	Entradas analógicas	2
5	Salidas digitales	6
6	Entradas digitales	4
7	Conexión Ethernet industrial	RJ45
8	Ranuras para memoria	2
9	LEDs	3
10	Velocidad de ejecución de funciones (μ s)	18
11	Velocidad de ejecución booleana(μ s)	0.1
12	Salidas de impulsos	2

Analizando la tabla 09, se muestra muy detallado los datos técnicos del PLC, que viene especificado desde la fabricación. Adaptado de “SIMATIC S7-1200”, 2018

Tal como se ve en la imagen 24, la parte física del PLC

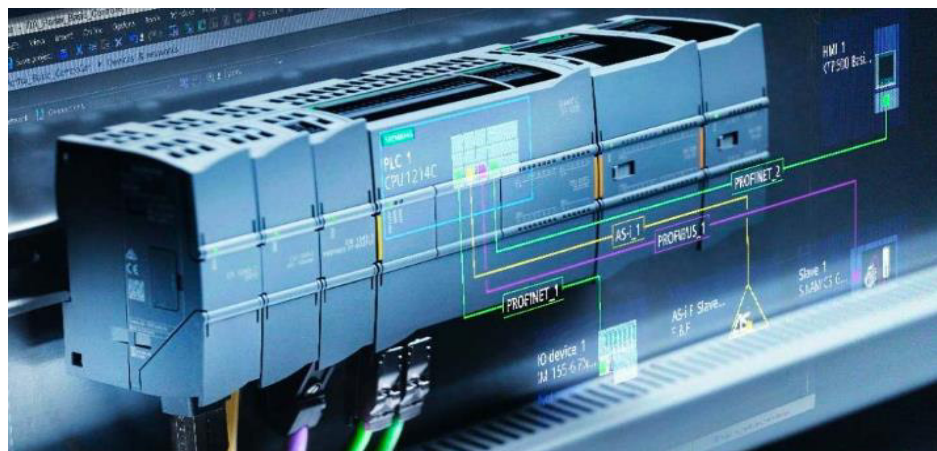


Figura 24: PLC físico de la marca siemens S7-1200

Fuente: catálogo SIEMENS

En la figura 24, se muestra el módulo de PLC, es uno de los más comerciales y eficientes dentro del plano de la automatización industrial que se emplea hoy en día, por su facilidad de manejo la factibilidad a incrementar los módulos deseados.

B. CPU

Es la parte más potente que conforma el sistema de control, cumple una función muy importante, de controlar la funcionalidad de manera centralizada de todos los sistemas existentes, que así mismo puede ser operado de manera remota por un usuario autorizado desde una central.

Tabla 11: Especificaciones técnicas del CPU siemens simatic 1212C DC/DC/DC.

N°	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
1	Producto	CPU1212C DC/DC/DC
2	Versión de firmware	V 4.2
3	Paquete de programación	STEP 7 V 14
4	Valor nominal DC 24 V CC	Si
5	Rango permisible, lim. inferior (DC)	20.4 V
6	Rango permisible lim. Superior (DC)	28.8 V
7	Protección de polaridad inversa	Si
8	Tensión de carga L+ valor nom. (DC)	24 V
9	Rango permitido lim. Inferior (DC)	20.4 V
10	Rango permitido lim. Superior (DC)	28.8 V
11	Consumo de corriente máx.	1200 mA
12	Corriente de entrada máx.	12 ^a a 28.8 VDC

13	Alimentación de codificador de 24 V	L + menos 4 VCC min
14	Perdida de potencia tip.	9W
15	Memoria de trabajo integrada	75 Kbytes
16	Memoria de carga integrado	2 Mbytes
17	Reserva sin batería	Si
18	Entradas ajustables	1 Kbyte
19	Salidas ajustables	1 Kbyte
20	Entradas digitales	8 integrado
21	Entradas controlables simultaneas	8
22	Voltaje de entrada, valor nominal (DC)	24 V
23	Voltaje de entrada para señal "0"	5 V CC a 1 Ma
24	Voltaje de entrada para señal "1"	15 V CC a 2.5 mA
25	Salidas digitales	6
26	Voltaje de salida para señal "0" máx.	0.1 V
27	Voltaje de salida para señal "1" min	20 V
28	Corriente de salida para señal "1" valor nom.	0.5 A
29	Corriente de salida para señal "0" residual máx.	0.1 mA
30	Entradas analógicas	2

En la tabla 11, se presenta las especificaciones técnicas del CPU seleccionado durante el proceso de determinación de los equipos que se utilizara en el sistema.

C. Alimentación

La fuente de alimentación, conforma la base primordial en un sistema es la alimentación, el flujo de corriente que se provee, tiene que ser segura que preste la garantía suficiente para

mantener estable el sistema es muy importante para que una planta se mantenga en funcionamiento constante, para diseñar esta parte tan importante, que sea la más adecuado para el sistema es muy recomendable tomar en consideración, la potencia que entrega la fuente, que a continuación se analiza en las especificaciones técnicas.

Tabla 12. Datos técnicos de una fuente sitop.

N°	Datos técnicos	Descripción
1	Producto	SITOP modular
2	Fuente de alimentación	24V/40 ^a
3	Entrada	AC monofásica y bifásica
4	Tensión de alimentación/1/con AC/ valor nominal	120 V
5	Tensión de alimentación/2/con AC/ valor nominal	130V
6	Tensión de entrada/1/con AC	85 ... 132V
7	Tensión de entrada/2/con AC	76... 264V
8	Entrada de rango amplio	No
9	Resistencia sobretensiones	2,3 * Ue nom 1,3 ms
10	Respaldo de red con la nom, min	20ms
11	Respaldo de red	Con Ue = 230V
12	Frecuencia nominal de red /1	50/60 Hz
13	Rango de frecuencia de red/min	47...63 Hz
14	Fusible de entrada incorporado	Si
15	Protección del cable de red	Interruptor termomagnético
16	Salida	Tensión continua estabilizada
17	Tensión nominal Us nom DC	24 V
18	Tolerancia total estática + -	3%
19	Ondulación residual entre picos max	100mV
20	Rango de ajuste /min	24...28,8 V
21	Ajuste de la tensión de salida	Mediante potenciómetro
22	Pantalla normal	Led verde para 24 V

23	Retardo de arranque máximo	0.1s
24	Subida de tensión tip	50 ms
25	Potencia activa entregada	960 W
26	Aislamiento galvánico	Si

En la tabla 25, se presenta las especificaciones técnicas generales de la fuente de alimentación seleccionada, que será la encargada de transformar la tensión de 220VAC a una tensión baja de 24 VDC, también hay otros datos que se muestra en el datasheet que se encuentra en la hoja de anexos, el dispositivo seleccionado se presenta en la (figura 25).



Figura 25: fuente de alimentación SITOP

D. Señales análogo/digital

El sistema automatizado está conformado por un modelo de entradas y salidas, que están constituidas por la señal eléctrica que proviene de los arreglos tecnológicos, que pueden emitir una orden o una respuesta, depende de la señal de entrada y de salida para que el sistema se mantenga en óptimas condiciones y también como sensor el proceso.

Tabla 13. Especificaciones técnicas de SEÑALES ANÁLOGO/DIGITAL siemens simatic 1212C DC/DC/DC.

N°	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
1	Número de salidas rápidas	104; salidas de tren de impulsos a 100KHz
2	Limitación de la sobre tensión inductiva a corte	L+(-48V)
3	Poder de corte de las salidas con carga resistiva máx. con carga tipo lámpara máx.	0.5 a 5W
4	Tensión de salida para la señal "0" máx. para señal "1" min.	0.1V con carga de 100Kohm 20V
5	Intensidad de salida para la señal "1" valor nominal para la señal "0"	0.5 a 0.1mA
6	Frecuencia de comunicación	100KHz
7	N° de entradas analógicas Tensión	2 Si
8	Rango de entrada 0 a + de 10	Si
9	Resistencia de entrada (0- 10V)	>=Kohm
10	N° de salidas analógicas	0
11	Rango de intensidad	0 a 20mA
12	Resolución de entrada / salida	10bit
13	Tiempo de conversión (por canal)	625us

En la tabla 13, se enumera las especificaciones técnicas de las señales analógicas y digitales previamente seleccionadas durante el proceso de selección de los componentes necesarios para el sistema automatizado.

E. SIEMENS (HMI)

HMI o Interfaz Hombre Maquina, se encuentra en el panel del operador, es la parte del sistema para control, monitoreo y supervisión todo el proceso, las principales características se muestran en la tabla 14. El HMI es el dispositivo que se encuentra en interacción con el usuario, desde el momento de su programación, hasta la fase final del sistema, es en donde

vamos a poder acceder por intermedio a todo el sistema ya sea para poner en marcha o parar el sistema.

Tabla 14. Especificaciones técnicas del HMI.

N°	ESPECIFICACIONES DEL HMI	DESCRIPCIÓN
1	Tamaño de pantalla táctil	10.4
2	Maraca	Siemens
3	Versión	12.0.0.0
4	Alimentación(v)	12
5	Teclas de funcionamiento	8
6	Pixeles	640x480
7	Colores	256
8	Conexión profinet	1
9	Puerto Ethernet	Si
10	Puerto serie	Si

En la tabla 14, se muestra las especificaciones técnicas del HMI, que es propio del proveedor. Adaptado de la empresa “SIEMENS”, 2018.

En la imagen 26, se aprecia la pantalla del HMI que permite monitorear el proceso.



Figura 26: imagen del HMI siemens

F. Requerimiento de software TIA PORTAL

Tabla 15. Especificaciones técnicas, software *TIA PORTAL*.

N°	ESPECIFICACIONES DEL SOFTWARE	VERSION
1	Totally Integrated Automation Portal	13
	SINAMICS Startdrive	13
2	STEP 7 Profesional	13
3	WinCC advbance	13

En la tabla 13, se detalla las características técnicas requeridas en el software TIA portal, Adaptado de la empresa “SIEMENS”, 2018

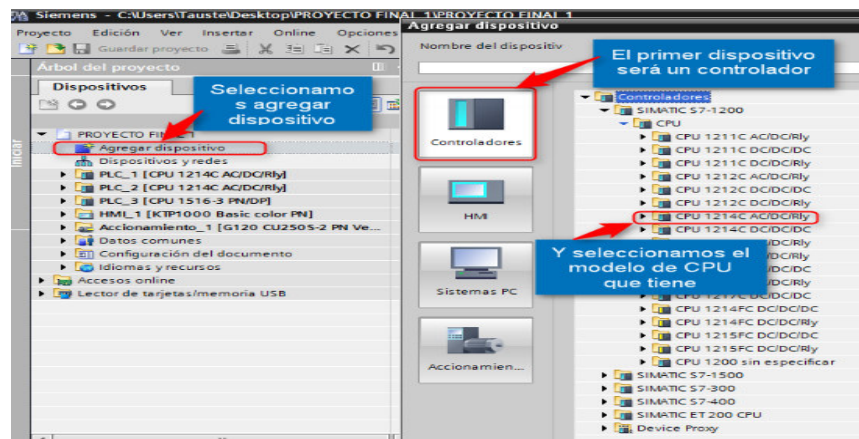


Figura 27: imagen de la plataforma de TIA portal

La imagen 27, muestra la primera parte de la ventana principal del software *TIA PORTAL*, es una plataforma de fácil manejo que puede presentarse en el idioma seleccionado la imagen muestra la parte donde se puede agregar y configurar los actuadores, el HMI, el controlador con que se va a trabajar, etc. Es la ventana en la que el usuario puede agregar o quitar, los dispositivos que desea configurar, para la etapa de programación.

G. Diseño del sistema de control lazo cerrado

En este tipo de sistema es usual la presencia de una operación con perturbaciones externas, por lo que genera un efecto en las señales de salida, el fenómeno es tan directo, sobre el accionamiento del control que obligatoriamente tiene que ser realimentado para corregir el fenómeno existente; en el sistema se hace un análisis a cada componente seleccionado para ser utilizados, se elabora el diseño y arquitectura para el sistema de automatización de la máquina de repujado, determinando la siguiente arquitectura; así como se presenta en la (figura 28).

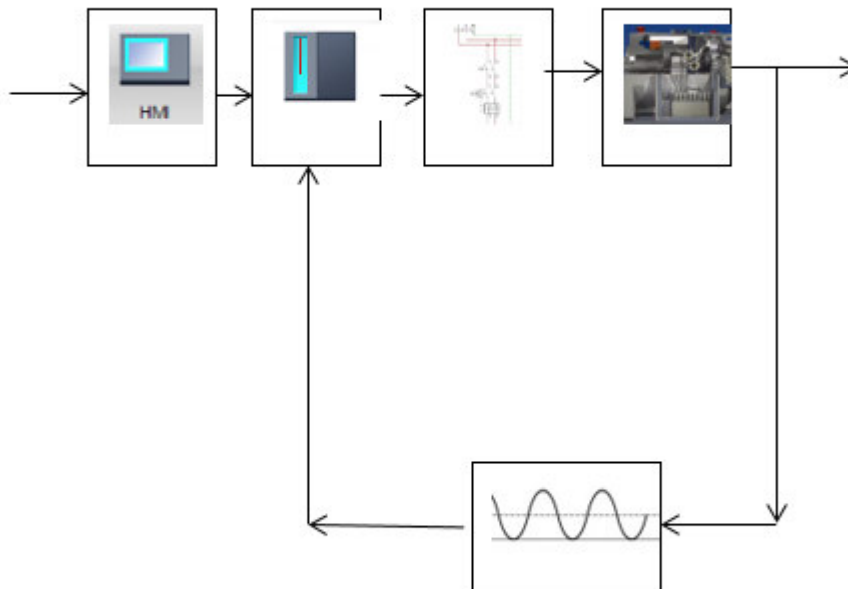


Figura 28: diseño del sistema lazo cerrado

A fin de explicar el diagrama 28, observamos la representación del sistema automatizado en lazo cerrado la primera entrada se muestra el HMI que es el medio donde el hombre puede manipular y controlar las actividades programadas; el siguiente bloque, conforma la parte de control que está conformado por el PLC que es el encargado de ejecutar las acciones encargadas; el siguiente bloque, representa la parte de potencia; el cuarto bloque,

representa el sistema actuador de la maquina repujado; el quinto bloque, representa la señal de realimentación del sistema para ser censada en el HMI y detectar el proceso o fallas en el sistema.

3.2.4. Etapa de comunicación

En esta etapa se considera al módulo de comunicación CP 1242-7 es el dispositivo encargado de procesar la comunicación, permite la transferencia de datos vía GPRS que es compatible para dispositivos SIMATIC S7/1200. El más indicado para desarrollo en entornos industriales.

El método de comunicación será mediante el arreglo de antenas que se encuentran el módulo CP y el controlador lógico programable, luego mediante vía Ethernet, en donde se empleará el protocolo de comunicación TCP/IP que permitirá el acceso a la base de datos.

Tabla 16. Especificaciones técnicas de antena de telefonía móvil.

N°	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
1	Impedancia nominal	50Ohm
2	Banda de operación (f)	850, 900, 1800, 1900 MHz
3	Potencia de emisión máxima	+33dBm+-2dBm
4	Red de radiotelefonía	GPRS
5	Alimentación	24V DC
6	Consumo(típica)	24V DC 100mA
7	Potencia activa perdida(típica)	De 24 VDC 2.4W
8	Temperatura ambiente de trabajo	0°C a +55°C
9	Humedad relativa	=< 95% a 25°C
10	Protección	IP 68

En la tabla, se muestra las especificaciones técnicas de la antena que será empleada en el sistema de comunicación, la misma que fue seleccionada de manera minuciosa por sus características adecuadas para el tipo de trabajo.

3.3. DISEÑAR LA ARQUITECTURA DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE LA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO, EN LA EMPRESA MEGAL SAC.

Para poder determinar cuál viene a ser la adecuada arquitectura del sistema de automatización para una máquina de repujado, se tendrá en cuenta los componentes que conforman el sistema mecánico y de control, con los respectivos valores que conforman los parámetros y la calidad de señales que entregan en los terminales de salida, ya sea en la etapa de control, asimismo en la etapa de transmisión, seguidamente, se especifica las características que principales de los elementos que conforman el automatismo y mecanismos que serán acondicionados.

3.3.1. Descripción del diseño y funcionamiento de la máquina de repujado

Se busca realizar un sistema automatizado para uno de los procesos que realiza la máquina de repujado de aluminio que permita la fabricación de ollas de aluminio.

Realizando el análisis del camino que recorre el proceso se establece que; si el sistema se encuentra en el estado 0, si pulsamos el botón de inicio, tenemos dos incógnitas sí “o” no, todo está al criterio del operario si pulsa si se enviará inmediatamente el mensaje que el proceso sigue a la siguiente fase; si se pulsa no, se envía el mensaje de texto pero regresa al estado inicial; siguiendo en proceso, si hemos decidido dar marcha, entonces estaremos en el estado 1, eso indica que allí realiza el sistema todo el proceso de repujado; nuevamente al terminar el estado 1, contestamos dos incógnitas nuevamente, el sí “o” el no; en el caso que sea si el mensaje de texto será enviado para realizar el conteo del producto, otro paso que se realiza es el apagado del sistema y pasa a dar por finalizado el estado; si e son pasaríamos al proceso de optimización.

En la figura 29, se muestra es diagrama de flujo del diseño de funcionamiento de la máquina de repujado, en su primera etapa.

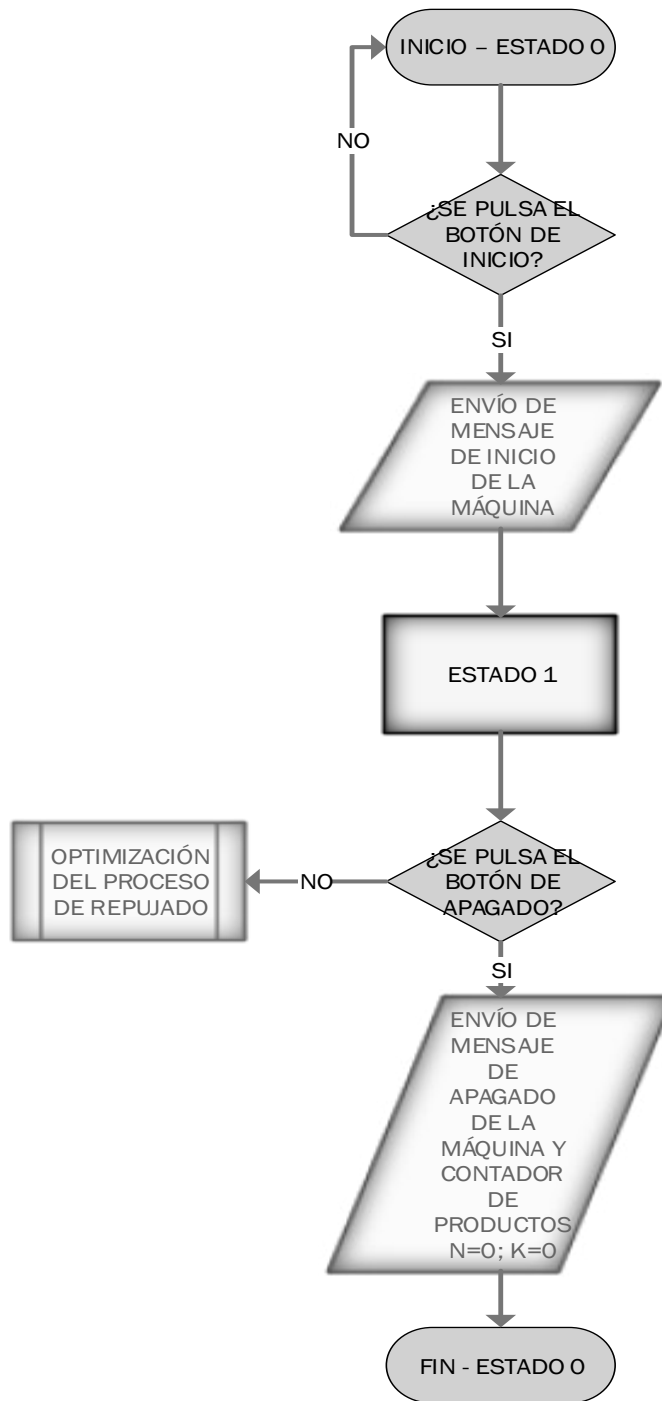


Figura 29: diagrama de flujo del proceso de funcionamiento

Tal como se observa en la imagen 29, el diagrama de flujo del funcionamiento de la maquina automatizada desde el principio a fin se representa en cada bloque el dispositivo y función hasta llegar a la parte final del proceso.

Partiendo de la otra etapa del proceso que es la optimización del proceso de repujado se analiza de la siguiente manera:

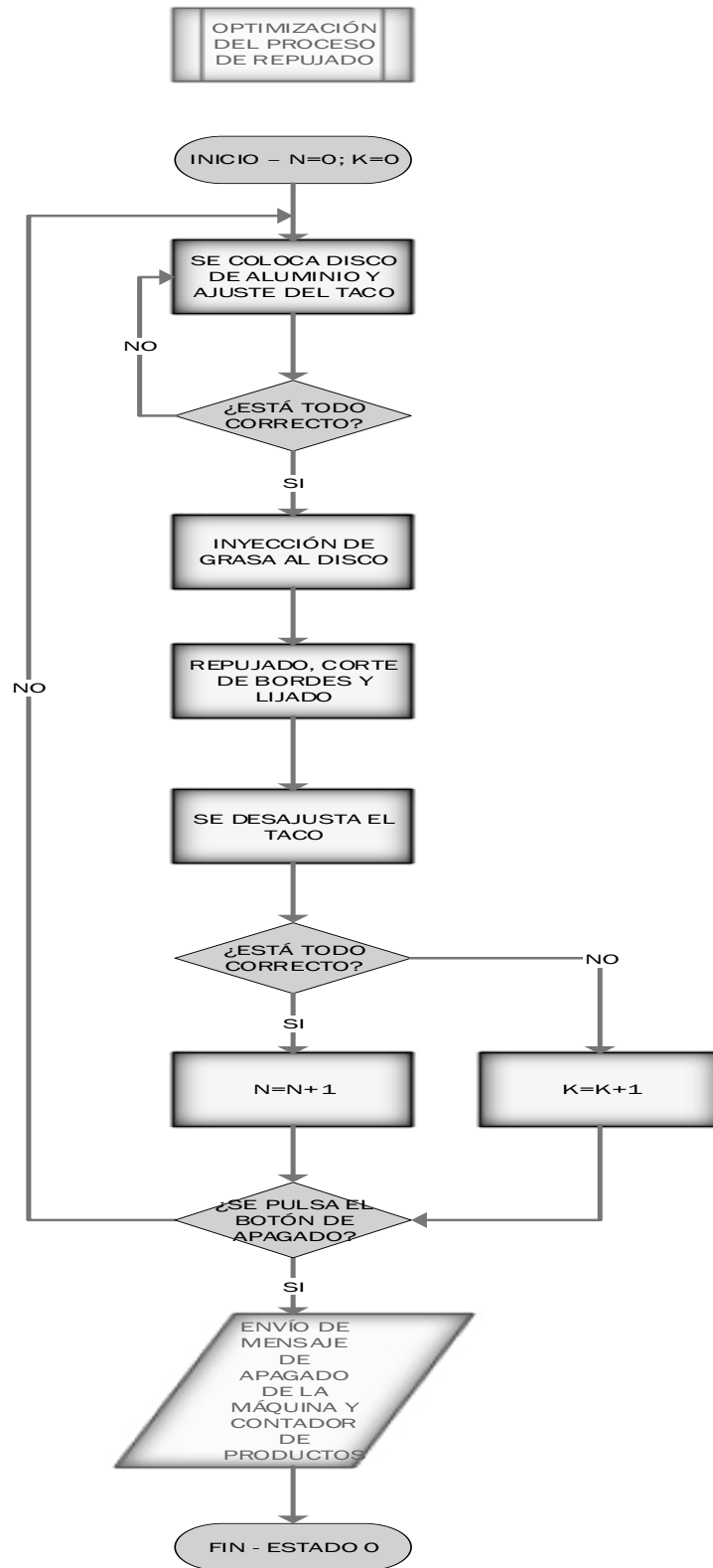


Figura 30: diagrama de flujo de la segunda etapa

3.3.2. Diseño mecánico y estructural de la máquina de repujado

Se dispone de una máquina de repujado, diseñada especialmente para el proceso de repujado manual, la misma que se ha tenido que considerar las bases inferiores y superiores de su estructura, también se realiza el análisis de todas las fuerzas que interviene en, la máquina durante el proceso que realiza para determinada pieza que se fabrica. En la figura 31, se observa el diseño general de la máquina.

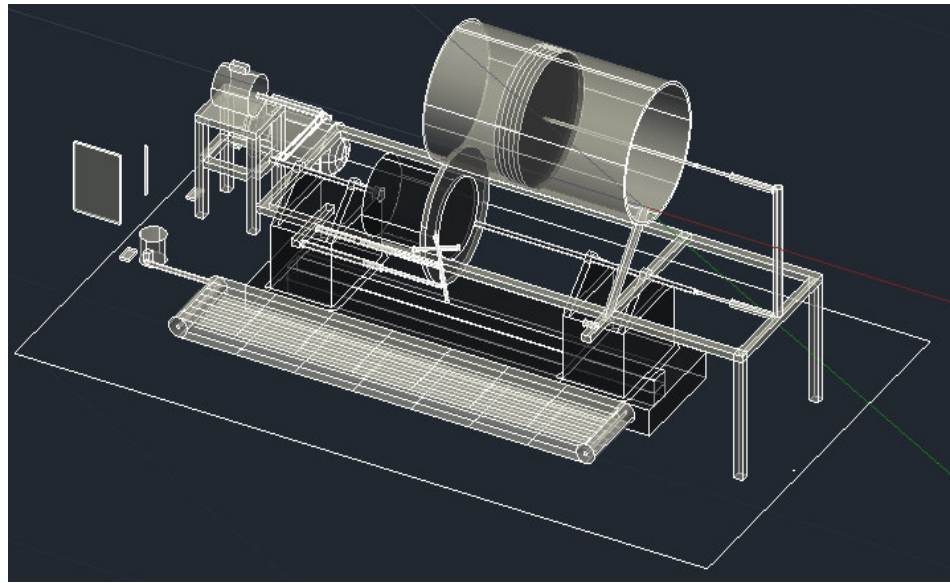


Figura 31: esquema de la estructura de la maquina

Para definir el proceso de diseño de la estructura se ha tenido que hacer un cálculo de las fuerzas que se concentran en la maquina entre ellas la fuerza de torque del motor, fuerza de torsión, fuerza de flexión, fuerza de corte, entre otros que entrega a la máquina las características necesarias para el repujado de las ollas número 60, esta máquina cuenta con los siguientes parámetros considerados en la máquina automatizada, peso total de la máquina implementada, llega a pesar un total de 3000 Kg, la bancada tiene una dimensión 3.50 cm. de largo por 75 cm. de ancho y el porta herramientas es de 90 cm. de altura 4 m. de largo con 1.20 cm. de ancho, construido de acero de 7 cm. por 5 cm. de espesor, la maquina ocupa un espacio de 20 metros cuadrados en su instalación, tiene un molde de metal para el repujado su

diámetro es de 58.5 cm. medida especial, para disco de aluminio de 96 cm. de diámetro por 4 mm. de espesor, diámetro específico para una olla de número 60, un disco de aluminio de estas características, presenta una gran dureza en el momento de repujar, por la cual requiere un doble trabajo para su acabado final, también cuenta con un dispensador de discos de aluminio de forma cilíndrica acoplada horizontalmente con un radio de 97 cm. con la capacidad para alojar una gran cantidad de discos que serán alimentados automáticamente a la máquina,

3.3.3. Diseño del espacio y ubicación de la máquina

El espacio que ocupa es, 5 metros de largo por 4 metros de ancho obteniendo un total de 20m² tal como se muestra en el plano de ubicación, observando de un ángulo estratégico para mostrar la totalidad de la máquina, la fuerza de presión es ejercida mediante un compresor y ejecutada por pistones neumáticos, el moderno diseño cuenta con un módulo de conteo del total de ollas que se logró producir por día, que desde el momento que se termina de elaborar el producto es retirado automáticamente cayendo a una faja transportadora y trasladada para su conteo automático, tal como se observa en la figura 32 respectivamente.

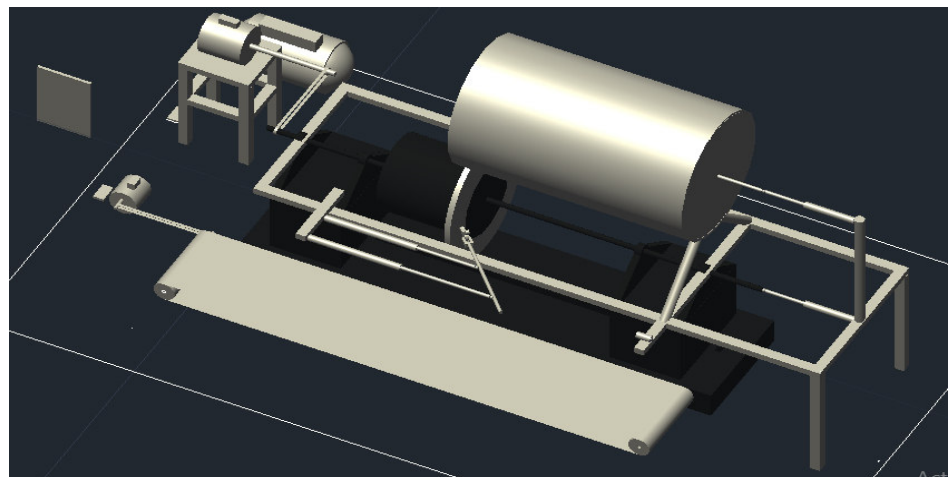


Figura 32: esquema de ubicación de la maquina en el área que ocupa

Se observa, el diseño elaborado en el software AutoCAD de la máquina de repujado que se encuentra en un área de forma

rectangular en donde será acondicionado e instalado el resto de las actividades, está construido de acero de alta resistencia para soportar las condiciones del trabajo.

3.3.4. Diseño del mecanismo funcional de la máquina

Los motores seleccionados para el sistema son los encargados de maquinear el sistema, controlados por el PLC, conjuntamente con el compresor y un conjunto de pistones neumáticos, sincronizados para operar simultáneamente, en los mecanismos para ejercer la fuerza de repujado, lo primero que vamos a estimar es el torque del motor, seguidamente la velocidad en que opera, otro parámetro puntual es la potencia mínima que necesita para mover el eje de la máquina de repujado, así mismo la fuerza de empuje con la que operan los pistones a través de la compresión del aire, así como la transmisión por bandas de los motores y el ángulo de rozamiento que ejerce el punzón y el disco de aluminio, en el momento de forjar el aluminio para moldear la forma de la olla.

En la representación de la imagen 33, se visualiza el mecanismo diseñado para la máquina.

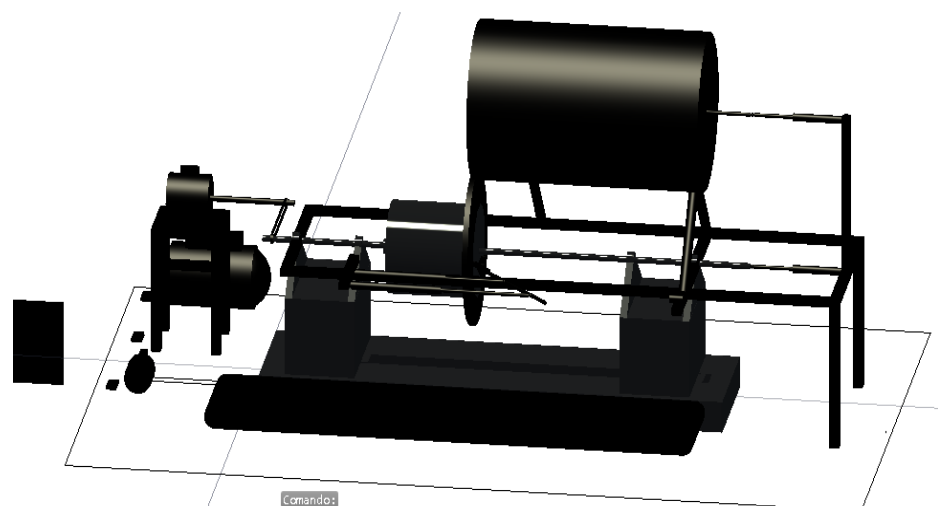


Figura 33: esquema de ubicación de la máquina en el área que ocupa

A. Torque del motor (T)

Ecuación 1 mediante la ecuación se puede determinar el torque del motor

$$T = \frac{HP * 176}{RPM} \text{ en Kg - m} \quad (1)$$

$$T = \frac{10 * 176}{1750}$$

$$T = 0.971$$

B. Potencia del motor (P)

Con esta ecuación se encuentra la potencia de un motor para determinar la potencia máxima y mínima.

$$P = 872.03 [J] * 6 \frac{[\text{rev}]}{[\text{min}]} * \frac{2\pi [\text{rad}]}{1 [\text{rev}]} * \frac{1 [\text{min}]}{60 [\text{s}]}$$

$$P = 547.913 [\text{Watt}] \quad (2)$$

$$P = 547.913 [\text{Watt}] * \frac{1 [\text{Hp}]}{745 [\text{Watt}]}$$

$$P = 0.735 [\text{Hp}]$$

C. Transmisiones por bandas

$$L = 2C + 1.57 (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C} \quad (3)$$

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(D_2 - D_1)^2}}{16}$$

D. Ángulo de contacto de la banda en cada polea (θ)

$$\theta_1 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left[\frac{D_2 - D_1}{2C} \right]$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2\sin^{-1} \left[\frac{D_2 - D_1}{2C} \right]$$

E. Fuerza de torsión (τ)

El momento torsor T esta aplicado en un plano perpendicular al eje de la barra.

$$\tau = \frac{T * \gamma}{L_0}$$

$$\tau_{\max} = \frac{T * R}{L_0}$$

F. Fuerza de flexión (σ)

El momento flector Mesta aplicado en un plano que contiene al eje de la barra.

$$\sigma = \frac{M * \gamma}{L_{in}}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M * V}{L_{in}}$$

3.3.5. Diseño del sistema eléctrico o de potencia

Elementos para el diseño eléctrico se considera los siguientes de acuerdo al modelo tomado para el sistema.

Interruptor magneto térmico general QM1

Interruptor magneto térmico circuito de mando QM2

Interruptor magneto térmico circuito de mando QM3

Relé térmico RF1

Contactores KM1, KM2 y KM3

Motores trifásicos M1, M2 y M3

Pulsadores SB1 SB2 SB3

Cables de conexión

Display

PLC

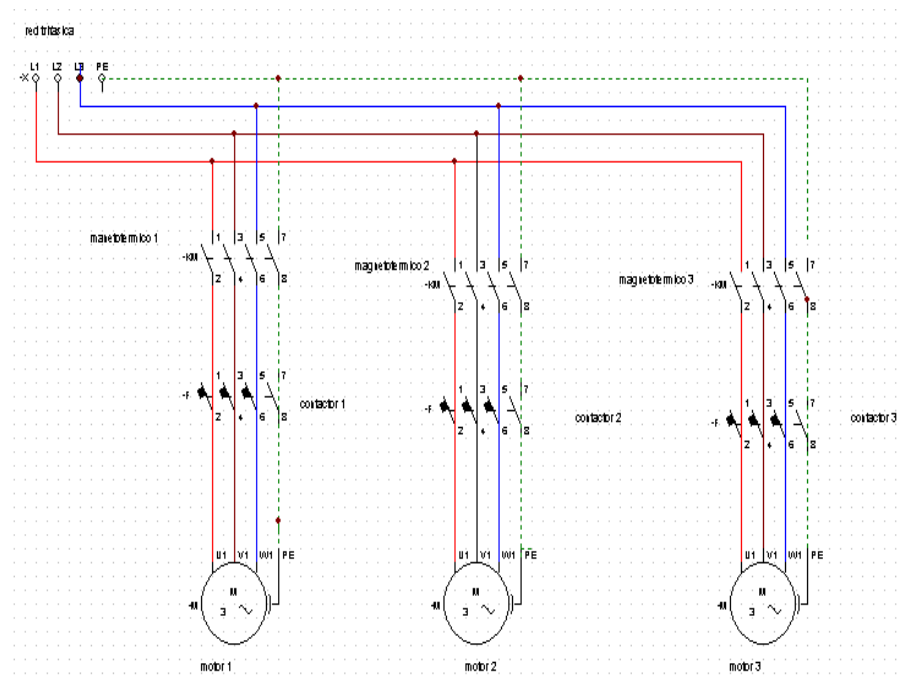


Figura 34: diseño del sistema de potencia en CADE_SIMU

El circuito está diseñado para activar los actuadores, motor 1, motor 2 y el motor 3. Instalado con sus respectivos termomagnéticos y sus contactores correspondientes.

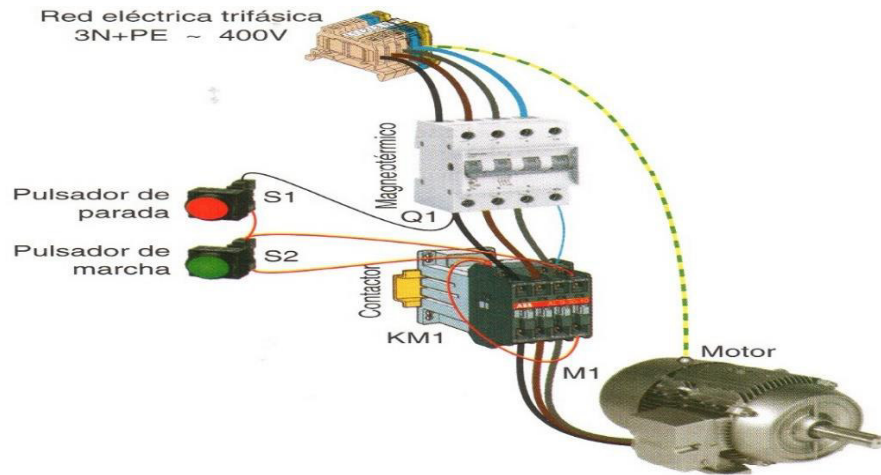


Figura 35: instalación eléctrica de un motor trifásico. Autocom Master (2019)

En la figura 35, se observa con mucha claridad la instalación correcta de un motor trifásico, para su perfecto funcionamiento en el momento en el área de trabajo.

3.3.6. Diseño de circuito de control o de potencia

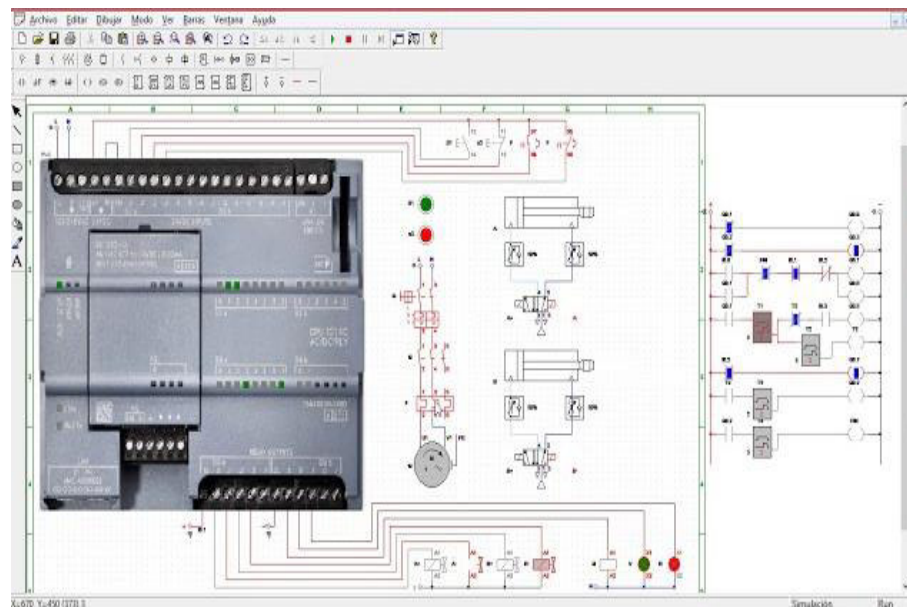


Figura 36: diseño del sistema de control

3.4. DISEÑAR LA PROGRAMACIÓN PARA DETERMINAR LAS ETAPAS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE UNA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.

3.4.1. Sistema de alimentación

La base esencial en un sistema es la alimentación, tiene que ser fiable, también constante es muy importante para el buen funcionamiento del sistema, para diseñar esta parte tan importante, que sea la más adecuada para el sistema es muy recomendable tener en consideración, la potencia que entrega esta fuente de alimentación, porque es la parte más esencial para poner en marcha todo el sistema y para determinar el consumo de corriente para cada elemento que lo constituye, así como el PLC, CPU, HMI y el módulo de comunicación, ya que cada uno de estos dispositivos cuentan con un voltaje de alimentación determinado.

Se consideró implementar una fuente de alimentación muy eficiente y más usada en este tipo de proyectos a la fuente de la marca SIEMENS SITOP modelo 6EP1337 – 3BA00 de 20 A 500V/24VDC.

3.4.2. Entradas y salidas del CPU

Después de haber definido los equipos y el sistema que se implementara en desarrollo del proyecto, se definirá las entradas y salidas digitales programadas en el lenguaje Ladder, y las señales eléctricas y analógicas que se deberá conectar al PLC, es muy importante definir bien esta parte porque de esto depende el funcionamiento con tal precisión del sistema.

Una vez programado en el lenguaje Ladder, se deberá cargar en la memoria interna del CPU, en donde se guardará la descripción de las entradas y salidas, analógicas y digitales.

Las entradas digitales o físicas se designa con la letra “I” y las salidas con la letra “Q”; así mismo para las señales analógicas, las

entradas se designan por “IW” y para las salidas se designa por “QW”.

El tipo del CPU que se ha designado para el PLC es DC/DC/DC, esto indica que se requiere una alimentación de 24VDC, entradas digitales de 24VDC y salidas 24VDC.

Por lo tanto, para las entradas digitales, una señal de 24VDC en su entrada indica “1” lógico en el programa y para una entrada de 0VDC en la entrada representa un “0” lógico. Dichas señales provienen de los sensores, pulsadores, switch u otro controlador.

Durante la conexión eléctrica es necesario respetar la codificación de colores propuestos por la ingeniería de procesos porque esto indica el tipo de señal que conduce, como el cable marrón conduce señal positiva, el cable azul señal negativa o tierra, el cable verde solo señal y el de color amarillo punto a tierra.

Las variables digitales se designan de la siguiente forma

3.4.3. Descripción de entradas y salidas digitales

Las múltiples aplicaciones que se desarrolla en un PLC, ameritan una gran cantidad de entradas digitales, que serán direccionadas, aquí son señales eléctricas de 24V provenientes del sistema automatizado.

Tabla 17. Entradas digitales.

N°	ENTRADA	MÓDULO	DESCRIPCIÓN
1	I0.0	X10	pre encendido
2	I0.1	X10	Pre encendido
3	I0.2	X10	Marcha del sistema
4	I0.3	X10	Parada del sistema

5	I0.4	X10	Reserva
6	I0.5	X10	Reserva
7	I0.6	X10	Reserva
8	I0.7	X10	Reserva
9	I1.0	X10	Reserva
10	I1.1	X10	Reserva
11	I1.2	X10	Reserva
12	I1.3	X10	Reserva
13	I1.4	X10	Reserva
14	I1.5	X10	Reserva

Tabla 18. Salidas digitales.

N°	ENTRADA	MÓDULO	DESCRIPCIÓN
1	Q0.0	X12	Motor 1
2	Q0.1	X12	Motor 2
3	Q0.2	X12	Compresor
4	Q0.3	X12	Neumático 1
5	Q0.4	X12	Neumático 2
6	Q0.5	X12	Neumático 3
7	Q0.6	X12	Neumático 4
8	Q0.7	X12	Sensor contador
9	Q1.0	X12	Faja transportadora
10	Q1.1	X12	Reserva

3.4.4. Conexiones de entradas y salidas analógicas

Las señales analógicas son señales que varían en el tiempo y son procesadas por un sistema codificador para un determinado proceso, en los sistemas de automatización las señales analógicas se presentan de dos formas ya sea en tensión o corriente

Tabla 19. Entradas y salidas analógicas.

N°	ENTRADA	MÓDULO	DESCRIPCIÓN
1	Q0.0	X11	Motor 1
2		X11	Reserva
3		X11	Reserva
4		X11	Reserva
5		X11	Reserva
6		X11	Reserva
7		X11	Reserva
8		X11	Reserva
9		X11	Reserva
10		X11	Reserva
11		X11	Reserva
12		X11	Reserva
13		X11	Reserva

3.4.5. Desarrollo del programa de control

El desarrollo del programa de control se realizará haciendo uso del software TIA PORTAL V13, el mismo que fue desarrollado para los controladores lógicos programable de SIEMENS, programa compatible con la gama de CPU de la serie 1200, 1500, s300, pantallas HMI, computadoras industriales, también compatible con la gama de variadores micro master y sinamic ,TIA PORTAL integra la programación del PLC y pantallas HMI y con librerías aplicadas para los módulos de comunicación, señales analógicas y digitales. A continuación, se presentará el diagrama de flujo de la lógica tomada para ejecutar la programación de la máquina de repujado y el sistema de supervisión.

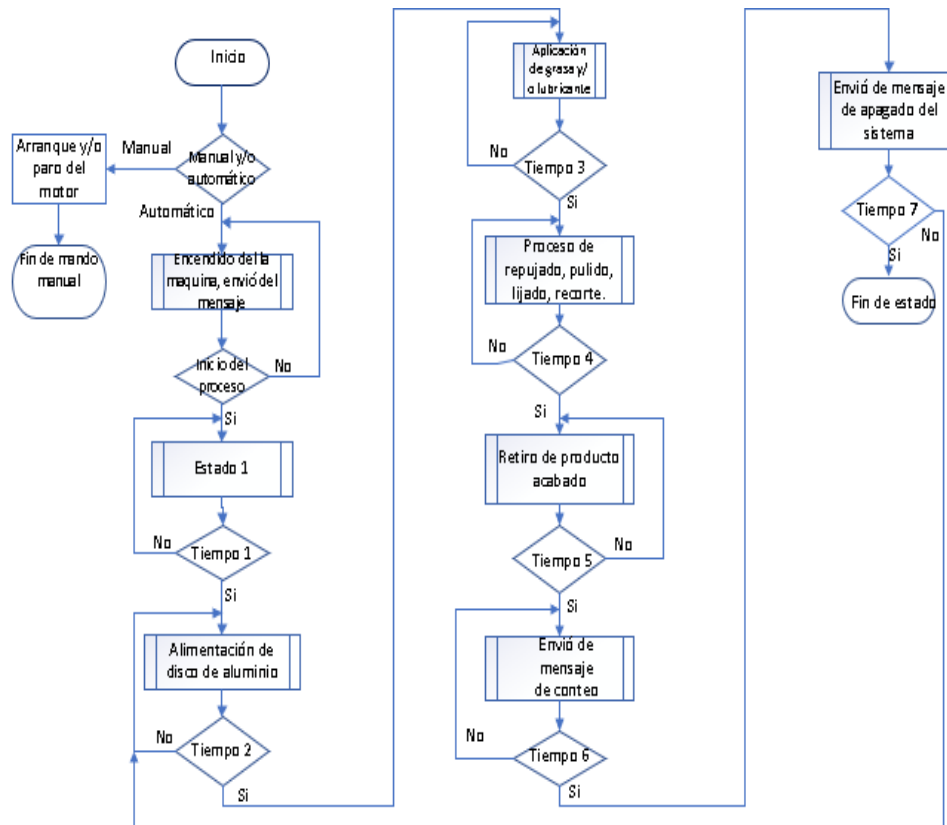


Figura 37: desarrollo de programa de control

En el diagrama se observa los tiempos que se considera para el funcionamiento en el sistema el sistema se observa que puede tener un mando manual y totalmente automático, lo primero que se hace es activar el sistema que será poniendo en marcha el sistema con el arranque del motor, por lo que el sistema automático recoge la información y envía automáticamente el mensaje de que el sistema es activado, es momento donde da paso al estado uno, se considera tiempo uno al proceso que demora en ser alimentado con el disco de aluminio, consecutivamente pasa al tiempo dos periodo que tarda el disco en ser lubricado, automáticamente da paso al tiempo tres tiempo que tarda el equipo en repujar, recortar y lijar el producto, tiempo cuatro periodo de tiempo que toma para ser retirado el producto del cabezal, tiempo cinco tiempo que toma el sistema en realizar el conteo del producto y enviar el mensaje de suma, tiempo seis segundos que tarda el sistema en enviar el mensaje de apagado o regresar al estado cero, tiempo siete consideramos a los segundos

que tarda el sistema en enviar al sistema al fin de estado o regresar al estado uno y realizar sucesivamente el proceso de fabricación.

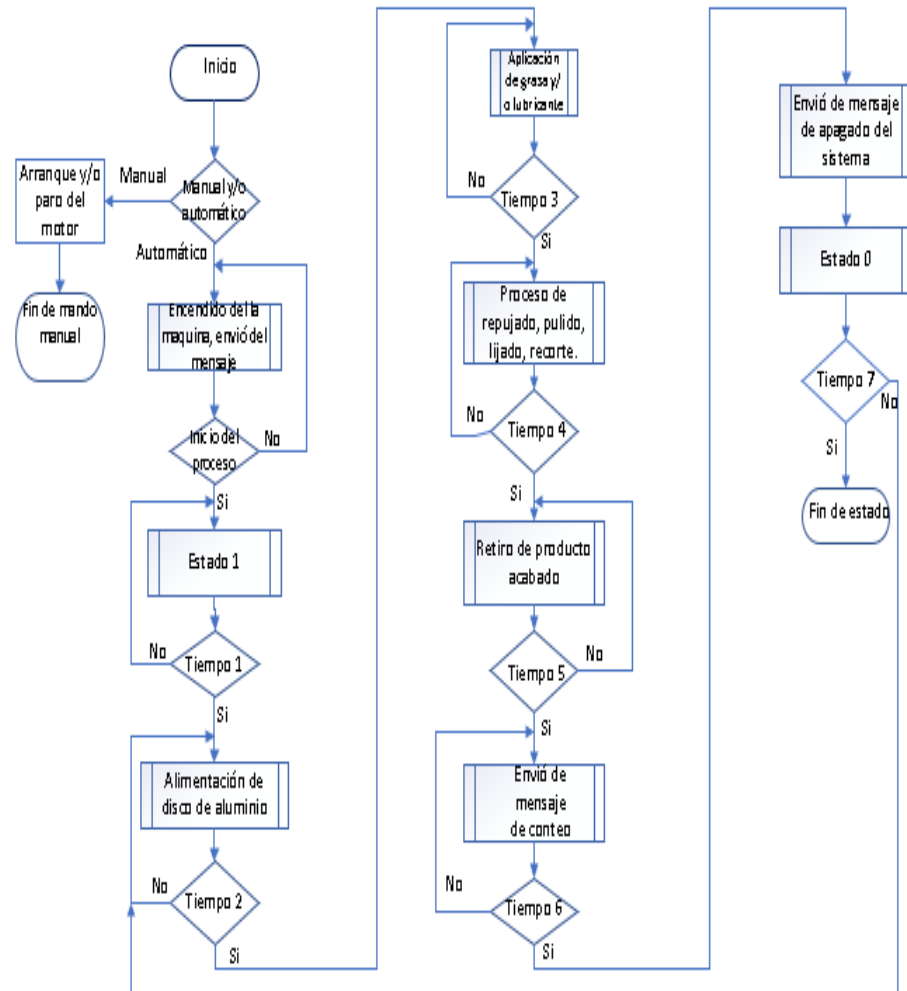


Figura 38: desarrollo de la segunda etapa del programa de control

A. Acceso a los dispositivos y configuración

Al acceder al software TIA portal, dentro de ello encontramos el bloque de configuración para todos los dispositivos y elementos que se encuentran instalados y registrados dentro de las librerías del software, lo primero que vamos a configurar es el tipo de CPU, versión, modelo, y lo infaltable el signal board, entradas y salidas digitales y analógicas, el módulo de

comunicación GPRS y la red Ethernet mediante el puerto profinet que son designados automáticamente por el sistema.

Así como se observa en la imagen 39.

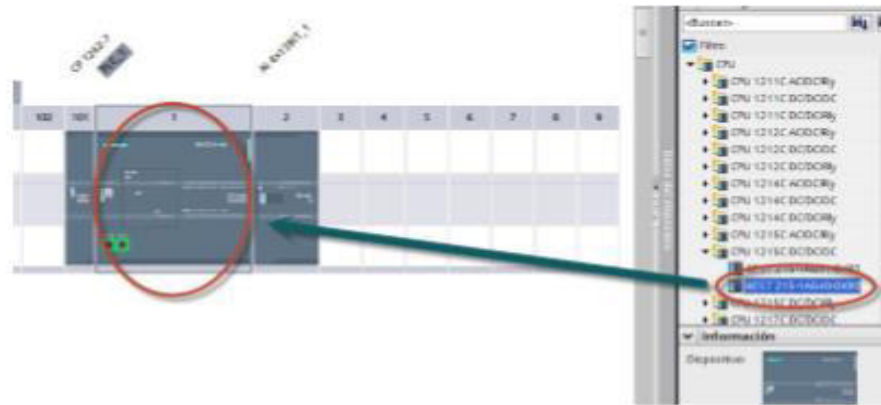


Figura 39: selección y configuración del CPU

En la misma operación tenemos que realizar de la misma manera la selección del módulo de entrada analógica para configurar de acuerdo a la aplicación requerida por el sistema, porque sin esto no se podrá continuar con el desarrollo porque depende de ello, que señal recibirá el sistema del CPU para establecer su operación.

En la figura 40, se demuestra la selección del componente de la manera indicada siguiendo los pasos que componen el proceso de programación



Figura 40: configuración del módulo de entrada analógica

Selección de la tarjeta de salida analógica SOGNAL BOARD, este componente se debe configurar de manera muy minuciosa, debido a que se encuentra situado en la parte frontal del CPU si lo observamos en la pantalla del de la ventana de acceso, pero en lo físico se encuentra en una ranura en donde se va insertar con tal exactitud que no dificulte la manipulación del dispositivo.

En la figura 41, se observa el punto donde se encuentra seleccionada la tarjeta analógica SIGNAL BOARD.



Figura 41: captura de la selección del SIGNAL BOARD

Por otra parte, está el módulo de comunicación GPRS, necesario para la supervisión a través de mensaje de texto que es neto del fabricante SIEMENS solo para la serie 1200, nos referimos al módulo CP1242-7 que tiene como función de comunicar el CPU del PLC con un ordenador móvil mediante el correo electrónico, que es configurado a través de la red GPRS, para configurará esta comunicación se tiene que insertar una tarjeta SIM de un operador móvil en el slot específico dentro del módulo que va permitir identificar el usuario.

En la figura 42, se captura la selección del módulo de comunicación que será implementado.



Figura 42: configuración del módulo de comunicación

El uso del módulo de comunicación requiere configurar otro elemento principal para concretar el sistema de comunicación que de igual manera tiene que necesariamente ser del fabricante SIEMENS, es la antena omnidireccional que está diseñado con todos los parámetros para trabajar en conjunto al módulo seleccionado.

En la imagen 43, se observa el módulo de comunicación conectado debidamente al elemento radiante.



Figura 43: arreglo de la conexión del elemento radiante

B. Programación estructurada en el sistema

Para poder establecer el desarrollo con claridad de nuestro programa y mantener la secuencia cíclica consecutiva de las instrucciones, se procedió a estructurar el proceso en secciones, cada uno estructurado con sus características propias, programadas en modulo software, que se realiza a través de etapas o módulos de organización, para desarrollar tareas muy complejas, lo más principal para poner en marcha y parada del sistema, y ejecución del proceso, finalmente se pasó a divide en los principales bloques que son los siguientes:

- a. Selección del módulo de programa (FC); se pasó a seleccionar 10 bloques de este del FC, con la finalidad de realizar la programación en el tipo de lenguaje Ladder.
- b. Selección del módulo de organización (OB); el procedimiento para realizar la selección de este bloque se evaluó la función que desempeña dentro del sistema; lo que se tuvo que habilitar tres bloques de este tipo para desarrollar el proceso de configuración de comunicación mediante la red GPRS, juntamente con la memoria de datos del programa.
- c. Selección del módulo de organización (OB 1); se conoce como el bloque interrupción cíclica, que interviene en la llamada cíclica del control del compresor.
- d. Selección del módulo de organización (FC); este bloque interactúa ante la llamada del bloque principal OB1.

De todos los módulos seleccionados el bloque OB no es considerado como de la librería, lo que exceptúa a que no es llamado por el bloque OB1.

El trabajo paralelo que se realiza entre el bloque de interrupción cíclica del bloque OB 30 conjuntamente con el bloque OB1 de carácter autónomo con la función especial únicamente para interrupciones cíclicas, para un control lazo cerrado PID.



Figura 44: interfaz de interrupción cíclica

Por otra parte, se tiene que crear el registro que genera la memoria interna, para poder configurar es sistema de comunicación por la red GPRS, la lista de mensajes y palabras para el principio de envió de datos.

Nombre	Tipo de datos	Offset
Static		
CONFIG	TCDN_Phone	0.0
Interfceid	HW_ANY	0.0
ID	CONN_OUC	2.0
ConnectionType	Byte	4.0
ActiveEstablished	Bool	5.0
PhoneNumber	String[22]	8.0
mensaje_1	String	32.0
recibir_mensaje	String	288.0

Figura 45: configuración GPRS

GPRS obedece a la instrucción de mando del bloque TC_SEND que indica que el mensaje de texto será enviado directamente al número de abonado que se encuentra registrado a través de la configuración realizada en el módulo CP1242-7; lo particular de este bloque es que realizan un trabajo conjunto con el bloque TC_CON y el bloque TC_RECV, porque está configurado TC_CON para manejo de información y el TC_RECV designado para recepcionar el mensaje.



Figura 46: configuración del bloque TC_SEND

C. Identificación de variables

La compleja intervención de los actuadores necesariamente requiere la presencia de señales eléctricas que puede ser unas señales analógicas como otras señales digitales, que necesariamente se tiene que identificar en el plano de la parte eléctrica, así como para la programación de este.

La lista de variable se va generando progresivamente dentro del programa que nos va a servir para lograr identificar la señal con la que está trabajando cada variable como son; REAL, BOOL, WORD, CHAR, INT, Y STRING, son todas las que serán configuradas de acuerdo a la necesidad del sistema, con su

dirección correspondiente que servirá también para configurar el HMI también el módulo OPC SERVER para la comunicación.

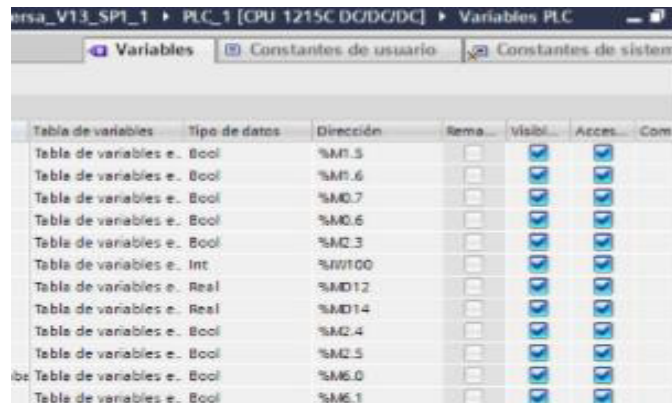


Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Com...
Tabla de variables e.	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Int	%I100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Real	%MD12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Real	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M6.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tabla de variables e.	Bool	%M6.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 47: configuración de la lista de variables

D. Configuración de la pantalla HMI en el sistema

El interfaz hombre máquina (HMI), es la herramienta principal, utilizada por los operarios y supervisores para controlar directamente los sistemas en los procesos industriales, a través de la programación que se realiza en el PLC, en el HMI se debe visualizar las señales, la arquitectura y las variables que necesitamos para poder interactuar con el programa, se designa el HMI compatible con el PLC, es decir, del mismo fabricante, versión y modelo que es lo recomendable para el buen funcionamiento del sistema.

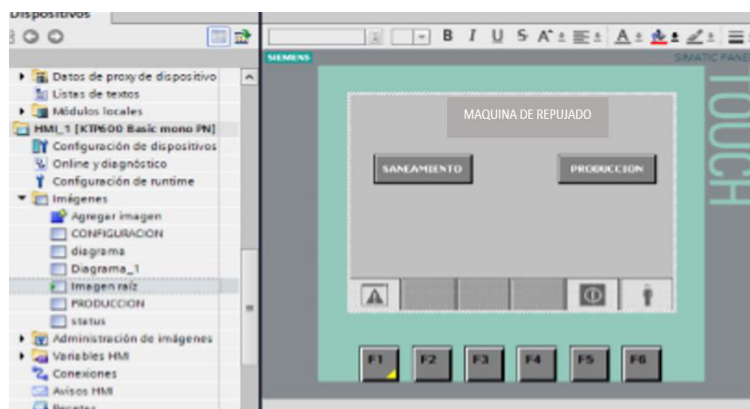


Figura 48: panel de configuración del HMI

En la figura 48, se observa el interfaz principal de la pantalla HMI, que a partir de ello se empieza a configurar los demás comandos del menú que permitirá al operario manejar con mucha facilidad y entendimiento.

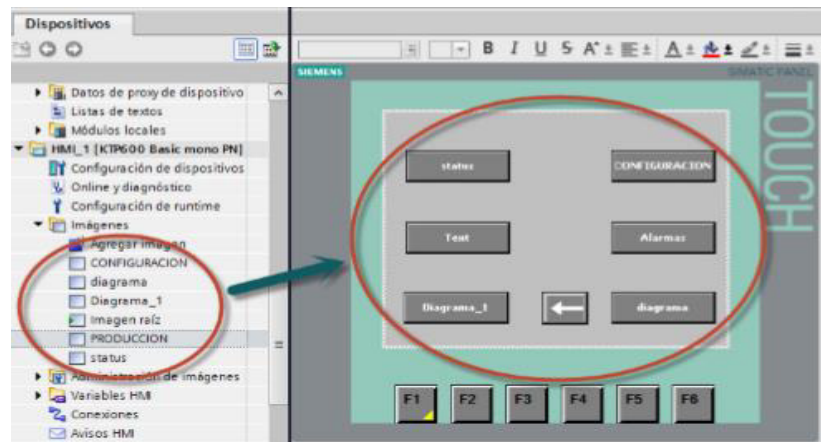


Figura 49: panel de acceso

Se enlaza consecutivamente las siguientes ventanas para acceder de inmediato al sistema de la máquina de repujado, en donde se tiene que diseñar por cada etapa del proceso una ventana específica, en donde vamos a observar el registro de las variables controladas.

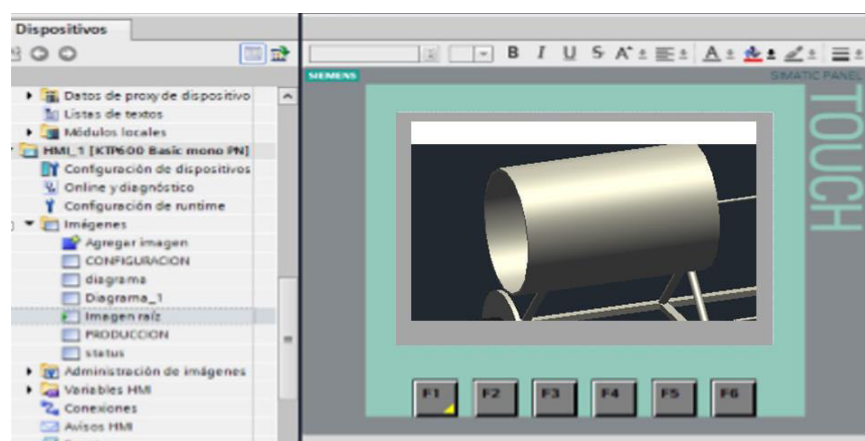


Figura 50: configuración de del dispensador de discos de aluminio

En el siguiente, paso se crea la ventana de visualización del diagrama completo del sistema automatizado de la máquina de

repujado de aluminio, en la pantalla HMI, para que el usuario verifique el sistema completo del proceso de repujado.

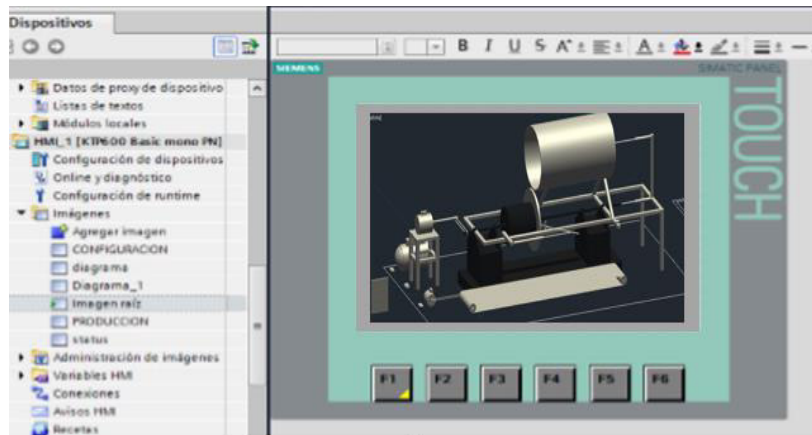


Figura 51: diagrama de planta máquina de repujado

En el TOUCH se puede visualizar en tiempo real el proceso de repujado de aluminio, el inicio de cada etapa del proceso. Lo más resaltante el inicio de puesta en marcha del sistema.

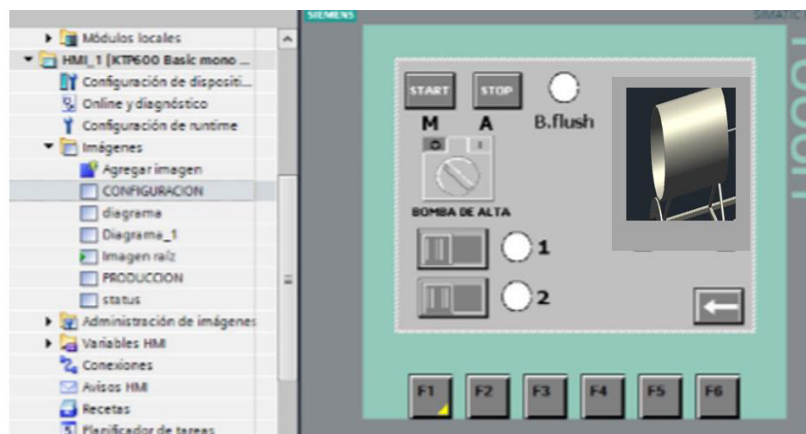


Figura 52: panel de arranque del sistema

En el sistema de control hay que tener en cuenta las borneras, así como también los switch tienen que estar direccionadas directamente a las variables del PLC, para que no tengan ningún problema de interactuar con las variables seleccionadas en los bloques del programa.

El PLC y HMI, están adaptados a un puerto Ethernet lo que indica que cada uno tiene su propia dirección IP, configurado por el fabricante, pero si deseamos agregar otro dispositivo adicional, en TIA PORTAL, lo primero que se debe hacer es configurar la dirección IP del nuevo dispositivo.

Los enlaces y conexiones importantes que debemos realizar necesariamente, necesitamos el puerto principal de enlace de la conexión de un router, la configuración del OPC SERVER, al mismo tiempo que se indique las lecturas de las variables del programadas en el PLC, y se deberá designar la conexión mediante el puerto ethernet.

3.4.6. Montaje del prototipo de simulación

- Fuente de alimentación
- Un controlador lógico programable
- Un HMI
- Un módulo de entradas analógicas
- Módulo de comunicación GPRS
- Elemento radiante omnidireccional
- Una tarjeta sim
- Una tarjeta Arduino uno
- Enchufe
- Cable

3.5. DISEÑAR EL SISTEMA DE MONITOREAR A DISTANCIA DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE UNA MÁQUINA DE REPUJADO DE ALUMINIO EN LA EMPRESA MEGAL SAC.

El monitoreo a distancia y supervisión del mismo, es uno de los objetivos esperados para una amplia optimización del proceso que se desarrolla en el sistema automatizado, adoptando los parámetros necesarios para que el sistema sea monitoreado a partir del primer momento que se pone en marcha, durante y hasta el final de la jornada de trabajo, para así poner en evidencia y cumplir con el proceso de recopilación de la data de todo

el proceso de producción, para que esto sea observado y reportado sin ningún problema de cualquier otro lugar, que no sea necesariamente el interior de la fábrica.

Para lograr viabilizar esta etapa, se establece el diseño dos sistemas de supervisión, el primero que es de manera remota haciendo uso de la red Ethernet y la segunda mediante la red inalámbrica, la llamada red GPRS. A continuación, se detalla cada una.

3.5.1. Software de monitoreo LabVIEW- OPC SERVER

Gracias a la eficiencia que presenta el software de LabVIEW para ejecutar el trabajo de control, supervisión y monitoreo en su plataforma, presta la garantía más adecuada, para esquematizar y supervisar proyectos de gran magnitud, ya sean implementados en cualquier tipo de sistema de automatización, puede ser electrónico, mecánico, neumático u otro tipo gracias a la ventaja que permite adquirir y supervisar el proceso y obtener resultados en tiempo real.

El servidor OPC SERVER, es un potente servidor de datos, ve permitir interconectar los datos encontrados con el servidor del PLC, que lo va mostrar en el ordenador principal de la central a monitoreo mediante la red industrial del sistema SCADA, o mediante internet y la red Ethernet.

El sistema SCADA, va permitir gobernar las actividades, también cómo evoluciona el procedimiento, sin la necesidad del operario, para ello se necesita el interfaz usuario – planta, a través de un panel de control diseñado con los componentes necesarios de manera digital, que se emplea en la informática industrial.

A. Desarrollo del módulo de supervisión en LabVIEW

Para desarrollar el proyecto, solo es necesario seguir los pasos dentro de la ventana del programa, la forma de crear el proyecto para supervisar con todo los detalles y ámbitos dentro del sistema automatizado de la máquina de repujado de aluminio es tan factible a través del software LabVIEW por su gran utilidad en el sector industria.

El primer paso es la apertura de la ventana de trabajo en la plataforma de LabVIEW, en donde abrimos una hoja nueva de trabajo en donde se asigna en primer lugar un nombre para poder guardar el proyecto, en este caso le denominamos MÁQUINA DE REPUJADO, como lo indica la imagen 53, capturada de la plataforma virtual que se está trabajando.

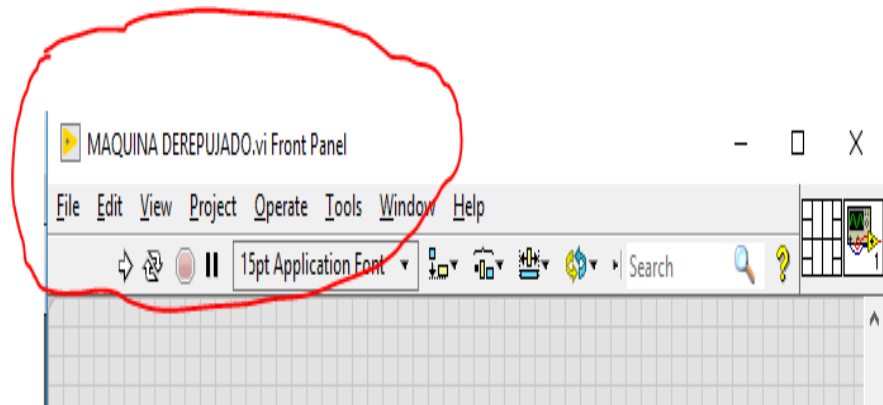


Figura 53: creación de la plataforma virtual de la máquina de repujado

Luego dentro de la hoja nueva se ira diseñando el sistema de repujado, haciendo uso de la librería del sistema para establecer la conexión adecuada, de los componentes electrónicos necesarios para el diseño, así como los motores el compresor, los actuadores neumáticos.

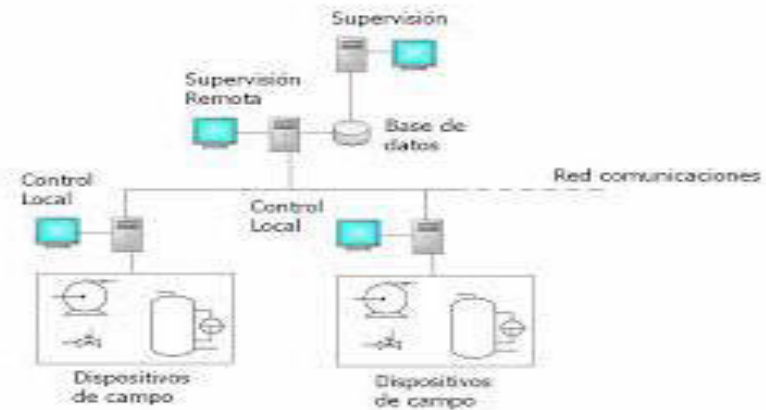


Figura 54: creación de la planta virtual de la máquina de repujado

El siguiente paso, se crea nuevamente un proyecto para entrar en la librería del OPC SERVER, también se guarda con el nombre MÁQUINA DE REPUJADO, allí se genera una librería con los famosos tags que representan a una determinada señal ya sea análoga o digital que interconectan hasta el PLC, los tags tienen que tener la misma nomenclatura y direccionamiento igual que la salida y entrada física asignada en el controlador.

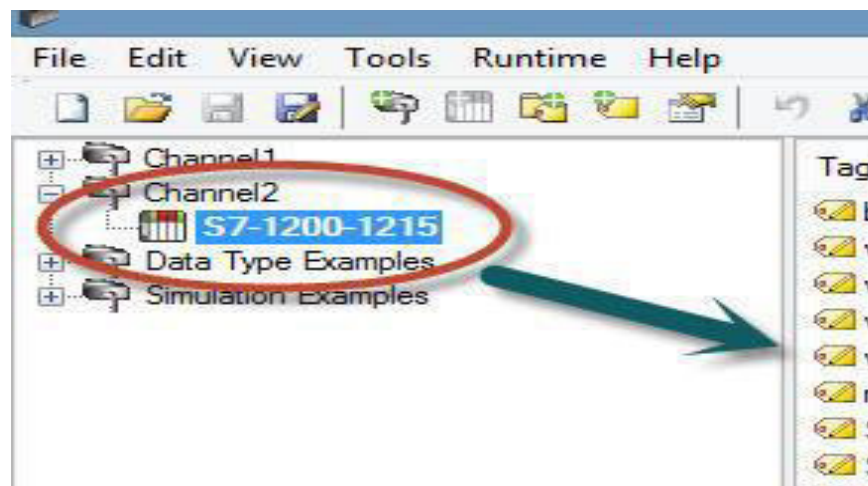


Figura 55: creación del proyecto OPC SERVER

B. Elaboración del diagrama de bloques en LabVIEW

Para generar el diagrama de bloques, ingresando en el portal principal del programa, en donde todos los objetos antes

designados en la librería, son arrastrados automáticamente a esta ventana de diagrama de bloque y se crea un bloque señalando la dirección de tag creado en el OPC para enlazarlo con LabVIEW.

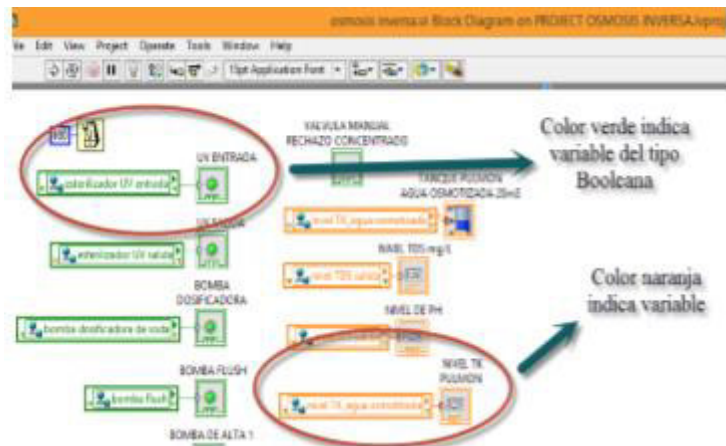


Figura 56: creación del diagrama de bloques

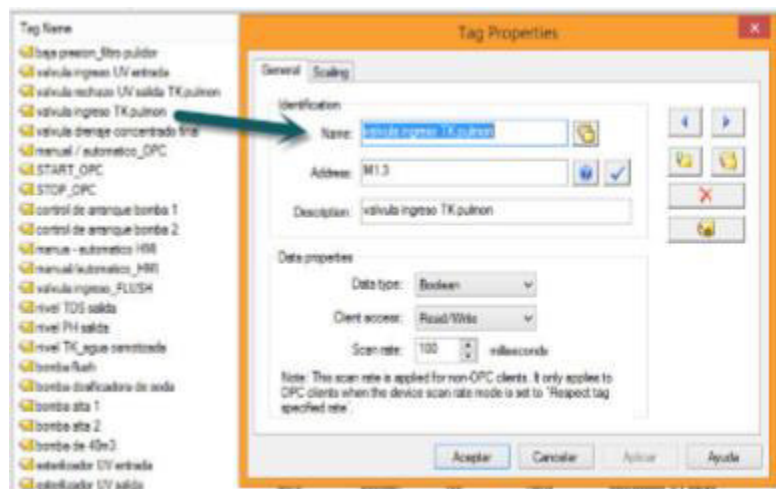


Figura 57: configuración de entradas y salidas

En la configuración de la ruta de conexión en el OPC SERVER que viene a ser el PLC y sus características correspondientes, que al configurar el hardware para el enlace, se tiene que encontrar el host a través de la IP asignada, depende del tipo de comunicación sea conectado a través del switch, lo mismo pasa mediante la conexión punto a punto o por un router, la función que va realizar

el OPC es buscar la ruta hasta llegar al IP y se conectará con el PLC y realizara la lectura de datos, para enviarlo al programa de LabVIEW, allí se leerá de forma visual y en el bloque del servidor online que se denomina denominado OPC CLIENTE.

Considerando que el OPC o servidor de datos es el encargado de realizar la lectura de datos del PLC directamente, ya sea analógicos o digitales y envía directamente a LabVIEW para su procesamiento, lo particular en nuestro sistema no únicamente se supervisará el sistema, aquí se controlará el sistema de repujado, y tener controlado el arranque y paro de manera remota.

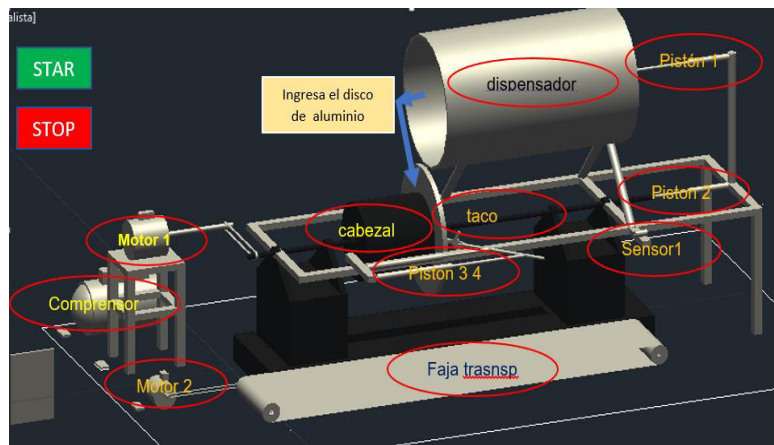


Figura 58: sistema controlado remotamente

Como se observa, en la plataforma del OPC se encuentra la opción de monitoreo a modo "online" llamado OPC CLIENT, a través de esta excelente opción se logra visualizar las variables online con el sistema aun en marcha.

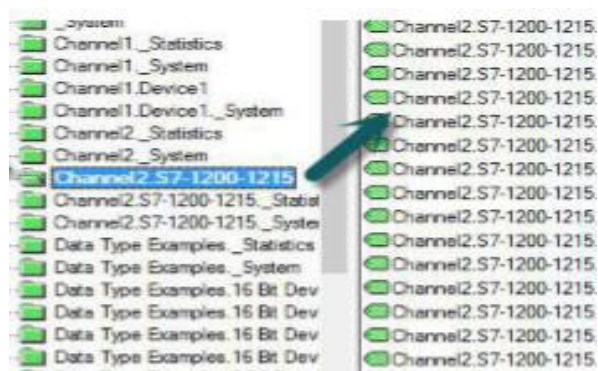


Figura 59: apertura del enlace servidor- cliente

3.5.2. Desarrollo de la supervisión inalámbrica en la red GPRS

En nuestro proyecto se ha implementado un sistema de monitoreo de manera inalámbrica utilizando el módulo de comunicación configurable para protocolos GSM y GPRS

Para el desarrollo del sistema de monitoreo inalámbrico se optó por utilizar el módulo de comunicación CP 1242 de la marca SIEMENS. El mismo que será conectado al PLC, Se deberá contar también con una antena omnidireccional y una tarjeta SIM de cualquier operador móvil local.

Para ello, se entrará a la ventana del TIA PORTAL luego se tomará la opción de configuración del dispositivo, seleccionando el módulo y se agregará la conexión al PLC



Figura 60: selección de módulo CP 1242-7

Para reanudar con la conexión en el programa TIA Portal es secuencial, se tiene que seleccionar el módulo justamente donde será instalado en un rack que será conectado directamente a la CPU, que será agregado de inmediato al bloque del programa, aquí se insertará directo en el slot 101 del rack 0.

Ingresamos a la librería donde están todos los módulos abiertos, y nos vamos a ubicar en el módulo de comunicación CP1242-7, con todas sus características y está listo para ser configurado.

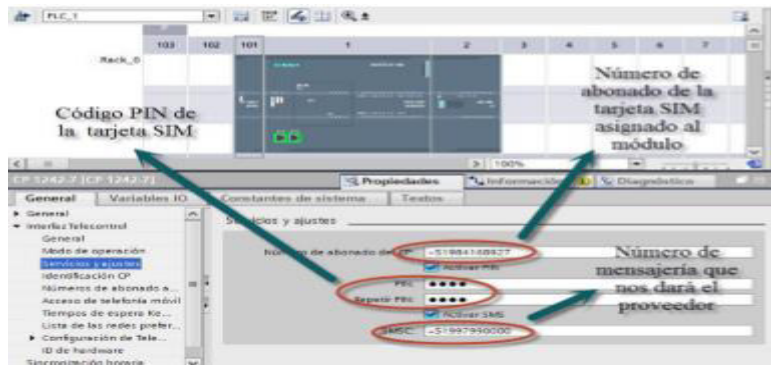


Figura 61: ventana de configuración del CP1242-7

Otro paso de la configuración principal de comunicación es la configuración del número principal para mensajería SMSC, necesariamente tiene que ser con el código PIN correspondiente a la tarjeta SIM, se tiene agregar el número de abonado del proveedor del servicio de la SIM, es de mucha necesidad agregar los números de abonado de los asociados que van acceder a recibir o enviar mensajes de texto, con su ID correspondiente para poder configurar mediante los bloques con los datos generales del módulo respectivo.

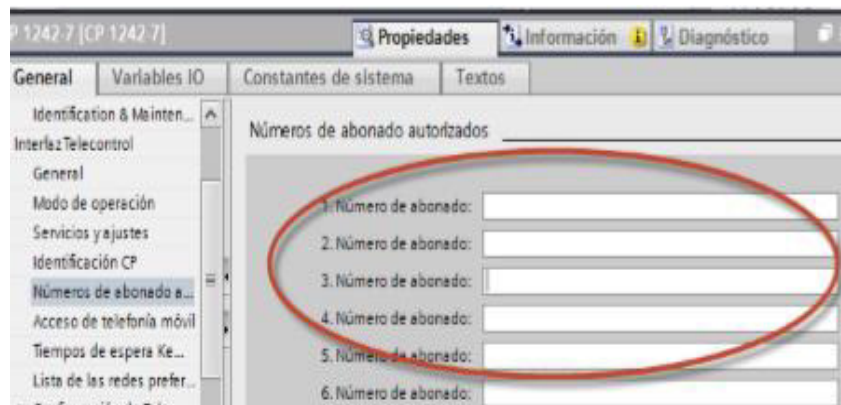


Figura 62: configuración de los números de abonado

A. Configuración para envío de mensaje de texto

Para la configuración del envío de mensaje de texto, primero se crea el bloque lógico de función (FC) que será denominado como

“envió SMS”, accediendo en nuestra librería, en la opción funciones avanzadas, aquí se agrega el bloque TC_CON, para la configuración de la conexión para el servicio de mensajería de texto, el siguiente bloque TC_SEND, con este se configura el envío de mensaje en modo de texto.

Configuración del bloque de datos DB se necesita conocer la ID para entablar la comunicación entre ellos, o sea entre el operador de servicio y el bloque de datos, se configura para enviar el mensaje de utilizando una instrucción de TC_SEND, para ello se tiene que configurar el direccionamiento de los mensajes conjuntamente con los números de abonado, al cual será enviado el mensaje.

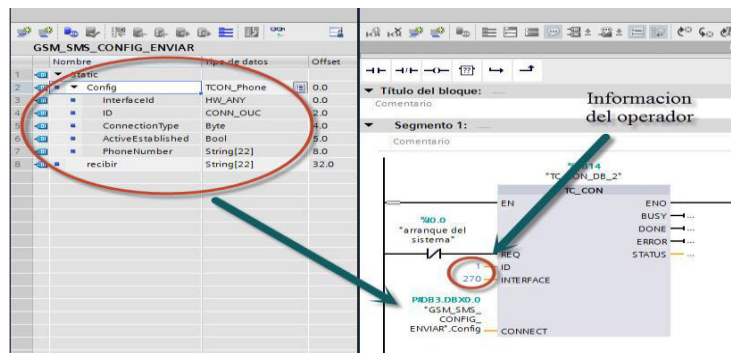


Figura 63: configuración de envío de texto

Si configuramos correctamente el bloque TC_CON conecta automáticamente a los bloques TC_SEND seguido el bloque TC_RECV el bloque tendrá que buscar la manera de enlazar y direccionar los mensajes, para enviarlo nuevamente en datos al bloque que se ha seleccionado.

Los bloques tienen una función independiente cada uno por ello cuentan con un ID único con la finalidad de ser identificado a que grupo de bloque pertenece, esto se debe a que cuando se envía el mensaje para un determinado grupo de bloque pasa por un proceso, para poder identificar cual es la ID que se encuentra en conexión, este dato sirve para tomar la decisión del número a que

será remitido el mensaje, sabiendo que el bloque TC_CON contiene la data informática del número de abonado, para verificar el proceso del mensaje ya sea envió o recepción del mismo con mucha seguridad.

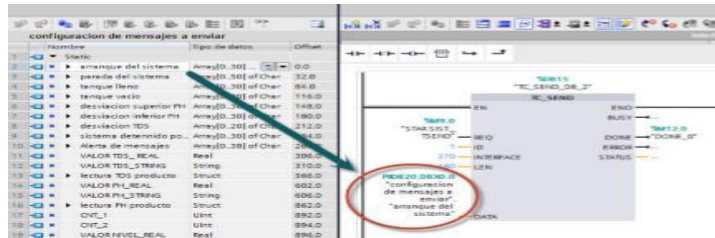


Figura 64: configuración de bloque TC_SEND

Si ocurre un error durante el desarrollo del proceso el sistema está diseñado para reportar las averías ocurridas durante todo el tiempo que se encuentre en marcha el sistema, para poder reportar a través del mensaje de texto para su corrección inmediata. Un aspecto resaltante que se tuvo en cuenta es si el SIM insertado en el sistema no tiene saldo la comunicación no sería efectiva, y para saber si cuenta o no con saldo se crea un programa adicional para que mediante la opción de mensaje de texto se haga una consulta desde la ventana principal del HMI en donde se descargará la respuesta; para ello, se adiciona un bloque denominado “contador de mensajes enviados”, con la única función de censar los mensajes que son enviados que de acuerdo a un límite determinado de mensajes que logren ser enviados, si supera el límite el sistema enviará un aviso para realizar una nueva recarga.



Figura 65: opción de consultas de saldo en el HMI

B. Configuración para recibir el mensaje de texto

Para configurar la recepción del mensaje de texto también se tiene que crear el bloque principal FC, que es denominando “recibir_SMS”, a esto se tiene que agregar otro bloque adicional configurado específicamente para la recepción del mensaje de texto; luego, se agrega los bloques TC_CON, para la configuración de la conexión al servicio del mensaje, el bloque para confinar la recepción sería TC_RECV, finalmente queda todo listo para poder recepcionar la mensajería de texto.

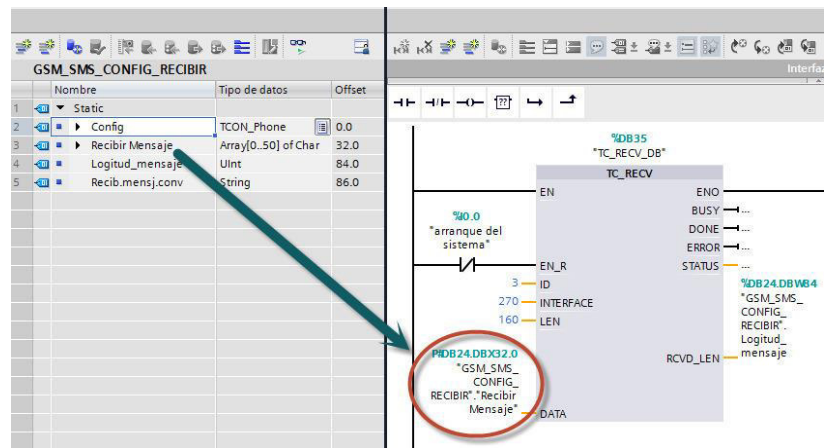


Figura 66: configuración de recepción de mensaje de texto

La función de intercambiar mensajes de entrada o salida se crea con el fin que el sistema tenga autonomía en sí mismo y poder controlar los comandos de encender y apagar el sistema, corroborar la actividad de las señales que entran y salen del PLC.

Para poder recibir un mensaje se tiene que abrir la plataforma del bloque FC seguido la configuración de la instrucción TC_RECV para el procesamiento de los mensajes, en el caso tenemos que utilizar la instrucción de mando CHARS_TO_STRG, que lo convierte a los datos de tipo ARRAY OF CHAR a STRING, para que pueda actuar dicto frente el sistema.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

4.1. ANÁLISIS DE COSTO

4.1.1. Recursos humanos

Para determinar los costos correspondientes a esta parte, primero realizamos un estudio especializado con muchos detalles de las características y componentes que conforman el sistema de la máquina de repujado, la cual demandó trabajos muy adicionales fuera de horarios de trabajo para no interrumpir la producción, para realizar una buena recopilación y clasificación de información. De la misma manera se desarrolló un robusto diseño del sistema de comunicación a través de la red del software LabVIEW, de manera que al mismo tiempo el servidor OPC, así mismo tiempo se realizó la programación del lenguaje LADDER, en TIA PORTAL, como también se ejecutó una serie de pruebas y simulaciones, para así validar los procesos establecidos para lograr el objetivo trazado en la investigación.

Tabla 20. Recursos humanos para el sistema.

N°	DESARROLLO DE SOFTWARE UTILIZADO	COSTO
1	Programación Ladder en (TIA PORTAL) PLC	S/ 1,300.00
2	Programación LabVIEW (supervisión y monitores)	S/ 1,200.00
3	Programación en ARDUINO UNO	S/ 200.00
4	Configuración de la comunicación GPRS	S/ 1,500.00
5	Configuración del enlace de comunicación OPC	S/ 1,500.00
6	Costo pruebas y ajustes del sistema	S/ 2,500.00
7	Costo de energía consumida	S/ 1,000.00
8	Costo mano de obra	S/ 4,000.00
	Total	S/ 13.200.00

En la tabla 20, se puede apreciar los gastos a los cuales se recurrió para poder diseñar y simular el sistema.

4.1.2. Recursos de hardware

En los recursos materiales se va a tener que contemplar los precios establecidos en el mercado, de materiales que utilizará en el desarrollo del sistema automatizado para estimar los gastos que genera el propósito de implementación para poder obtener el costo total de los recursos de hardware, que serán empleados para el sistema de automatización, se realiza un proceso de consultas de los recursos que se pueden encontrar en los mercados de nuestro ámbito local y como también el mercado virtual, dependiendo del componente si amerita emplear el proceso de compra virtual.

Tabla 21. Costo de materiales y equipos.

N°	DISPOSITIVOS Y EQUIPOS	COSTOS
1	CPU 1212 DC/DC/DC	S/ 2.600.00
2	Módulo de entrada analógica	S/ 1,100.00
3	Módulo CP	S/ 2,200.00
4	Pantalla HMI 6"	S/ 2,500.00
5	Fuente sitop24 VDC	S/ 1,200.00
6	Signal board	S/ 500.00
7	Antena omnidireccional	S/ 350.00
8	Pulsadores	S/ 20.00
9	Relé 24 V DC	S/ 50.00
10	Bornera	S/ 20.00
11	Llave termomagnética 32 Amp	S/ 50.00
12	Cable mellizo	S/ 15.00
13	Cable unipolar	S/ 25.00
14	Tubo corrugado	S/ 20.00
15	Canaleta	S/ 20.00
16	Rack metálico del controlador	S/ 70.00
17	Tomacorriente	S/ 12.00
	Total	S/ 10,682.00

En la tabla 21, se muestran los precios de los componentes electrónicos, así como los recursos materiales necesarios para realizar la implementación del proyecto de investigación.

4.1.3. Recursos de software

Dentro de ello se ha incluido todos aquellos materiales y equipos que vamos a emplear para la simulación implementación de proyecto.

Tabla 22. Desarrollo del software.

N°	EQUIPOS DE PRUEBA	COSTO UNIT
1	Arduino uno	S/ 80.00
2	Circuito impreso	S/ 50.00
3	Servomotores	S/ 300.00
4	Fuente de alimentación	S/ 50.00
5	Cables	S/ 20.00
6	Borneras y conectores	S/ 30.00
7	Tomacorriente	S/ 5.00
8	Diseño de la maqueta	S/ 120.00
	TOTAL	S/ 655.00

En la tabla 22, se muestra el costo de los elementos para armar la parte de la implementación del sistema, para este resumen se considera, lo invertido en la programación que realizamos al controlador lógico programable, al sistema de comunicación que se realizó por medio de la red en LabVIEW, también se considera la programación del sistema de mensajes GPRS, así como se toma la programación de la tarjeta Arduino.

Tabla 23. Costo previsto de inversión inicial.

N°	DESCRIPCIÓN	COSTOS
1	Costo de recursos humanos	S/ 13.200.00
2	Costo de recursos de hardware	S/ 10,682.00
3	Costo de recursos de software	S/ 655.00
	Total	S/ 24,537.00

4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIO

4.2.1. Beneficios tangibles

Este proyecto está enfocado en la optimización de la máquina de repujado de aluminio para mejorar la producción de ollas en la empresa MEGAL SAC, debido a eso se cobrará una utilidad de 20% del costo total de implementación.

Tabla 24. Ingresos por venta del equipo.

N°	DESCRIPCIÓN	COSTOS
1	Precio total (S/.)	S/ 24537.00
2	Utilidad 20%	S/ 4907.40
3	Precio de venta total (sin IGV) (S/.)	S/ 29444.40
4	Precio de venta total (sin IGV) (US\$)	\$ 8660.12
5	Precio de venta total (sin IGV) (€)	7164.09 €

En la tabla 24, se muestra el precio de venta del sistema con una utilidad del 20%.

Como se observa en la Tabla 24, el costo para producir un modelo de este sistema sería: S/ 29444.40 y se tendría una ganancia neta de S/ 4907.40.

4.2.2. Beneficios intangibles

Como ya se ha mencionado en la empresa a implementar el sistema es netamente industrial y depende de una buena producción para cubrir todas sus necesidades, al implementarlo se logrará los siguientes beneficios:

- Ayudará a la empresa a obtener una producción con menores pérdidas.
- Recopilará información del comportamiento y evolución del sistema después de su implementación.
- Incentivará a los empresarios del rubro para que opten por técnicas mejor adaptadas en la empresa en la elaboración de sus productos.

4.2.3. Análisis de costo y beneficio

Si se compara con otros equipos de corte similar, el sistema a implementar es más económico. También cabe mencionar que dichos equipos solo están orientados a un tipo de sistema, hay equipos un poco más completos, pero el precio se eleva enormemente.

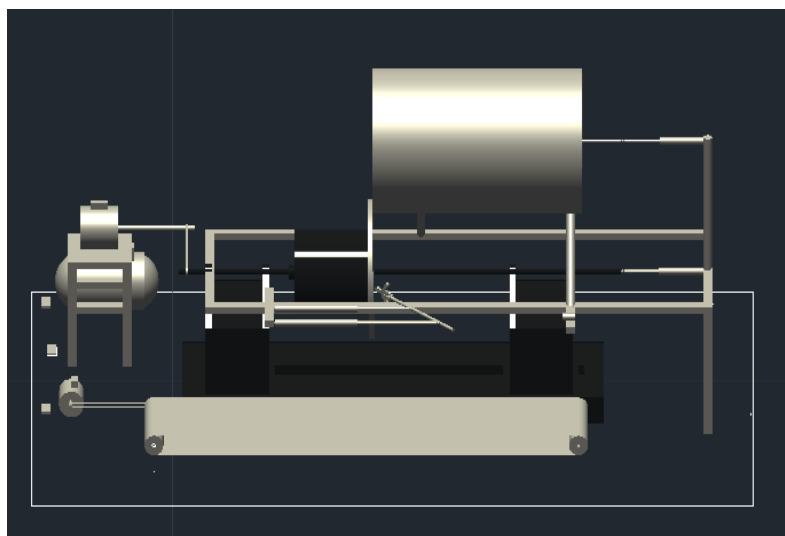


Figura 67: modelos de máquina de repujado

En la Figura 67, se puede apreciar uno de los modelos de máquina de repujado, con un precio accesible. Además, su venta es generalmente por páginas web y se tiene que coordinar su envío hacia el Perú, lo cual implica un costo adicional.

Ahora se va a evaluar el costo – beneficio con respecto a otras máquinas similares.

$$\frac{\text{beneficio}}{\text{costo}} = \frac{S/.31000}{S/.24537} = 1.26$$

Se tiene un resultado de 1.26, eso quiere decir que el proyecto que se está implementado es viable debido a que es más económico que otros equipos.

4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

4.3.1. Desarrollo del flujo de caja

Vamos a ver el análisis del flujo de caja si se quiere implementar el proyecto, con un estimado de 5 años.

Tabla 25. Flujo de caja.

Años	N° clientes	Ingreso	Egreso	Flujo de efectivo neto
		A	B	A - B
1	1	31000	24537	6463
2	2	62000	49074	12926
3	3	93000	73611	19389
4	4	124000	98148	25852
5	5	155000	147222	7778
TOTAL		465000	392592	

En la tabla 25, se muestra el flujo de caja del sistema para el tiempo estimado.

4.3.2. Análisis del VAN

Vamos a calcular el VAN (Valor Actual Neto) para este ra ello se utilizará los datos del flujo de efectivo neto.

Datos:

Tasa de interés (i) = 10%

t = 5 años

La fórmula del VAN es:

$$VAN = I_0 \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN = S/ 12337.92$$

4.3.3. Análisis del TIR

Para calcular el TIR (Tasa Interna de Retorno) se utilizará los datos del VAN.

Formula del VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Como vemos lo que tenemos que buscar en la tasa de interés que hace que el VAN sea cero.

Formula del TIR:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n i \times F_i}$$

Resultado $TIR = 0.49$

$TIR = 49 \%$

CONCLUSIONES

1. El sistema automatizado de la máquina de repujado basado en PLC cumple con los objetivos planteado el en proyecto de investigación, verificando que se logra reducir el empleo de mano del hombre en el proceso de repujado y aumentar la producción a mayor escala.
2. El modelamiento matemático es un pilar que sobre ello gira el proyecto de investigación en estudio, para ello se realizó un exhaustivo trabajo de recopilación de información para obtener el modelamiento más adecuado con la capacidad de cumplir el planteamiento del objetivo general.
3. Se logró con bastante satisfacción diseñar el sistema de repujado, juntamente con el sistema de comunicación y monitoreo a distancia gracias a la manipulación de sistemas de software especializados para cada etapa se hace posible lo propuesto en el desarrollo del objetivo planteado.
4. Se logró desarrollar el sistema de supervisión y monitoreo a distancia gracias a la adquisición de datos en LabVIEW, se ejecuta en tiempo real comparando los valores tomados en el programa TIA PORTAL.
5. El costo para la implementación del proyecto requiere de un importante costo, por lo que en los elementos virtuales resulta más económico y se puede manejar la factibilidad del proyecto.
6. Se logró implementar el sistema de control y monitoreo a distancia del sistema automatizado, del proceso de repujado de ollas de aluminio.

RECOMENDACIONES

1. El proyecto de investigación abarca solo una parte de las etapas del proceso de repujado por lo que nos conlleva a recomendar para que se pueda incluir las etapas que aún no son consideradas en esta etapa en la posterior implementación.
2. Se recomienda ubicar la antena en un punto estratégico donde pueda tener una buena cobertura y no tener inconvenientes sobre el sistema de comunicación, porque el equipo requiere fijar una buena línea de vista y calibración para no perder de ninguna manera la cobertura y comunicación.
3. Se recomienda incentivar a los futuros investigadores apuntar a otras nuevas empresas para incorporar nuevos puntos de implementación para motivar al desarrollo de los sistemas automatizados de alto nivel.
4. La conexión de los equipos es recomendable utilizar productos de mayor calidad, garantizado por el fabricante, en cuanto a los equipos deben ser estarán cumplir con la normativa ISA y ANCI.
5. Es recomendable usar el cable STP (par trenzado apantallado) para hacer la conexión Ethernet del servidor OPCSERVER mediante LabVIEW para garantizar la seguridad y eficiencia de la conexión.

GLOSARIO

Automatización: procedimiento donde se hace uso de los sistemas de control juntamente con la tecnología informática para implementar mecanismos industriales, así reducir la intervención del hombre en procesos industriales.

Repujado de aluminio: el repujado de aluminio es el proceso de rechazado del aluminio en el torno de repujado.

Máquina de repujado: una máquina de repujado es un torno con movimientos circulares para formar piezas geométricas cilíndricas.

Sistema de repujado: es un sistema preparado para realizar trabajos de forjado de metal con formado por todos los componentes necesarios para el repujado.

REFERENCIAS

- Ajila, F. P., Sánchez-Acosta, C., Pacheco-Reinoso, J. C., y Diéguez, A. (2018). Automatización de una sala de ordeño para el control de compuertas, dosificación de alimento y medición de leche caso de estudio: ESPOCH-Ecuador. *European Scientific Journal*, 14(30), 419-437.
- Barreiro, L., Molina, J. y Cevallos, H. (2015). *Diseño e implmentación de un control de planta de nivel Gunt RT450 del laboratorio de Instrumentación Industrial utilizando un PLC Simatic S7 1200 con automatización total integrada (TIA PORTAL) e implementación de una interfaz para usuario diseñada en Labview con Comunicación mediante OPC*. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/43697?show=full>
- Blagojević, V., Randelović, S., Nikolić, V., & Dudić, S. (2019). Automatic Generation of the PLC programs for the sequential control of pneumatic actuators. *Facta Universitatis*, 17(3), 405-414. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/7463/240d9d72d10528ace7bc7f18bf0e115f779b.pdf?_ga=2.62383212.178463599.1602776967-1141685739.1598844211
- Budynas, R. G., y Nisbett, J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (8ª ed.). México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Bustamante, J. (2016). *Curso PLC y programacion: todo sobre PLC*. Seattle: Createspace Independent Pub.
- Camayo, J. L. (2011). *Efectos de la automatización industrial en las relaciones laborales de las empresas manufactureras de la región callao en el año 2011, mediante el sistema de gestión de calidad ISO 9000* (trabajo de investigación). Recuperado de <https://www.doccity.com/es/efectos-de-la-automatizacion-industrial-en-las-relaciones-laborales-de-las-empresas-manufactureras-de-la-region-callao-en-el-ano-2011/2611692/>
- Cortizo, J. (2010). *Elementos de máquinas: teoría y problemas* (3ª ed.). Oviedo: Ediuno.
- Electricidad/Electricitat. (2019). *Maquinas electricas*. Recuperado de <https://electricidad-ivatger.blogspot.com/search/label/Maquinas%20electricas>
- Flores, D. G. (2012). *Proyecto de instalación de una planta de fabricación de ollas repujadas de aluminio en la región Puno* (tesis de grado). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/112780228/Diana-Flores-Medina-PROYECTO-DE-INSTALACION-DE-UNA-PLANTA-DE-FABRICACION-DE-OLLAS-REPUJADAS-DE-ALUMINIO-EN-LA-REGION-PUNO>
- González-Acevedo, H., y Villamizar-Galvis, Ó. G. (2019). Implementación de un sistema de control para regular la velocidad y posición de motores industriales utilizando el protocolo de comunicación OPC. *Revista UIS Ingenierías*, 18(2), 147-158. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5537/553762533015/html/index.html>
- Interempresas Media, S.L.U. - Grupo Nova Ágora. (2019). *Interempresas*. Recuperado de <https://www.interempresas.net/PrimeraPagina/>

- Lajara, J., y Pelegri, J. (2011). *LabVIEW: Entorno gráfico de programación*. México D.F.: Alfaomega.
- Lázaro, A. (2005). *Labview 7.1. Programación gráfica para el control de instrumentación*. Madrid: Paraninfo.
- Mengual, P. (2009). *STEP 7: Una Manera Fácil de Programar PLC de Siemens: 1*. Barcelona: Marcombo.
- Meza, G. A. (2017). *Diseño de una troqueladora para corte de perfiles de aluminio en la empresa Ospina SAC-Huancayo* (tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4114>
- Micek, P., & Hammer, P. (2014). Control system of the laboratory stand for continuous casting of aluminum. *Proceedings of the 2014 15th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, 342-345.
- Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquina* (4ª ed.). México D.F.: Pearson.
- Oldani, C., Aguirre, L., y Mancini, R. (2008). Microfisuración en el proceso de repujado de aluminio. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 13(4), 611-616. <https://doi.org/10.1590/S1517-70762008000400006>
- Pacheco, M. C. (2015). *Automatización de un proceso industrial mediante autómatas* (tesis de grado). Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/58883>
- Porras, R. (2010). *Control y automatización con PLC y SCADA del proceso de chancado de en la minera aurífera Retamas* (tesis de grado). Recuperado de <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/712670>
- Quintero, D., Claro, H., Regino, F., & Gómez, J. (2019). Development of a data acquisition system using LabVIEW and Arduino microcontroller for a centrifugal pump test bench connected in series and parallel. *Journal of Physics: Conference Series*, 1257, 1-7. Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1257/1/012002>
- Ramadhan, A. R., Adullah, A. G., & Juanda, E. A. (2016).. *Innovation of Vocational Technology Education*, 48-55.
- Rendón J. D. y Palacio, J. E. (2009). *Repujadora automática de lámina de torno (spinning process)* (tesis de grado). Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/4418>
- Rodríguez, E. L. (2014). *Diseño mecánico de alimentador de barras cortas para torno de control numérico* (tesis de grado). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5484>
- Roldán, J. (1989). *Motores eléctricos automáticos de control* (8ª ed.). Madrid: Thomson-Paraninfo.
- Sawant, P., Ho, E., & Pfafferott, J. (2020). Application and analysis of a model based controller for cooling towers in compression chiller plants. *Heliyon*, 6(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03249>
- Silva, H. P. y Taris, J. D. (2012). *Diseño y construcción de una maquina automática para el conformado en frio de volutas en varillas cuadradas de hasta ½ pulgada, para*

cerrajería ornamental (tesis de grado). Recuperado de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2476>

Villamonte, R. L. (2018). *Diseño de un sistema automatizado para el tratamiento de agua por osmosis inversa monitoreado a distancia* [tesis de grado]. Recuperado de
<http://repositorio.uch.edu.pe/handle/uch/264>

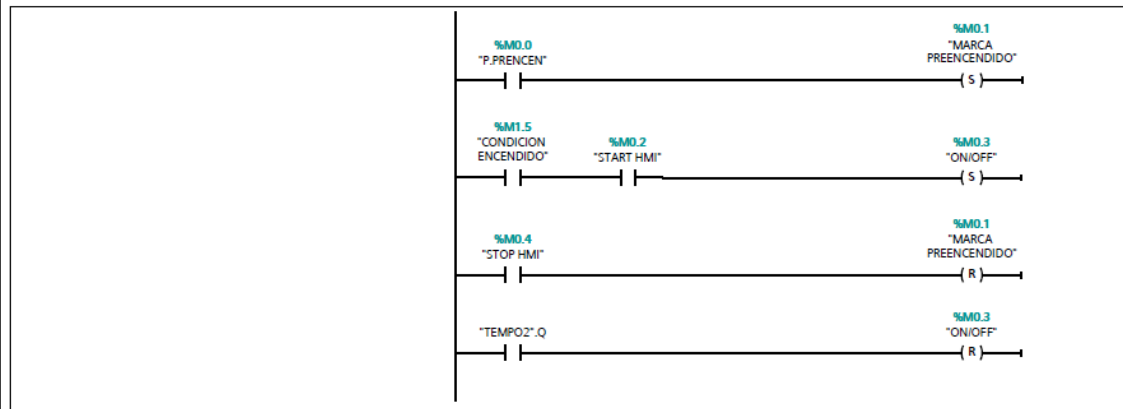
ANEXOS

EDWIN / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

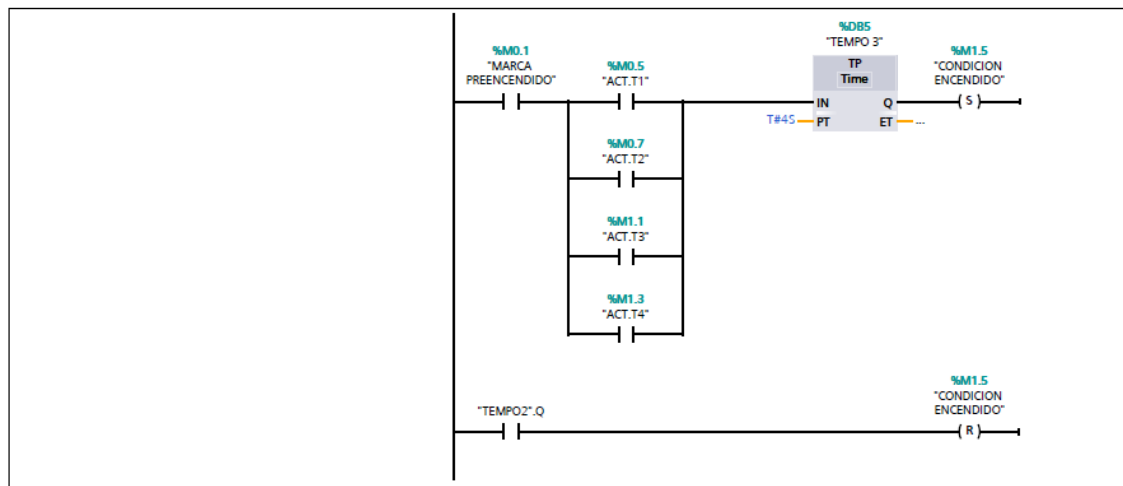
Main [OB1]

Main Propiedades							
General							
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					
Main							
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario			
▼ Input							
Initial_Call	Bool			initial call of this OB			
Remanence	Bool			=True, if remanent data are available			
Temp							
Constant							

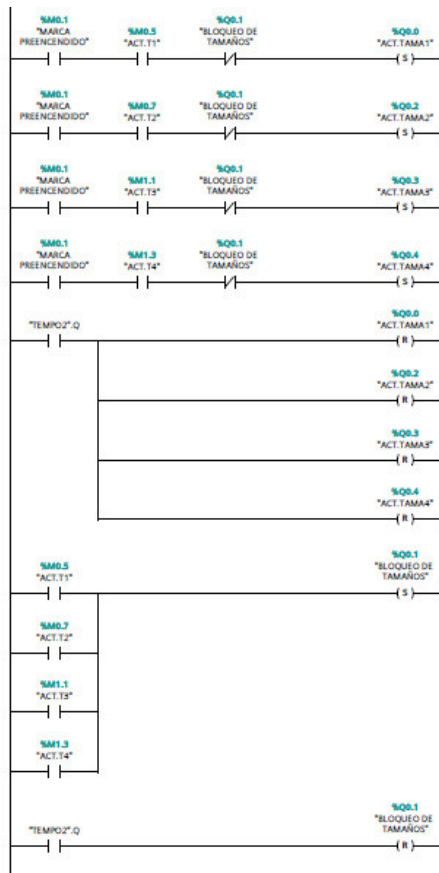
Segmento 1: ARRANQUE DEL SISTEMA



Segmento 2: TAMAÑOS DE SELECCION



Segmento 3: ACTUADORES NEUMATICOS(PISTONES) DE ACUERDO AL TAMAÑO



Segmento 4: MOTOR PARA DAR FORMA LA OLLA

