

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE AUTOMATIZACIÓN PARA MEJORAR LA  
PRODUCCIÓN DE CARRETOS EN LA EMPRESA LA  
CASA DE TORNILLO SRL.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ**

**Chiclayo, 19 de agosto del 2011**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE AUTOMATIZACIÓN PARA MEJORAR LA  
PRODUCCIÓN DE CARRETOS EN LA EMPRESA LA  
CASA DE TORNILLO SRL”**

**POR:**

**JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ**

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**

---

**Ing. Martha Tesen Arroyo**

**PRESIDENTE**

---

**Lic. Fís. Edwin Cumpa Barrios**  
**SECRETARIO**

---

**Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

A Dios que siempre está presente en mi vida, protegiéndome y dándome la fuerza necesaria para seguir adelante en cada uno de mis proyectos.

A mi hija Tiffany:

La luz de mis ojos, es la razón más grande que tengo, para seguir adelante y vencer los obstáculos que se nos presenta cada día.

A mi madre Ytala:

Por su apoyo constante, por guíame por el camino que es la verdad.

A mi esposa Gladys.

Por su apoyo en cada momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al doctor Max Arroyo, mi asesor de tesis.

Por su apoyo incondicional en cada una de las asesorías.

A la ingeniería María Luisa Espinoza:

Un excelente coordinadora por su apoyo constante, en cada uno de los cursos.

A los mejores Docentes de la universidad.

A la Ing. Martha Tesen, Lic. Edwin Cumpa, y el Doctor Maximiliano Arroyo.

A la casa del tornillo.

Con su gerente Gonzalo Sánchez Calderón, por brindarme las facilidades de desarrollarme profesionalmente:

## INDICE

### I. INTRODUCCIÓN

### II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

<b>2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA</b> .....	12
<b>2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	14
2.2.1. Automatización.....	14
2.2.1.1. Conceptos de automatización.....	14
2.2.1.2. Objetivos de la automatización.....	14
2.2.1.3. Partes de un sistema automatizado.....	15
A. Parte Operativa.....	15
B. Parte de Mando.....	16
2.2.1.4. Principio de un sistema automático.....	17
2.2.1.5. PLC's.....	18
A. Campo de aplicación.....	19
B. Funciones básicas de un PLC.....	20
C. Clasificación del lenguaje y programación del PLC.....	20
2.2.2. Motores de corriente alterna.....	25
2.2.3. Motores de corriente continua.....	27
2.2.4. Reductores.....	28
2.2.4.1. Clasificación por tipo de engranajes.....	29
2.2.5. Contactores.....	31
2.2.6. Sensores inductivo.....	32
2.2.7. Diagramas de actividades simultáneas.....	34
2.2.7.1. Diagrama hombre-máquina.....	34
2.2.8. Indicadores de producción y productividad.....	36
2.2.8.1. Proceso de producción.....	36
2.2.8.2. Productividad.....	36
2.2.8.3. Eficiencia física.....	37
2.2.8.4. Eficiencia económica.....	37

### III. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

<b>3.1. ESTUDIO DE MERCADO</b> .....	38
3.1.1. El producto en el mercado.....	38
3.1.1.1. Producto principal y subproductos.....	38

A. Carretos .....	38
B. Moto taxis .....	41
3.1.1.2. Características, composición, propiedades .....	41
3.1.1.3. Usos .....	42
3.1.1.4. Productos sustitutos y/o similares .....	42
3.1.1.5. Estrategia del lanzamiento al mercado .....	42
3.1.2. Zona de influencia del proyecto .....	42
3.1.2.1. Área de mercado seleccionada .....	42
3.1.2.2. Factores que limitan la comercialización .....	43
3.1.3. Análisis de la demanda .....	43
3.1.3.1. Características de los consumidores .....	43
3.1.3.2. Situación actual de la demanda .....	43
3.1.3.3. Situación futura .....	43
3.1.4. Análisis de la oferta .....	44
3.1.4.1. Oferta Actual .....	44
3.1.4.2 Competidores potenciales .....	44
3.1.4.1. Tipos de proceso y equipo, costos de producción .....	45
3.1.5. Precios .....	45
3.1.5.1. Precio del producto en el mercado .....	45
3.1.5.2. Evolución histórica .....	45
<b>3.2. MATERIAS PRIMAS Y SUMINISTROS .....</b>	<b>46</b>
3.2.1. Disponibilidad de materias primas .....	46
3.2.2. Suministros de fabrica .....	46
<b>3.3. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA .....</b>	<b>46</b>
3.3.1. DIAGNOSTICO ACTUAL .....	46
3.3.1.1. Diagramas de proceso y de flujos actual .....	46
A. Flujo de proceso del tubo .....	46
B. Anillo de brida .....	47
C. La brida de 9 mm .....	47
3.3.1.2. Análisis de tiempos .....	52
3.3.1.3. Porcentajes de utilización .....	54
3.3.1.4. Indicadores de producción y productividad .....	55
3.3.1.5. Análisis de costos y gastos .....	55
3.3.1.6. Control de calidad actual .....	56

3.3.2. PROPUESTA E IMPLEMENTACION.....	58
3.3.2.1. Diseño del sistema automatizado para soldar carretos.....	58
A. Estructura de la base del sistema de automatización.....	58
B. Sistema de sostén de las bridas de Carreto.....	61
C. Diseño de sistema de movimiento.....	63
D. Diseño de sistema de desplazamiento y acoplamiento.....	65
E. Diseño de sistema de conteo automático.....	69
F. Sistema de control a través del PLC.....	70
G. Diseño de sistema de extracción de aire.....	73
H. Fuentes de voltaje del sistema.....	74
I. Tableros de control.....	74
J. Sistema de transmisión automática.....	75
3.3.2.2. Pruebas de funcionamiento.....	78
3.3.3 RESULTADO DE LA IMPLEMENTACION.....	79
A. Diagramas de proceso y de flujos.....	79
B. Análisis de tiempos.....	82
C. Análisis de costos proceso mejorado.....	83
D. Control de calidad.....	84
<b>3.4. INVERSIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>3.5. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO.....</b>	<b>88</b>
<b>3.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>88</b>
<b>3.7. ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....</b>	<b>92</b>
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>94</b>
<b>VI. ANEXOS.....</b>	<b>95</b>

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Los avances tecnológicos de las últimas décadas han incidido fuertemente en el aumento de la productividad y aprovechamiento de los recursos, bajo esta premisa se puede afirmar que casi el 100% de la producción industrial mundial es controlada por sistemas de controles automáticos o semiautomáticos.

Según estudios realizados por TECSUP, casi el 75% de las industrias en el Perú utilizan tecnología de los años setenta y ochenta, lo que indica que el Perú no está insertado en el mundo competitivo y como respuesta a esta problemática, los sistemas de automatización se han transformado en un elemento clave para mejorar la competitividad de las empresas y optimizar los procesos de producción, trayendo consigo grandes ventajas a las empresas que decidan adoptar estos sistemas.

Este trabajo se centra en la empresa metalmecánica La Casa Del Tornillo, que se dedica a fabricar accesorios de moto taxis, uno de ellos son los carretos, el proceso consiste en unir 3 piezas mediante soldadura Mig Mag, donde la mano del hombre intervenía el 80%, generando cuellos de botella, tiempos muertos.

Se tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema de automatización para mejorar la producción de los carretos, este se realizó mediante un autómatas programable industrial (API) o Programable Logic Controller (PLC), que es un equipo electrónico programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en el ambiente de tipo industrial los procesos secuenciales. También mediante los dispositivos de control de automatización (sensores inductivos, contactores, motores, estos reciben o emiten una señal la cual será procesada dando como resultados soluciones de acuerdo al tipo de necesidad del sistema que es el soldado automático.

Mediante este sistema permite al hombre intervenir un 20% y a los sistemas de automatización un 80% del proceso, haciéndolo más eficiente, ya que se logró reducir 150 horas de trabajo de 225 horas, la producción aumentó en un 33%.

**Palabras claves:** PLC, producción, calidad, dispositivo de control, autómatas, sensores, producción de carretos.

## **ABSTRACT AND KEY WORDS**

The technological advances of recent decades have impacted heavily on increasing productivity and resource use, under this premise we can say that almost 100% of world industrial output is controlled by automatic control systems or semiautomatic.

According to studies by TECSUP, almost 75% of the industries in Peru using technology of the seventies and eighties, which indicates that Peru is not inserted into the competitive world and in response to this problem, systems automation have become a key element to improve business competitiveness and optimize production processes, bringing great benefits to companies that choose to adopt these systems. This work focuses on the engineering company La Casa Del Tornillo, dedicated to making accessories motorcycle taxis, one of them are the reels, the process is to combine 3 parts by welding Mig Mag, where the hand of man intervened on the 80%, creating bottlenecks, downtime, the process was very slow.

The aim was to design and implement an automation system to improve the production of wagons, this was performed by an industrial PLC (API) or Programmable Logic Controller (PLC), which is an electronic programmable computer language, is not designed to monitor in real time and in the environment of industrial processes sequentially. Also by the automation control devices (inductive sensors, contactors, motors, these receptions or emit a signal which is processed resulting in solutions according to the type of need for the soldier system that is automatic. This system enables a man to speak 20% of the process making it more efficient, since it is able to reduce 150 hours of 225 hours, production increased by 33%,

**Keywords:** PLC, production, quality control device, robots, sensors, production of reels

## I. INTRODUCCIÓN

La empresa la Casa del Tornillo S.R.L, se dedica a la fabricación de autopartes de moto taxis y pernos en general, una de ellas son los carretos. Los carretos de son accesorios de moto taxis, que sirven como sistema de arrastre.

Las exigencias del mercado son muchas en cuanto al acabado y al centrado, a medida que dicha empresa ha venido ganando mayor aprobación en el mercado, las exigencias fueron incrementándose, lo que conllevó a mejorar la calidad y aumentar la producción de carretos.

Esta operación se centra en el ensamble de carretos, el cual consiste en unir un tubo de 31.75x2.3x349mm, y dos bridas de 9mm de grosor x 120mm de diámetro. Actualmente el ensamble de los carretos está constituido de 3 procesos: el apuntalado, que consiste en centrar y apuntalar las bridas en cuatro puntos, ensamblados con el tubo (utilizando un torno paralelo y una máquina de soldar), todo ello con la finalidad de que el producto no se descentre, sin embargo no logra ese objetivo en su totalidad. El segundo proceso es el resoldado el cual hace girar el Carreto en un eje de forma manual y al mismo tiempo se va soldando la unión del tubo y las 2 bridas utilizando una máquina de soldar (Mig Mag), como no hay sincronización entre ambas manos, esto conlleva a dejar un mal acabado de soldado, dejando poros, escoria, etc. Finalmente el tercer proceso es el rectificado, el cual tiene como finalidad rectificar las caras de la brida utilizando un torno revolver que centra las caras, sin embargo no se logra centrar entre ambos puntos de rodaje.

Estos 3 procesos generan tiempos muertos por parte del operador, cuellos de botella ya que no hay producción en serie, conteo de los productos de forma manual, gasto de energía eléctrica e insumos innecesarios, productos de baja calidad, el acabado del soldado no sale uniforme, por lo que se tiene en algunos casos a esmerilar y esto conlleva a la devolución de los productos defectuosos por parte clientes insatisfechos.

Con todo esto, la formulación de problema es ¿Qué beneficios se logra con el diseño de un sistema de automatización para mejorar la producción de fabricación de carretos en la empresa La Casa del Tornillo SRL

Para llegar a identificar los beneficios que se lograrían con el diseño de este nuevo sistema, se toma como objetivo general Diseñar e implementar un sistema de automatización para mejorar la producción de carretos en la empresa Casa del Tornillo S.R.L; el cual nos basamos en los diferentes objetivos específicos como. Programar el PLC, reducir las horas de trabajo eliminando los cuellos de botella, el conteo de productos se hagan automáticamente, aumentar la producción, mejorar la calidad del producto, reducir los costos y gastos de fabricación del Carreto, eliminar los re trabajos es decir los productos con fallas.

El diseñar e implementar un sistema de automatización para la empresa La Casa del Tornillo, en el proceso de ensamble de carretos representa una oportunidad de aumentar la productividad aumentando la eficiencia del proceso productivo en esta área, contribuyendo de esta manera al crecimiento y desarrollo de dicha empresa. Para ello se diseñará e implantará un sistema de automatización de ensamble para realizar los 3 procesos (apuntalado, resoldado y rectificado) en un solo proceso, mejorando la producción, aumentando la flexibilidad en la fabricación de los productos, permitiendo adecuarse a la demanda del mercado, integrando nuevas tecnologías de producción, desarrollando nuevos productos y así aumentando la calidad. Contribuyendo a un mejor desempeño de la maquinaria y del proceso.

Abarcando las necesidades y una mayor relación con los requerimientos del personal, proporcionará una mejor efectividad en el manejo de flujo y procesamiento de datos.

## **II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA**

### **2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Tesis doctoral realizada por Rafael Arvizu (2004), titulada “Automatización del proceso de producción: tortilla Doritos” la cual fue desarrollada en la empresa Sabritas de Cd. Obregón Sonora, donde se encuentra el proceso de producción Tortilla-Doritos. Este sistema es estudiado con las herramientas de diagnóstico, donde se identifican las necesidades y áreas de oportunidad actuales del proceso, estableciendo a partir de estas necesidades la propuesta de la tesis, que define la “automatización del proceso” como una alternativa viable en la solución de problemas en el proceso tales como: Calidad del producto, eficiencia de producción y tiempos perdidos por fallas de equipo. La fase de diseño requiere de datos técnicos específicos tales como: tipo de sensores instalados, rango y tipo de señales del proceso, tiempos de operación y secuencia de trabajo enfocado a las aplicaciones que beneficien las prestaciones de los procesos industriales, tanto por aspectos técnicos como metodológicos, y basado en un considerable número de temas y aspectos como procesos industriales, scadas, grafcet y redes de petri, simulación de procesos, autómatas programables (PLCs), supervisión, ingeniería gráfica e ingeniería térmica y de fluidos.

Castro Lugo (2005) titulado “Diseño y realizo la implementación de un sistema de automatización para la etapa de freído y sazonado en el proceso de producción de Doritos en la planta Sabritas” analizó la situación actual del proceso de Doritos I de la planta Sabritas de Cd. Obregón Sonora, llevando a cabo los siguientes puntos: diagnóstico del proceso y diseño del proceso, las cuales fueron desarrolladas en las etapas de freído, enfriamiento y sazonado. La metodología consistió en el estudio del proceso, determinación de las etapas del proceso, dispositivos que intervienen, diagrama eléctrico, diagrama de flujo, tiempos de operación, rangos, entradas, salidas, etc. Para poder llevar a cabo estas tareas se realizaron entrevistas con los operadores y técnicos que intervienen en el proceso. Una vez obtenido la información, se analizó y se procedió a realizar el programa escalera para el PLC, el cual será

el encargado de tomar las decisiones de control de acuerdo a los requerimientos de operación, todo esto lo podrá realizar en una interface para el operador Touch Screen. Todo esto con la finalidad de aumentar la eficiencia del proceso, aumentar la seguridad del mismo así como mejorar la calidad del producto, etc.

Verdugo Rivadeneira, Carlos Iván (2010) Diseño e implementación del sistema de control y monitoreo para la máquina de corte y sellado de fundas Tepack. El presente proyecto describe la automatización de la máquina selladora tipo T Tepack perteneciente a la empresa NEWPLAST S.A. (Ecuador) utilizando un PLC VIPA V100 como controlador, un display de texto VIPA TD03 como interface humano máquina (HMI), la implementación de instrumentación nueva y adaptación de elementos de maniobra al nuevo sistema. La función de la máquina es producir fundas de longitudes o diseños impresos determinadas hechas por pedido. La máquina posee 2 modos de trabajo manual y automático y dentro del modo automático un modo de trabajo por longitud de las fundas y otro por marcas cuando el plástico tiene un diseño específico y la longitud esta dada por la impresión en este cuando el sensor detecta su paso. El PLC controla la longitud, velocidad, tiempos de sellado, corte, retardos y el conteo de unidades por lote. La acción de sellado y corte es controlada vía 2 electroválvulas que accionan cilindros neumáticos de doble efecto. El primer capítulo describe generalidades sobre el proceso de fabricación de fundas, técnicas de sellado y aplicaciones. En el segundo capítulo se describe la estructura de la máquina y el rediseño que se hizo con los equipos respectivos en cada zona. El capítulo tres se encuentra la programación del PLC, explicada con diagramas de flujo, y del display de texto HMI así como la configuración de hardware y rutinas necesarias. En el capítulo cuatro se tienen los resultados de pruebas de funcionamiento realizadas.

## **2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.2.1. Automatización**

#### **2.2.1.1. Conceptos de automatización**

Según Piedrahita (1991), la automatización es la utilización de técnicas y equipos para gobernar un proceso industrial en forma óptima y de manera automática lo cual aumenta la calidad del producto, la flexibilidad y a su vez la productividad.

En términos técnicos, automatización significa el funcionamiento automático de una máquina o conjunto de máquinas, encaminado a un fin único, lo cual permite realizar con poca intervención del hombre una serie de trabajos industriales o administrativos o de investigación.

El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos (Piedrahita, 1991).

#### **2.2.1.2. Objetivos de la automatización**

Los principales objetivos de la automatización son:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.

- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo
- Integrar la gestión y producción.

### **2.2.1.3. Partes de un sistema automatizado**

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte Operativa
- Parte de Mando

#### **A. Parte operativa**

La parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

##### **A.1. Detectores y Captadores**

Como las personas necesitan de los sentidos para percibir, lo que ocurre en su entorno, los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de:

- La variación de ciertas magnitudes físicas del sistema.
- El estado físico de sus componentes.

##### **A.2. Accionadores y Preaccionadores**

El accionador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso. Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo.

Los accionadores pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e hidráulicos, y los más utilizados en la industria son: Cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua, etc. Asimismo, son gobernados por la parte de mando, sin embargo, pueden estar bajo el control directo de la misma o bien requerir algún pre accionamiento para amplificar la señal de mando. Ésta pre amplificación se traduce en establecer o interrumpir la circulación de energía desde la fuente al accionador.

Los preaccionadores disponen de: parte de mando o de control que se encarga de conmutar la conexión eléctrica, hidráulica o neumática entre los cables o conductores del circuito de potencia.

## **B. Parte de mando**

La parte de mando suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado (Balcells – Romeral, 1991).

### **B.1. Tecnologías ó Lógicas cableadas**

Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos. Esta fue la primera solución que se utilizo para crear autómatas industriales, pero presenta varios inconvenientes.

Los dispositivos que se utilizan en las tecnologías cableadas para la realización del automatismo son: (Balcells – Romeral, 1991)

- Relés electromagnéticos.
- Módulos lógicos neumáticos.
- Tarjetas electrónicas.

## **B.2. Tecnologías ó Lógicas programadas**

Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. En la realización de automatismos. Los equipos realizados para este fin son:

- Los ordenadores.
- Los autómatas programables.

El ordenador, como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones del proceso. Pero, al mismo tiempo, debido a su diseño no específico para su entorno industrial, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas de producción.

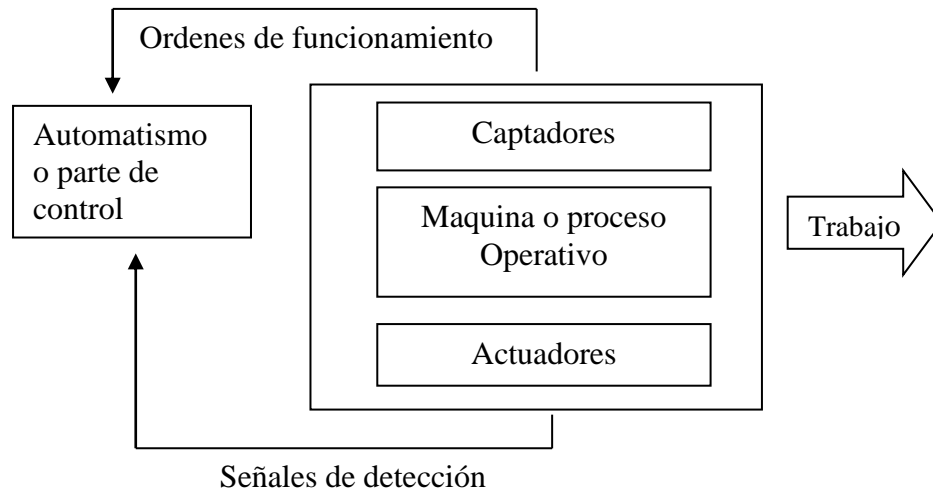
Un autómata programable industrial es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos del ordenador. (Balcells – Romeral, 1991)

### **2.2.1.4.Principio de un Sistema Automático**

Un elemento esencial de todos los mecanismos de control automático es el principio de realimentación, que permite al diseñador dotar a una máquina de capacidad de auto corrección. Un ciclo o bucle de realimentación es un dispositivo mecánico, neumático o electrónico que detecta una magnitud física como una temperatura, tamaño o velocidad, la compara con una norma preestablecida, y realiza aquella acción pre programada necesaria para

mantener la cantidad medida dentro de los límites de la norma aceptable (Porras – Montanero, 1991).

Figura 2.1. Bucle o lazo en un sistema automático.



(Fuente: Porras – Montanero, 1991)

#### 2.2.1.5. PLC's

Un autómatas programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC (ver figura) trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación (Piedrahita, 1991).

Porras – Montanero, (1991) lo define como toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc. También se le puede definir como una caja negra en la que existen unos terminales de entrada a los que se conectarán pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores; unos terminales de

salida a los que se conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, de tal forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado (Porras – Montanero, 1991).

Figura 2.2 Vista de un Autómata Programable



(Fuente: Balcells y Romeral, 1991)

### **A. Campos de Aplicación**

Según Porras – Montanero (1991), el PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc., por tanto su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.

- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinarias de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

## **B. Funciones básica de un PLC**

Según Balcells – Romeral (1991), las funciones básicas de un PLC se clasifican en:

- PLC: Dispositivos de entrada
- Botones Switch Hess de Selección, Switches de Límite, Switches de Nivel, Sensores Photoeléctricos, Sensores de Proximidad
- PLC: Dispositivos de salida
- Válvulas, Motor, Starters, Solenoides, Control, Relay, Alarmas, Luces Ventilador Hornos
- 

## **C. Clasificación de lenguaje y programación del PLC**



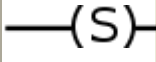
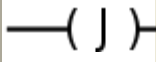
Existen varios programas uno de ellos y más utilizado es el LADDER, y también hay otro lenguaje llamado **GRAFSET** (Gráfica de Control de Etapas de Transición).

### **C.1. Lenguaje Ladder**

También denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

Para programar un autómata con LADDER, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. A continuación se describen de modo general los más comunes.

Tabla 2.1. Elementos Básicos de LADDER

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina JUMP	Permite saltarse instrucciones del programa e ir directamente a la etiqueta que se desee. Sirve para realizar subprogramas.

Fuente: Porras, Alejandro y montañero, 1991

Se suele indicar mediante los caracteres B ó M y tienen tanto bobinas como contactos asociados a las mismas de los tipos vistos en el punto anterior. Su número de identificación suele oscilar, en general, entre 0 y 255. Su utilidad fundamental es la de almacenar información intermedia para simplificar esquemas y programación.

Los bits de sistema son contactos que el propio autómeta activa cuando conviene o cuando se dan unas circunstancias determinadas. Existe una gran variedad, siendo los más importantes los de arranque y los de reloj, que permiten que empiece la ejecución desde un sitio en concreto y formar una base de tiempos respectivamente. Su nomenclatura es muy diversa, dependiendo siempre del tipo de autómeta y fabricante.

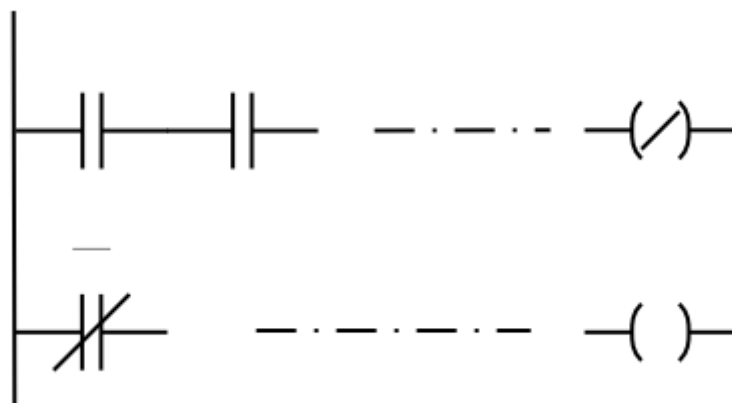
## C.2. Programación

En este apartado se tratarán, de modo general, los conceptos básicos de programación en LADDER.

Una vez conocidos los elementos que LADDER proporciona para su programación, resulta importante resaltar cómo se estructura un programa y cuál es el orden de ejecución.

El siguiente esquema representa la estructura general de la distribución de todo programa LADDER, contactos a la izquierda y bobinas y otros elementos a la derecha.

Esquema N° 2.1: Distribución de un programa.



Fuente: Porras, Alejandro y montañero, 1991

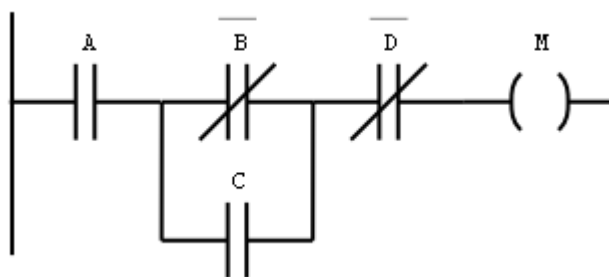
En cuanto a su equivalencia eléctrica, podemos imaginar que la línea vertical de la izquierda presenta el terminal de alimentación, mientras que la línea vertical de la derecha representa el terminal de masa. El orden de ejecución es generalmente de arriba abajo y de izquierda a derecha, primero los contactos y luego las bobinas, de manera que al llegar a éstas ya se conoce el valor de los contactos y se activan si procede. El orden de ejecución puede variar de un autómatas a otro, pero siempre se respetará el orden de introducción del programa, de manera que se ejecuta lo que primero se introduce.

### C.3. Sistemas combinatoriales.

Aunque en los sistemas industriales la programación se centra en procesos secuenciales, no teniendo demasiado interés los procesos combinatoriales, es necesario conocer la lógica combinatorial ya que en muchas ocasiones es necesaria en la programación secuencial.

Una vez obtenida la función lógica de un problema combinatorial, el paso a LADDER o esquema de contactos es muy sencillo. De acuerdo con el álgebra de Boole aplicada a la conmutación, las sumas serán contactos en paralelo, los productos contactos en serie y las negaciones contactos normalmente cerrados. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de esquema LADDER para una determinada ecuación.

Esquema N° 2.2: Sistemas combinatoriales



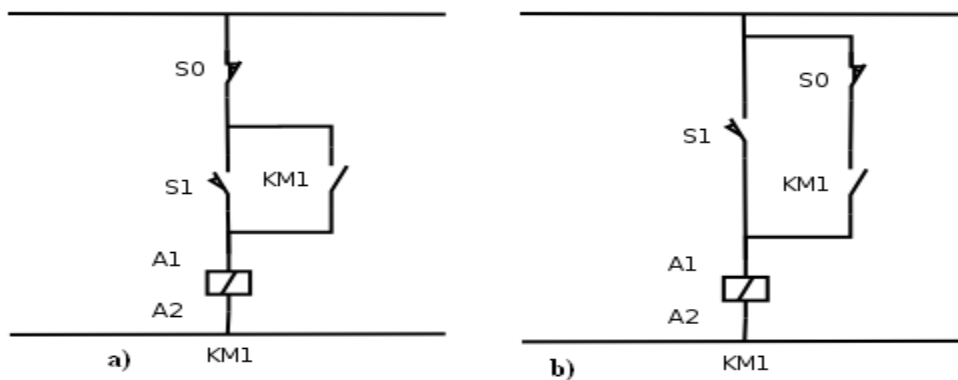
Fuente: Porras, Alejandro y montañero, 1991

LADDER para la función  $M = A(B'+C)D'$

## Elementos de memoria

La conexión tradicional para realizar una función de memoria en los circuitos con relés, es el circuito con auto alimentación. Esto se consigue mediante la conexión de un contacto NA del relé (o contactor) en paralelo con el pulsador de marcha. A continuación puede observar en el esquema, las dos variantes de este circuito: con prioridad a la conexión (figura a) y con prioridad a la desconexión (figura b).

Esquema N° 2.3: Variantes del circuito

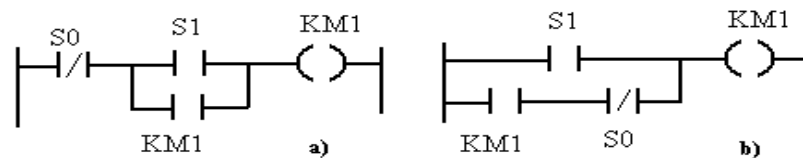


Fuente: Porras, Alejandro y montañero, 1991

Circuitos con auto alimentación con prioridad a la desconexión a) y a la conexión b)

A continuación se pueden observar los sus esquemas equivalentes en LADDER:

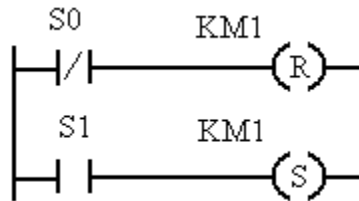
Esquema N° 2.4: Circuitos LADDER con auto alimentación



(Fuente) Porras, Alejandro y montañero, 1991

Sin embargo, con LADDER el esquema puede quedar mucho más sencillo si empleamos las bobinas de SET para la marcha y RESET para paro:

Esquema N° 2.5 Circuito de marcha y paro con bobinas SET y RESET



(Fuente Porras, Alejandro y montañero, 1991)

En este caso la prioridad dependerá del PLC utilizado, aunque usualmente la función RESET tiene prioridad sobre la SET.

### 2.2.2. Motores de corriente alterna.

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

#### 2.2.2.1. Motores de jaula de ardilla.

La mayor parte de los motores, que funcionan con corriente alterna de una sola fase, tienen el rotor de tipo jaula de ardilla. Un esquema simplificado del mismo se ve a continuación.

Los rotores de jaula de ardilla reales son mucho más compactos que el de la figura y tienen un núcleo de hierro laminado.

Cuando este rotor está entre dos polos de campo electromagnéticos que han sido magnetizados por una corriente alterna, se induce una fem en las espiras de la jaula de ardilla, una corriente muy grande las recorre y se produce un fuerte campo que contrarresta al que ha producido la corriente (Leyde Lenz). Aunque el rotor pueda contrarrestar el campo de los polos estacionarios, no hay razón para que se mueva en una dirección u otra y así permanece parado. Es similar al motor síncrono el cual tampoco se arranca solo. Lo que se necesita es un campo rotatorio en lugar de un campo alterno.

Cuando el campo se produce para que tenga un efecto rotatorio, el motor se llama de tipo de jaula de ardilla. Un motor de fase partida utiliza polos de campo adicionales que están alimentados por corrientes en distinta fase, lo que permite a los dos juegos de polos tener máximos de corriente y de campos magnéticos con muy poca diferencia de tiempo. Los arrollamientos de los polos de campo de fases distintas, se deberían alimentar por c-a bifásicas y producir un campo magnético rotatorio, pero cuando se trabaja con una sola fase, la segunda se consigue normalmente conectando un condensador (o resistencia) en serie con los arrollamientos de fases distintas.

Con ello se puede desplazar la fase en más de 20° y producir un campo magnético máximo en el devanado desfasado que se adelanta sobre el campo magnético del devanado principal.

#### **2.2.2.2. Relaciones de la velocidad de rotación con la frecuencia eléctrica**

Según, la velocidad del campo rotatorio, o sea, la velocidad sincrónica, es:

$$\text{RPM} = \frac{120 \times F}{p}$$

En donde:

**F:** Frecuencia en herts

**P:** Numero de polos

**120:** Constante

Figura 2.3. Motor trifásico de jaula de ardilla.



Fuente Merino Azcárraga, José María 1995

### **2.2.3. Motores de corriente continúa.**

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, paro y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micros motores, etc.)

La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga.

Una máquina de corriente continua (generador o motor) se compone principalmente de dos partes, un estator que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas. También se construyen motores de CC con el rotor

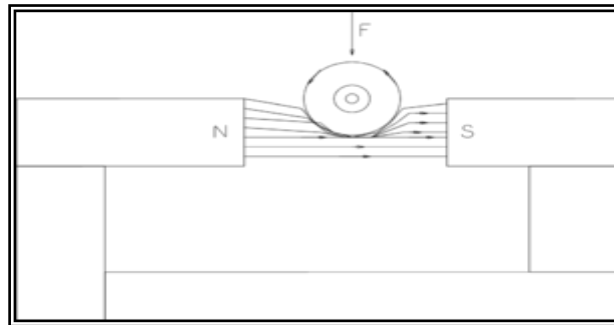
de imanes permanentes para aplicaciones especiales. Según la Ley de Lorentz , cuando un conductor por el que pasa una corriente eléctrica se sumerge en un campo magnético, el conductor sufre una fuerza perpendicular al plano formado por el campo magnético y la corriente, siguiendo la regla de la mano derecha, con módulo

$$F = B \cdot l \cdot I$$

Donde:

- **F:** Fuerza (N)
- **I:** Intensidad (A)
- **l:** Longitud del conductor (M)
- **B:** Inducción (T)

Figura 2.4. Principio de funcionamiento de un motor de corriente continúa



(Fuente Merino Azcárraga, José María, 1995)

Si el conductor está colocado fuera del eje de giro del rotor, la fuerza producirá un momento que hará que el rotor gire. El rotor no solo tiene un conductor, sino varios repartidos por la periferia. A medida que gira, la corriente se activa en el conductor apropiado. Normalmente se aplica una corriente con sentido contrario en el extremo opuesto del rotor, para compensar la fuerza neta y aumentar el momento.

#### 2.2.4. Reductores

Toda máquina cuyo movimiento sea generado por un motor (ya sea eléctrico, de explosión u otro) necesita que la velocidad de dicho motor se adapte a la

velocidad necesaria para el buen funcionamiento de la máquina. Además de esta adaptación de velocidad, se deben contemplar otros factores como la potencia mecánica a transmitir, la potencia térmica, rendimientos mecánicos (estáticos y dinámicos). Esta adaptación se realiza generalmente con uno o varios pares de engranajes que adaptan la velocidad y potencia mecánica montados en un cuerpo compacto denominado reductor de velocidad aunque en algún país hispano parlantes también se le denomina caja reductora.

### **Tipo de reductores de velocidad**

Los reductores de velocidad se suelen clasificar de un modo bastante anárquico, solapándose en algunos casos las definiciones de modo intrínseco y en otros casos hay que usar diversas clasificaciones para definirlos.

Los reductores se pueden clasificar por la tipología de sus engranajes, las clasificaciones más usuales son: Sin fin-Corona, engranajes y planetarios.

#### **a. Reductores de velocidad de Sin fin-Corona**

Es quizás el tipo de reductor de velocidad más sencillo, se compone de una corona dentada, normalmente de bronce en cuyo centro se ha embutido un eje de acero (eje lento), esta corona está en contacto permanente con un husillo de acero en forma de tornillo sin-fin. Una vuelta del tornillo sin fin provoca el avance de un diente de la corona y en consecuencia la reducción de velocidad. La reducción de velocidad de un corona sin fin se calcula con el producto del número de dientes de la corona por el número de entradas del tornillo sin fin.

Paradójicamente es el tipo de reductor de velocidad más usado y comercializado a la par que todas las tendencias de ingeniería lo consideran obsoleto por sus grandes defectos que son, el bajo rendimiento energético y la irreversibilidad.

## **b. Reductores de velocidad de engranajes**

Los reductores de engranajes son aquellos en que toda la transmisión mecánica se realiza por pares de engranajes de cualquier tipo excepto los basados en tornillo sin fin. Sus ventajas son el mayor rendimiento energético, menor mantenimiento y menor tamaño.

## **c. Reductores Cicloidales**

El sistema de reducción de velocidad de Cicloidal se basa en un principio ingeniosamente simple.

El reductor de velocidad sólo tiene tres partes móviles:

- El eje de entrada de alta velocidad con una leva excéntrica integral y un conjunto de cojinete de rodillo
- El disco cicloidal y el conjunto del eje de salida de baja velocidad. La acción de rodamiento progresiva y pareja de los discos cicloidales eliminan la fricción y los puntos de presión de los engranajes convencionales.

Todos los componentes que transmiten el par de torsión de Cicloidal ruedan y están dispuestos en forma simétrica alrededor del eje para una operación equilibrada, pareja y silenciosa.

## **d. Reductores de velocidad Planetarios**

Son reductores de engranajes con la particularidad de que no están compuestos de pares de engranajes sino de una disposición algo distinta, y sirve para diferentes tipos de variaciones de velocidad.

Hay dos tipos de engranajes planetarios para reducir la velocidad de la hélice con respecto a la del cigüeñal.

Un sistema tiene el engranaje principal (sol) fijado rígidamente a la sección delantera del motor, y una corona interna es impulsada por el cigüeñal. El piñón está unido al eje de la hélice y montado en ella y son una serie de

piñones que cuando el cigüeñal gira, los piñones giran en torno al principal fijo, en compañía de la hélice en la misma dirección, pero a una velocidad reducida.

### 2.2.5. Contactores.

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Figura 2.5: Contactores LC1D10 de 220 voltios



Fuente: La Casa del Tornillo

### 2.2.6. Sensores inductivos

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo.

La bobina del sensor inductivo induce corrientes de Foucault en el material a detectar. Éstas, a su vez, generan un campo magnético que se opone al de la bobina del sensor, causando una reducción en la inductancia de la misma. Esta reducción en la inductancia de la bobina interna del sensor, trae aparejado una disminución en la impedancia de ésta. La inductancia, es un valor intrínseco de las bobinas, que depende del diámetro de las espiras y el número de ellas. En sistemas de corriente alterna, la reactancia inductiva se opone al cambio del sentido de la corriente y se calcula de la siguiente manera:

$$X_L = 2 \pi f L$$

Donde:

$X_L$  = Reactancia Inductiva medida en Ohm ( $\Omega$ )

$\pi$  = Constante Pi.

$f$  = Frecuencia del sistema medida en Hertz (Hz)

$L$  = Inductancia medida en Henrios (H)

El oscilador podrá generar nuevamente el campo magnético con su amplitud normal. Es en este momento en que el circuito detector nuevamente detecta este cambio de impedancia y envía una señal al amplificador de salida para que sea éste quién, nuevamente, restituya el estado de la salida del sensor. Si el sensor tiene una configuración “Normal Abierta”, éste activará la salida cuando el metal a detectar ingrese a la zona de detección. Lo opuesto ocurre

cuando el sensor tiene una configuración "Normal Cerrada" Estos cambios de estado son evaluados por unidades externas tales como: PLC, Relés, PC, etc.

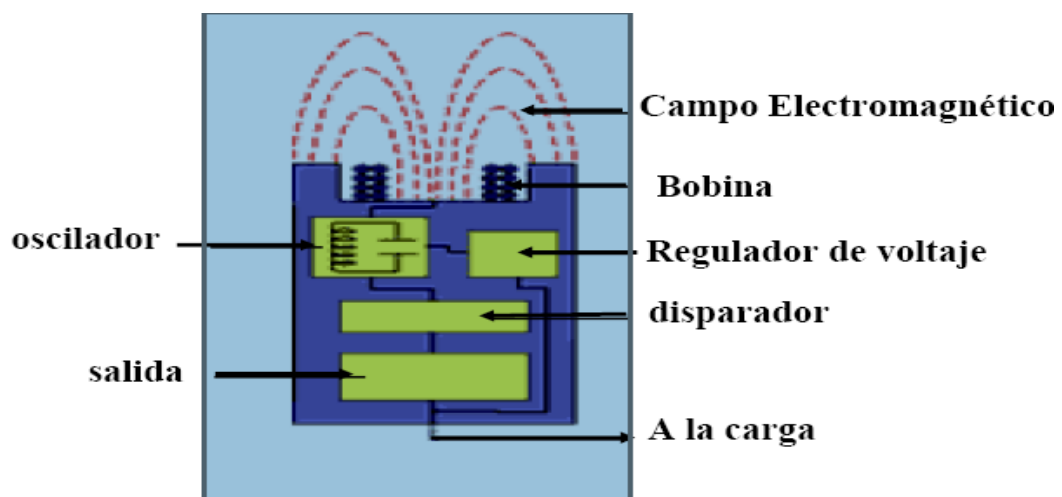
Figura 2.6: Sensores Inductivos



(Fuente: La Casa del Tornillo)

Lo sensores inductivos están constituido por los siguientes componentes que se muestra a continuación.

Figura 2.7 componentes de un sensor inductivo

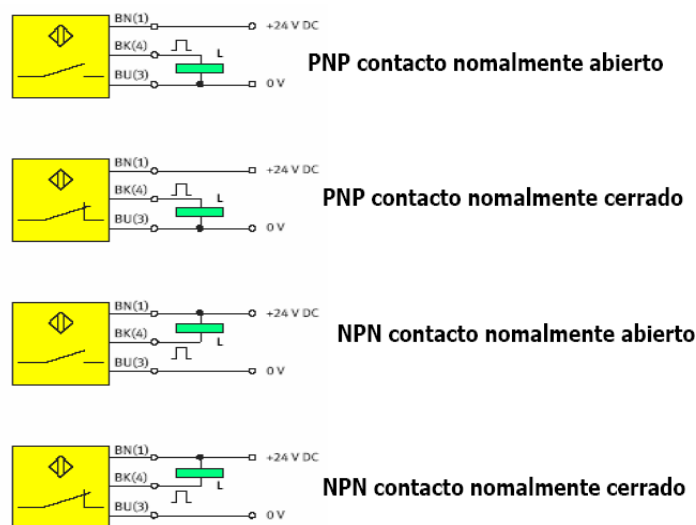


Fuente: Carlos E Canto Q<sup>1</sup>

1

Las salidas de los sensores pueden ser normalmente abiertas y normalmente cerradas dependiendo de la condición del transistor cuando el objetivo o está ausente. Si, por ejemplo el transistor de salida off cuando el objetivo está ausente, entonces es un dispositivo normalmente abierto. Si el transistor de salida está en ON cuando es el objetivo este ausente, este es un dispositivo normalmente cerrado. Los transistores pueden ser dispositivos complementarios (4hilos).

Figura 2.8 Símbolo de los sensores utilizados



Fuente: Carlos E Canto Q<sup>2</sup>

## 2.2.7. Diagramas de actividades simultáneas

### 2.2.7.1. Diagrama hombre-máquina

Representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas. Permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las máquinas. Determina la eficiencia de los hombres y de las máquinas con el fin de aprovecharlos al máximo.

Se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez.

Permite conocer las operaciones y tiempo del hombre, así como sus tiempos de ocio. Permite conocer el tiempo de actividad e inactividad de su máquina, así como los tiempos de carga y descarga de la misma.

### ➤ **Construcción del diagrama**

El tiempo de trabajo del hombre se representa por una línea vertical continua (segundos, minutos, horas, centésimas de segundo, etc.)

A la derecha se coloca la grafica del hombre (operario) indicando la actividad que realiza un poco más hacia la derecha se coloca la gráfica de la máquina; esta gráfica es igual a la anterior. Se indica el proceso que realiza.

En la parte inferior de la hoja, una vez que se ha terminado el diagrama, se coloca el tiempo total de trabajo del hombre, el tiempo total de ocio, tiempo total de trabajo de la máquina, y su tiempo de ocio. Es fundamental incluir el tiempo de ciclo.

### **Porcentajes de utilización**

Tiempo productivo de la máquina = hacer.

Tiempo improductivo del operario = espera.

Tiempo improductivo de la máquina = ocio.

Ciclo total del operario = preparar + hacer + retirar.

Ciclo total de la máquina = preparar + hacer + retirar

Porcentaje de utilización del operario = 
$$\frac{\text{tiempo productivo del operador}}{\text{Tiempo ciclo total}}$$

Porcentaje utilización de máquina = 
$$\frac{\text{tiempo productivo de la máquina}}{\text{Tiempo del ciclo total}}$$

Porcentajes de utilización de operario/máquina = Saturación de operario/máquina.

## 2.2.8. Indicadores de producción y productividad

### 2.2.8.1. Proceso de producción

Conjunto de procedimientos destinados a transformar una materia en producto terminado.

Producción es la Cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo

$$\text{Producción} = \frac{\text{tiempo base}}{\text{Ciclo}}$$

Tiempo base (tb): minutos; horas, días, semana, años, etc.

Ciclo (c): se le llama también velocidad de producción. Es la estación de Trabajo que más tiempo demora (cuello de botella). Es el tiempo que demora la salida de un producto

### 2.2.8.2. Productividad

Cociente entre la producción obtenida en un determinado periodo, y la cantidad de recursos utilizados para obtenerla.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción obtenida}}{\text{Cantidad de recurso empleado}}$$

Q: puede ser la mano de obra, materia prima, insumos, capital, etc.

### Incremento de la productividad

$$\Delta \text{ Productividad} = \frac{\text{productividad actual} - \text{productividad base}}{\text{Productividad base}}$$

### 2.2.8.3. Eficiencia física (ef):

Relación aritmética entre la cantidad de materia prima existente en la producción total obtenida y la cantidad de materia prima, o insumos, empleados.

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{salida útil de M.P}}{\text{Entrada de M.P}} = \frac{\text{peso P.T}}{\text{peso M.P}}$$

$$\text{Ef} \leq 1$$

### 2.2.8.4. Eficiencia económica (ee):

Relación aritmética entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos o inversiones de dicha venta.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{ventas (ingresos)}}{\text{Costos (inversiones)}}$$

$$\text{Ef} > 1$$

### **III. ANÁLISIS DE VIABILIDAD**

#### **3.1. ESTUDIO DE MERCADO**

##### **3.1.1. El producto en el mercado**

La Casa del Tornillo SRL. (LCT) es una empresa familiar fundada en 1989, por los hermanos Sánchez Calderón y su padre Rómulo Sánchez. El objeto de la razón social es la importación, fabricación y comercialización de piezas y partes para el área metal mecánica. En sus inicios LCT se dedicó a la comercialización, a partir de 1997 decidió producir y ofrecer al mercado toda una gama de repuestos y partes para la línea de motos (Mototaxis y motos lineales). Por el tipo de organización, es funcional.

Pasar de una empresa comercializadora a una productora obligó acondicionar un área de planta dentro del local alquilado para la comercialización. Del total de los 478 m<sup>2</sup>, aprox. 278 son para el área de fabricaciones. No hubo un diseño inicial de planta pues sólo se producían 2 productos con un torno, taladro y una planta de zincado que no ocupaban ni el 10% del área total. El crecimiento ha sido desordenado sin considerar el recorrido del proceso. Actualmente la empresa produce más de 200 productos; 15 de ellos representan el 63% de las ventas totales de la empresa; en el caso del Carreto es el 14.23%, ubicándose como el producto líder.

##### **3.1.1.1. Producto principal y sub productos**

###### **A. Los carretos**

Los carretos son accesorios de motos taxis que sirve como sistema de transmisión (sistema de arrastre) que hoy actualmente tiene una alta demanda.

Los carretos nacen de la necesidad de ensamblar una moto lineal, en una moto taxi. Los carretos están constituidos por de 2 bridas ensamblados por un tubo, que giran mediante un eje de carreto a través de rodajes.

El Carreto se produce desde hace 12 años aproximadamente como respuesta a la demanda de los clientes que vendían repuestos para motos -generación

de la idea a partir de las necesidades de mercado-, pero no habían ensambladoras de mototaxis como hoy. El mototaxi se hizo popular por la necesidad del mercado de transportarse a un menor precio y que pudiera acceder por los distintos terrenos del Perú)

El diseño del producto ha seguido una secuencia de desarrollo empírica a través del ensayo error con aportes de las personas involucradas en las áreas de gerencia, gerencia de ventas, y personal de producción, así se acopló esta línea de producción como un proceso agregado de un nuevo producto. Los aspectos priorizados fueron las posibilidades de fabricación con los procesos conocidos, la variable de funcionalidad y el costo. Las innovaciones han sido incrementales y no radicales.

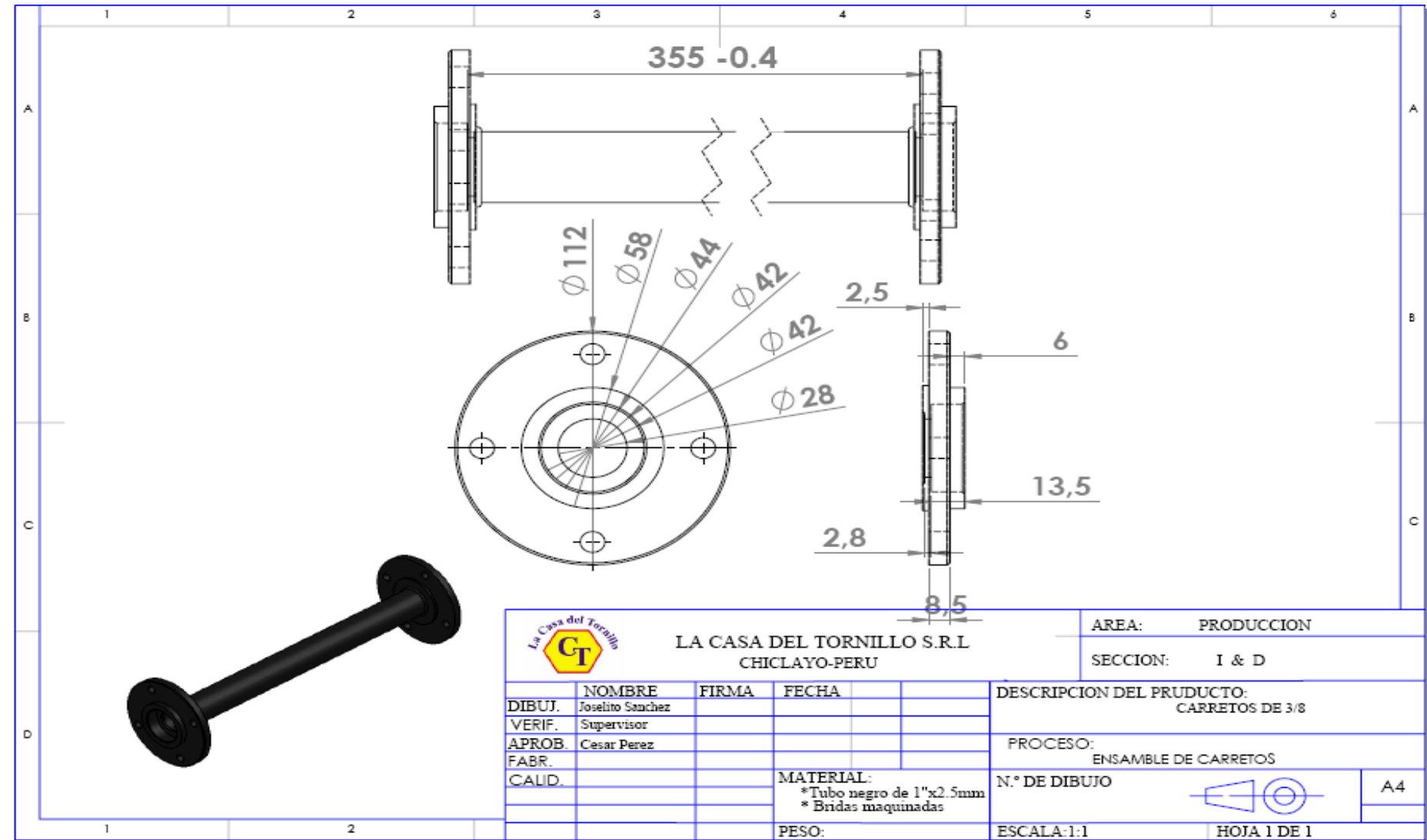
El pronóstico de la demanda se hace con analogía histórica, previsión imaginativa y consenso de grupo, el proceso se ve afectado por la disponibilidad maquinaria que a su vez depende de la demanda de otros productos, se prioriza la atención de determinados clientes tipo A1 entre otros.

El resultado es que aún cuando se producen 1000 unidades en promedio mensual la demanda siempre excede a la oferta. Las máquinas trabajan en 02 turnos de 08 horas, y se requieren también de horas extras. La consecuencia inmediata es que el cliente percibe un mal servicio por los retrasos y por la calidad del producto.

Actualmente se recibe materia prima para producir 400 ejes cada semana, lo que da un total de 1000 al mes; el grupo por consenso ha establecido esta meta considerando las variables antes mencionadas.

El carrito junto con el eje de carrito (que va dentro del Carrito), una catalina y una cadena transmite la fuerza del motor a la llanta delantera para generar movimiento, se ubica en el lado izquierdo del vehículo tipo moto furgón o mototaxis, por estos requisitos de funcionalidad se requiere un tubo fuerte que soporte el tipo de presión al que está expuesto, el mercado exige que sea resistente. El Carrito se forma con la unión de tres piezas, la primera es un tubo de diámetro de 31.75 x 349mm de largo, una brida de 120mm de diámetro exterior por 28mm de interior con un espesor de 9mm” y un anillo hecho de fierro cuadrado que es embutido dentro de la brida.

figura3.1. carretos



## B. Moto taxis

Los moto taxis son unidades de transporte adaptadas de motos lineales, utilizadas para el traslado de pasajeros. Tiene un cuerpo de lata sobre 03 ruedas, con una cabina para el conductor en la parte delantera y un asiento en la parte posterior (para 02 pasajeros) con una cubierta tipo toldo. Las características físicas de las unidades son las siguientes: miden en promedio 2m de largo con 1.8m de ancho y 1.70m de alto, con un peso neto de 250Kg. Y una capacidad de carga de 350kg., la velocidad máxima que puede alcanzar es aproximadamente 50km/h.

El Perú se convirtió en el primer país en América Latina en adoptar dentro de la oferta de Transporte Público a los moto taxis, debido a su versatilidad y adaptabilidad a los diferentes tipos de geografía del país. Fue en la selva peruana, donde se popularizaron principalmente desde inicios de los años 80; siendo la década de 1990, la que marcó el boom del MOTOTAXI en el Perú.

### 3.1.1.2. Características, propiedades, vida útil, requerimientos de calidad

Para el ensamble de los carretos se necesitan de la unión de tubo y bridas teniendo las siguientes propiedades.

- características de tubos  
Tubo de 31.75mm

Tabla 3.1. Composición de plancha

Acero	SAE 1010 LAC (laminado en caliente).
Norma	ISO 65.
acabado superficial:	Negro.
Extremos	Lisos
longitud estándares	6400mm
presión de prueba	50 kg/cm <sup>2</sup> , 710 lbs./pulg <sup>2</sup>

Fuente: la casa del tornillo

- características de planchas de 9mm  
Plancha 9.0mm x 1500 x 6000mm.  
Plancha laminada en caliente ASTM a 569.

Tabla 3.2. Composición de plancha

QUÍMICA	ELEMENTO %
Carbono.	0.15 (máx.)
Fosforo	0.035 (máx.)
Azufre	0.040(máx.)

Fuente: la casa del tornillo

Los carretos tienen una duración de 3 años, los requerimiento de calidad son muchas ya que con este diseño se está optimizando la producción de carretos.

### **3.1.1.3. Usos**

Los carretos son accesorios de moto taxis que sirven como sistema de arrastre, que transmiten movimiento en las moto taxis. Tienen bastante demanda. Actualmente las empresas, como Honda, están ensamblando moto taxis

### **3.1.1.4. Estrategia del lanzamiento al mercado.**

La estrategia principal de los carretos es vender completo los accesorios de moto taxis es decir con ejes y soporte de Carreto.

## **3.1.2. Zona de influencia del proyecto**

### **3.1.1.1. Área de mercado seleccionada.**

El mercado son todos los clientes finales. Es decir todos los moto taxistas, el mercado abarca toda la parte norte centro y sur de Perú.

### **3.1.1.2. Factores que limitan la comercialización.**

Los factores que limitan su comercialización es la calidad en cuanto al centrado de Carretos, que den garantía a los clientes.

Otro de los factores que limitan la comercialización son la escases de materia prima, ya que actualmente la empresas como SIDERPERÚ, Aceros Arequipa, que son proveedores fuertes de la casa del tornillo, están fabricando materiales para construcción, por lo que conlleva a la importación de materias de Colombia.

## **3.1.2. Análisis de la demanda**

### **3.1.2.1. Características de los consumidores**

La casa del tornillo poco a poco ha ido creciendo industrialmente debido a la necesidad de la aparición de de moto taxis, ya que incluso hay empresas grandes que se dedican a armar moto taxis, lo cual ellos exigen calidad y precisión pues manejan una producción en serie como son Honda, Mavila, entre otros. Anteriormente la venta de carretos era para tiendas y usuarios finales mediante eso, las exigencias no eran muchas.

La casa del tornillo abastece a toda la costa norte del Perú de carretos.

### **3.1.2.2. Situación actual de la demanda**

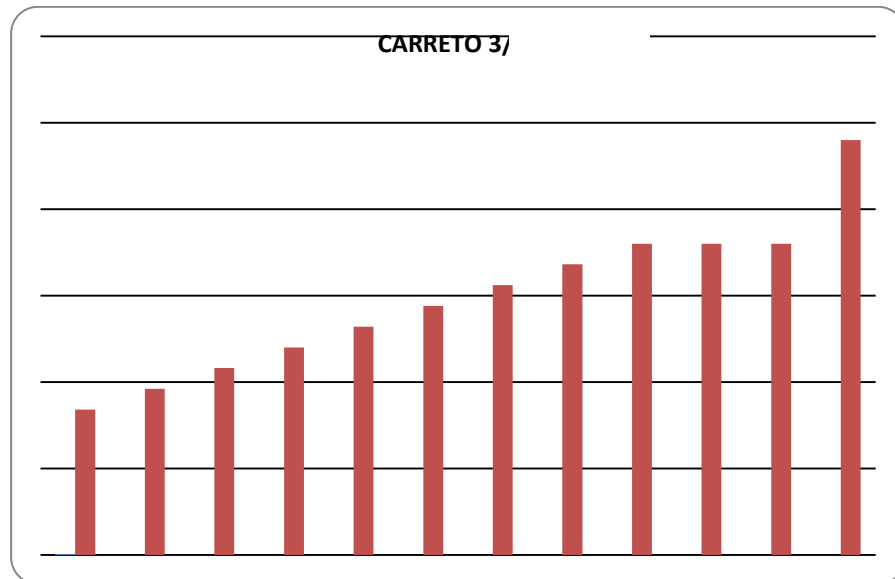
La demanda que tiene la casa del tornillo es de 2000 carretos mensuales, pero no es abastecida ya que la casa del tornillo tiene una producción que varía desde 1300 a 1500 carretos.

### **3.1.2.3. Situación futura.**

La situación futura es de aumento de la demanda de carretos, ya que cada día los motaxis siguen aumentando, para ello necesitan más carretos para el ensamble. Y sobre todo por el crecimiento de mototaxis ya que actualmente están en todas partes del país.

Según el cuadro 3.2 se observa cómo a ido creciendo la venta de carretos desde 1998 hasta el 2010, esto es debido a la gran cantidad de motos.

Figura 3.2: Evolución del carrito en el área de ventas



Fuente: la casa del tornillo

### 3.1.3. Análisis de la oferta

#### 3.1.4.1. Oferta Actual

Se ha encontrado que en el mercado no existe ofertantes que brinden el servicio completo de ensamble de carretos, en el departamento de Lambayeque se ha encontrado talleres clandestinos que se dedican a la fabricación de carretos,

#### 3.1.4.2 competidores potenciales

El negocio por ser innovador en este sector, no tiene competidores potenciales directos. Sin embargo existen competidores indirectos como los talleres informales, que poco a poco, y con la gran cantidad de demanda que existe, están abarcando en parte mercado gracias a sus costos bajos como factor principal.

### 3.1.4.3. Tipo de proceso y equipo, costos de producción.

Tabla 3.3 proceso que se realizan en la casa del tornillo

<b>Maquinas/equipos</b>	<b>Procesos</b>	<b>Matriz /</b>	<b>Herramientas e Insumos</b>
Prensa exentica	corte, doblado,	matriz de corte doblado	
Prensa de fricción	embutido aplanado forjado	matriz de embutido , doblado, forjado	
Torno cnc	cilindrado perforado, desbaste, chaflán, tronzado		cuchillas de barrenos
Taladro multihusillo	Taladrado		brocas dormer 10mm
Mig Mag	Soldado		alambre de MIG MAG 1.2mm
Horno	Pintado		pintura de secado al horno (negro)

Fuente: la casa del tornillo:

### 3.1.4. Precios

#### 3.1.4.1.Precio del producto en el mercado.

El precio del Carreto en el mercado es de S/ 28.00 por el cual últimamente la empresa ha sufrido cambio de precios ya que debido a la existencia de talleres que se dedican a la fabricación de carretos, entran al mercado con un precio por debajo lo que vendía la casa del tornillo, debido a esto la empresa tenía que bajar los precios.

#### 3.1.4.2.Evolución histórica.

El precio de los carretos ha sufrido grandes cambio, el Carreto ha bajado desde los 38 soles actualmente estos 28 soles debido a muchos factores que son la competencia, el costo de fabricación ha ido bajando debido a los cambios de materia prima para la fabricación.

## **3.2. Materias primas y suministros**

### **3.2.1. Disponibilidad de materias primas. Proyección de la disponibilidad**

La empresa la casa del tornillo como materia prima utiliza barras calibradas, lisas, tubos cuadrados, redondos, planchas y platinas.

Las empresas que abastecen de materia prima son SIDER PERU y aceros Arequipa,

La proyección de disponibilidad es que toda esta materia prima de exporte del extranjero tal es el país de Colombia.

Debido a que las empresas, se están dedicando a la fabricación de materiales de construcción.

### **3.2.1. Suministros de fábrica.**

Como suministros de las fábricas tenemos el aceite refrigerante (Emulsol) utilizados para lubricar bridas habilitadas en el torno durante el maquinado.

Acite de lubricación c90 móvil utilizado para lubricar los sistemas de transmisión de las maquinas.

## **3.3. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

### **3.3.1. DIAGNOSTICO ACTUAL**

#### **3.3.1.1. DIAGRAMAS DE PROCESO Y DE FLUJOS ACTUAL.**

Este es el proceso actual está constituido, por los siguientes procesos para tener como producto final el Carreto.

Para obtener el Carreto final utiliza como materia prima: bridas de 9mmx120mm, anillo de 9mm.

#### **A. Flujo de proceso del tubo**

La materia prima utilizada es un tubo de 31.75mm por 2.5mm por 6400m. La medida final de largo es de 349mm.

- **Corte.-** La materia prima va del Almacén a la cortadora de disco, aquí es habilitado en dos partes, una de 3200 mm y otra de 3400 mm. Esto es así porque el alimentador del torno que es donde se hará el siguiente proceso tiene capacidad para 3000 mm. Se habilitan todos los tubos que serán usados en el turno. La productividad es de 50 por hora.
- **Tronzado.-** Los tubos ya cortados en dos se llevan manualmente hasta el área de torno revolver 1 (TR1) para ser tronzados y obtener piezas de 349 m. La productividad es de 45 unidades por hora.

## **B. Anillo de brida:**

Los anillos cuestan s/ 0.8 soles cual se envía de lima para hacer los siguientes procesos.

- **Aplanado.-** El producto en espera se coloca en una matriz y es aplanado a presión en la prensa 01. Luego de ello se almacena en un contenedor que está al lado de la máquina y se va trasladando al torno paralelo 02 para el siguiente proceso. Se aplanan 300 piezas por hora.
- **Biselado .** El anillo para brida, va desde la prensa al torno paralelo, aquí se hace un cilindrado interior. La productividad es de 70 piezas por hora. En el proceso siguiente se unirá con la pieza llamada brida.

## **C. La brida de 9mm**

- **Recepción.-** Se reciben semanalmente alrededor de 800 bridas planas que tienen un diámetro exterior de 115 mm y uno interior de 28 mm; éstas vienen de la planta de Lima, con rebabas que luego se quitarán en la Planta Se almacenan cerca de la puerta de acceso en un improvisado almacén de productos en proceso.
- **Embutido.-** Las piezas se trasladan del Almacén a la prensa de fricción 02, donde a través de una matriz (como si fuera un sello) se presiona el metal hacia afuera, este diámetro es de 58.5mm. Productividad de 180 unidades por hora





- **Embutido con anillo.** Las piezas son transportadas manualmente de PF02 (prensa de fricción 02) a PF 01(prensa de fricción 01) en grupos de 8 unidades . Ahí se procede colocar a presión el anillo dentro del área embutida en la brida y se obtiene la brida completa. Productividad 180 por hora.
- **Apuntalado.** Las bridas se trasladan de la PF01 al área de soldadura para colocar un punto de unión de soldadura en el anillo y rellenar la marca del corte inicial de este. El proceso de traslado es manual en latas de capacidad de 40 – 45 bridas en cada viaje. Productividad 300 por hora.
- **Rellenado.-** Las piezas van al área de soldadura Mig Mag, se les coloca un alambre de soldadura que unirá por el diámetro interior del anillo a este con la brida inicial. La empresa ha creado una máquina en la que se pone la brida y esta es la que gira en lugar de la mano del operario. Productividad 70 por hora
- **Habilitado.-** Se realiza en el torno CNC, se hace un cilindrado interior en donde trabajará el rodaje, uno exterior donde trabajará la cadena que luego unirá la catalina y un refrentado. Productividad 80 por hora.
- **Medida de tubo.-** las bridas son llevadas al Torno revolver 01 para hacer un desgaste en la cara que sobresale por el embutido, ahí se colocará el tubo de 31.75mm luego se envían al taladrado. Productividad 60 por hora.
- **Taladrado.-** Aquí se perfora la brida en 4 puntos equidistantes formando un cuadrado, luego pasa al área de avellanado. Productividad 60 por hora.
- **Avellanado.-** A los orificios antes perforados se le rebanan los bordes.. Productividad 180 por hora
- **Apuntalado.** Este proceso se realiza en el torno paralelo, el operario coloca el tubo y las bridas en ambos extremos sujetas por el torno, lo

centra y apuntala utilizando la máquina de soldar (arco abierto) luego es trasladado a una maquina de resoldado

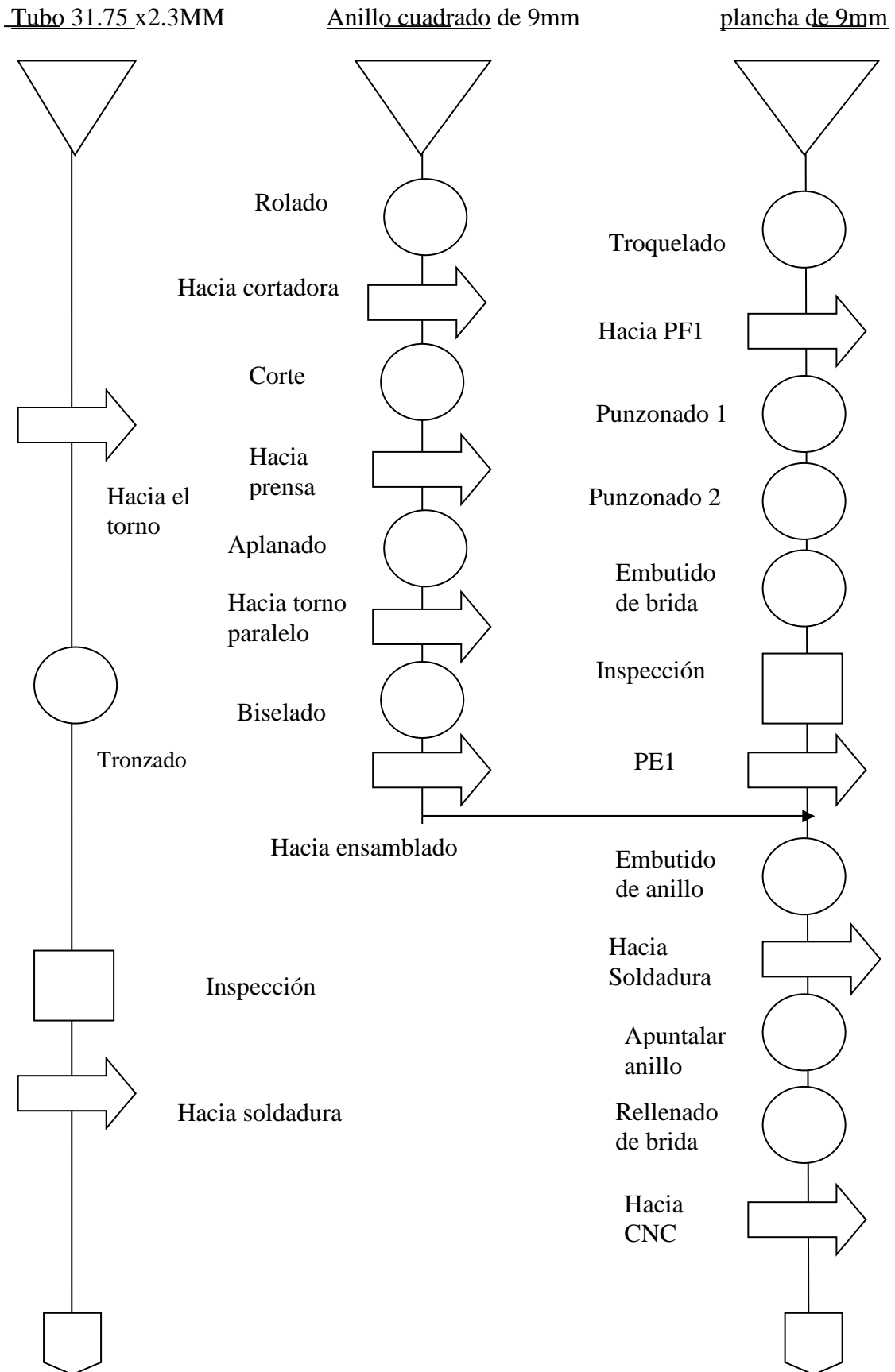
- **Resoldado** Este proceso se realiza en una maquina, el operador coge el Carreto apuntalado lo fija en la maquina y manualmente con su mano izquierda hace girar, con la mano derecha empieza a resoldar en ambos extremos.
- **Rectificado**.- las piezas son trasladadas del área de soldadura al torno revólver 01 para ser rectificadas, es decir dejar lisas las uniones de soldadura del proceso de ensamble. Productividad 40 por hora.
- **Pulido**.- ahora se envían los carretos al esmeril en donde son pulidos con cepillo. Productividad de 52 piezas por hora.
- **Pintado**.- Los carretos son pintados por inmersión en un tanque de pintura y luego se escurren por 5 minutos aproximadamente. Luego de ese lapso se trasladan al horno. Productividad de 80 por hora
- **Horneado**.- el horno tiene una capacidad de 80 carretos y el proceso de horneado tarda de 45 a 60 minutos.

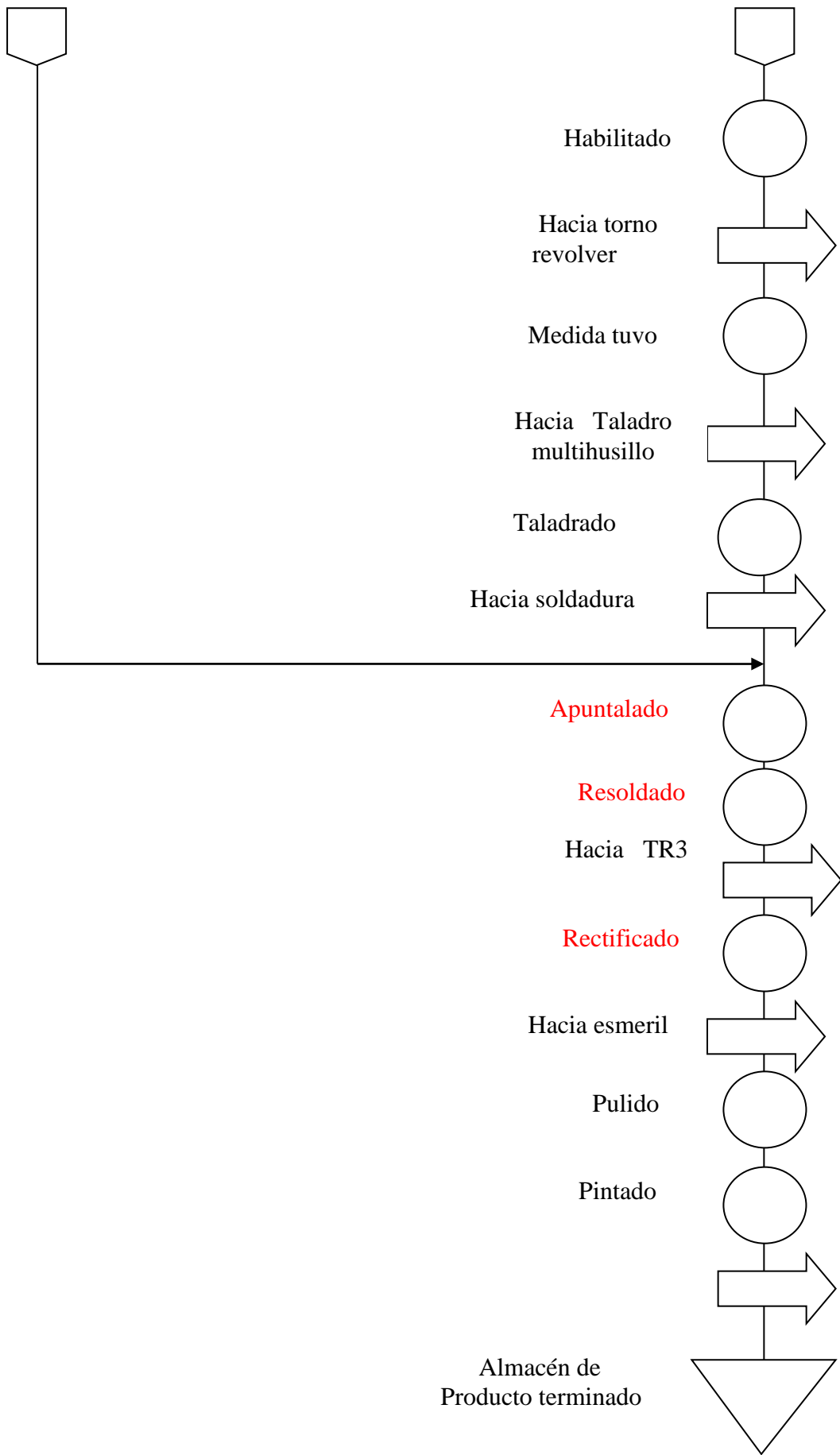
### Simbología empleada en diagrama de proceso

Tabla 3.4. Simbología de proceso

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Almacén temporal

## Proceso de fabricación de carretos





### 3.3.1.2. ANÁLISIS DE TIEMPOS

EL trabajo se centra en el proceso de ensamble, por eso hemos profundizado el estudio en estos puntos. Para ello se utilizo el diagrama hombre maquina.

**A. Apuntalado.** Este proceso se realiza en el torno paralelo, el operario coloca el tubo y las bridas en ambos extremos sujetas por el torno, lo centra y apuntala utilizando la máquina de soldar (arco abierto) luego es trasladado a una maquina de resoldado, Este proceso se realiza con la finalidad en que al momento de resoldar no tienda ha jalar es decir que ni se descentre. Lo cual se demora 4 minutos por Carreto. Incluido el traslado según la tabla.

Tabla 3.5. Análisis de tiempos de apuntalado

DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA					
OPERARIO: Bruno		OPERACIÓN: apuntalado			
DIAGRAMADOR: Joselito					
MAQUINA: Torno		FECHA :05/01/10		CICLO:240segundos	
TIEMPO EN SEGUNDOS		HOMBRE		MAQUINA DE SOLDAR	
50	X	Traslado de materia prima hacia la maquina(tubos y bridas)	x	ociosa	
80	X	Centra el tubo con las bridas Ajusta y afloja el shuck	x	ociosa	
80	X	Apuntala el producto ensamblado	x	opera	X
30	X	Afloja el shuck y saca el carrito apuntalado	x	ociosa	
240 segundos					

- B. Resoldado.** Este proceso se realiza en una maquina, el operador coge el carrito apuntalado lo fija en la maquina y manualmente con su mano izquierda hace girar, con la mano derecha empieza a resoldar en ambos extremos. Sin embargo, mediante este proceso se tiene problemas en cuanto al acabado, por lo que se tiene que esmerilar.
- Estimado 2 minutos por producto incluido traslado Tiempo.

Tabla 3.6. Análisis de tiempos de resoldado

DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA					
OPERARIO : Bruno		OPERACIÓN: resoldado			
DIAGRAMADOR: José					
MAQUINA: Mig Mag		FECHA: 05/02/10		CICLO: 120segundos	
Tiempo en segundos		HOMBRE		MIG MAG	
10	X	Traslado de materia prima hacia la maquina	X	Ócio	
10	X	Fijar Carreto para resoldar	X		
40	X	Proceso de resoldado / hace girar, manualmente		Resoldado	X
10	X	Cambiar posición de Carreto	X		
40	X	Proceso de resoldado /hacer girara manualmente		Resoldado	X
10	X	Extraer Carreto.	X	Ocio	
120 segundos					

- C. Rectificado.** Este proceso lo realiza el torno revolver n.03, el operador coge el Carreto lo coloca en torno lo centra y rectifica en ambos extremos. Tiempo estimado 3 Minutos por producto incluido traslado.

Tabla 3.7. Análisis de tiempos de rectificado

DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA					
OPERARIO :Céspedes		OPERACIÓN: Resoldado			
DIAGRAMADOR: Joselito					
MAQUINA: TR 03		FECHA: 05/02/10		CICLO:180 Segundos	
TIEMPO EN SEGUNDOS		HOMBRE		MAQUINA	
10	X	Traslado de materia prima hacia la maquina	x	Ócio	
30	X	Coloca y centra Carreto en un extremo Ajusta	x	Ocio	X
50	X	Rectifica carret0		Maquinado	X
30	X	Abre shuck Invierte la posición de Carreto y centra, ajusta shuck	x	Torno activado	X
50	X	Rectifica Carreto	x	Maquinado	X
10	X	Extraer Carreto		Ocio.	X
180 segundos					

### 3.3.1.3.PORCENTAJES DE UTILIZACION

- Porcentaje de utilización del operario = tiempo productivo del operador

$$\text{Tiempo ciclo total} = \frac{440}{540}$$

% utilización del operario es 81%

- Porcentaje utilización de máquina = tiempo productivo de la máquina

$$\text{Tiempo del ciclo total} = \frac{100}{540}$$

%utilización del operario es 18%

### **Interpretación del porcentaje de utilización.**

Según estos porcentajes de utilización se observa que se utiliza demasiado mano de obra, por lo que es necesario contratar más personal, o se puede automatizar, para este caso vamos a automatizar máquinas, es decir aumentar el porcentaje de utilización de máquina y disminuir el porcentaje del operario.

#### **3.3.1.4. INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD**

Tiempo base= (60min/1 hora) x15horas = **900**

Ciclo= 9 min

$$P = \frac{900}{9} = 100 \text{ unidades equivalente a 2 turnos}$$

Como se puede apreciar en turno de 2 turnos de 15 horas necesitan ensamblar 100 unidades de carretos.

Es decir que para ensamblar 100 carretos en 15 horas el costo de fabricación es de 109.3 soles.

La Productividad esta en relación de la producción de 100 carretos en 15 horas

$$\text{Productividad } d = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{cantidad de recurso empleado}}$$

Productividad:  $100/109.3 = 0.914$  soles por unidad

#### **3.3.1.5 ANALISIS DE COSTOS y GASTOS**

Estos costos están analizados en el proceso de ensamble de carretos de los tres procesos que generan cuellos de botella que es apuntalado, resoldado y rectificado.

Tabla 3.8. Consumo de energía eléctrica

CONSUMO DE ENERGIA EN KW		HORAS	KWH
MAQUINA DE SOLDAR	7.8	2,5	19.15
MOTOR TR.3	5	5	25

Tabla 3.9. Costos de producción

	CANTIDAD	COSTO S/,
ENERGÍA	44,15KWH X 0,4395 PRECIO DEL KWH	19.4
PASTILLA PARA ACABADO	1 PASTILLA PARA 100 CARRETOS	8.0
ELECTRODOS 6011	1KG X 100 CARRETOS	7.0
PERSONAL	4.99 SOLES X 15 HORAS	74.85
	TOTAL	109.3

Los costos que se presentan continuación están en relación a 15 horas que ensamblan 100 carretos.

Anteriormente se tenía una fabricación de 1500 carretos de los cuales salían un promedio de 75 carretos, estos carretos se devolvían ya que generaban malestares para los clientes.

Estos productos son maquinables es decir si es que tenía fallas se podía hacer un retrabajo que consisten en arreglar la falla del producto mediante otros procesos adicionales ya que generan costos e interrumpían la producción ya que no era programado.

### 3.3.1.6 CONTROL DE CALIDAD ACTUAL

La casa del tornillo no cuenta sin ningún control de calidad ya que las bridas salen desentradas no tienen un buen acabado en el soldado y por cada lote de 100 productos 5 salen defectuosos de los cuales estos productos con fallas

para que se recuperen, generan costos de retrabajos, ya que se tiene que reprocesar.

Estos productos con fallas son devueltos por los clientes generando problemas y credibilidad a la empresa.

En la figura 3.3 se observa el acabado del producto que no es el adecuado teniendo problemas.

Figura 3.3 acabado del carrito



Fuente: la casa del tornillo

### **3.3.2. PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN.**

De acuerdo a los datos obtenidos anteriormente es necesario diseñar e implementar el sistema de automatización.

#### **3.3.2.1 DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA SOLDAR CARRETOS**

En estos puntos se diseñara los distintos sistemas que necesita el prototipo, el cual consta de:

- Sistema de sostén de las bridas de Carreto.
- Sistema para transmitir movimiento que permite girar al sistema de ensamble del Carreto, para realizar el soldado.
- Sistema de acoplamiento y desplazamiento que permite desplazar la pistola de la Mig Mag en ambos extremos.
- Sistema de control a través del PLC que permite sincronizar todo el sistema.
- Sistema de conteo automático que permite contar los productos automáticamente a través de un contómetro.
- Sistema de extracción de humo que permite extraer todo el humo de soldado.
- Sistema de transferencia automática que permite dar inicio al grupo electrógeno al momento que se desconecta la energía eléctrica que nos brinda electro norte.

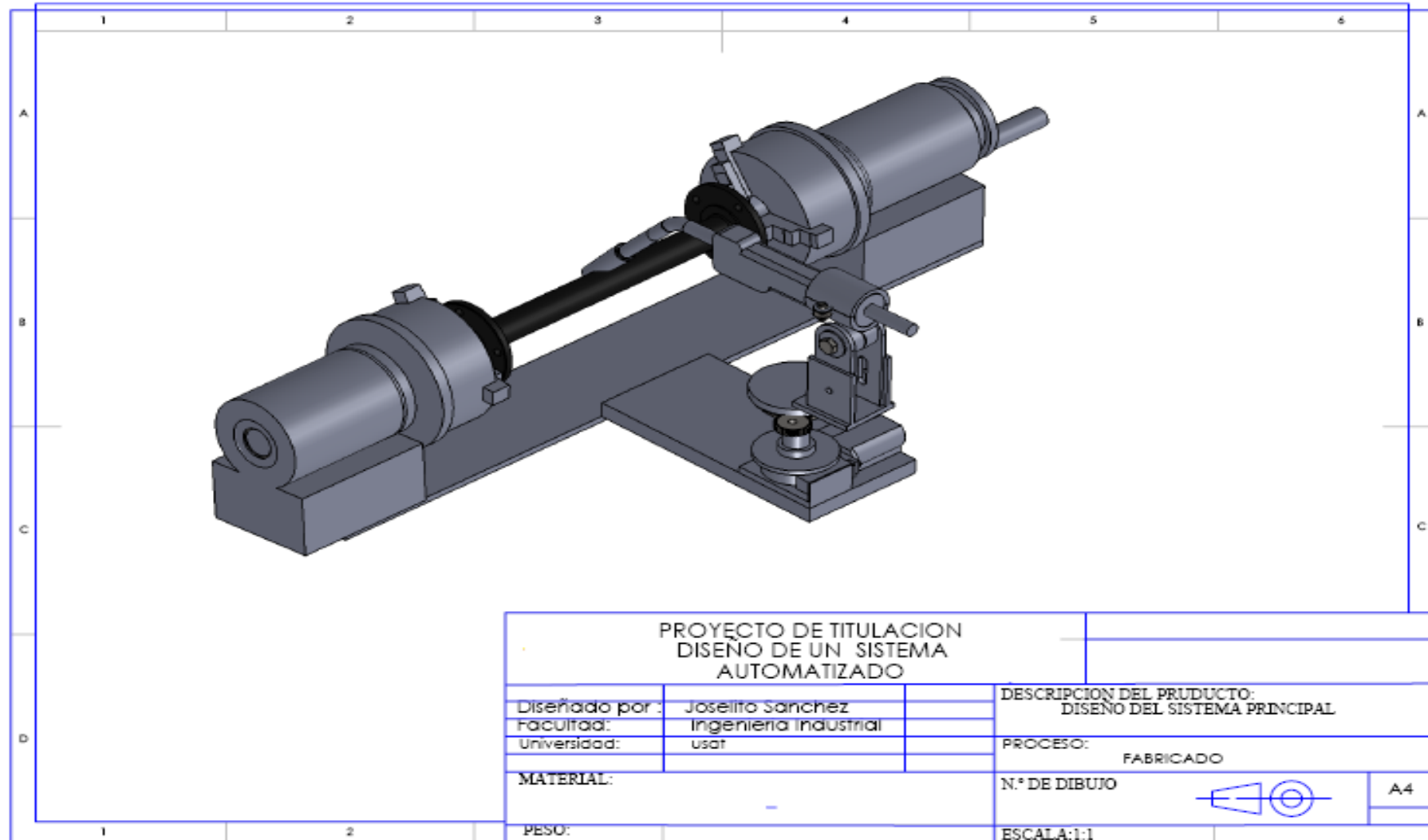
#### **A. Estructura de la base del sistema de automatización**

Todo el diseño del sistema se va a acoplar en un tono paralelo en desuso La base que soporta es de 2 m de largo 0.8 m de ancho y 1.3 m de altura. Asimismo, en este torno se va a adaptar el sistema de ajuste a través de chuck, También se va a adaptar los demás sistemas mencionado.

Figura 3.4. Diseño del prototipo



Figura 3.5. Diseño del prototipo hecho en solidworks



## **B. Sistema de sostén de las bridas de carrito.**

Para diseñar este sistema se empleo el Programa Solid Works.

En un extremo se diseño un sistema para que gire en su propio eje, un eje acoplado con 2 rodamientos todos esto sobre una bocina. Los rodamientos son SKF NA4907, DE, NC, 26. y el material que se utilizó es sae 1020.

Para que permita regular la carrera, se acoplo una tuerca y un perno de rosca de 3 entradas de 2"x3", la tuerca es de 2", en el extremo del perno se adapto una manivela para poder recorrer el perno manualmente.

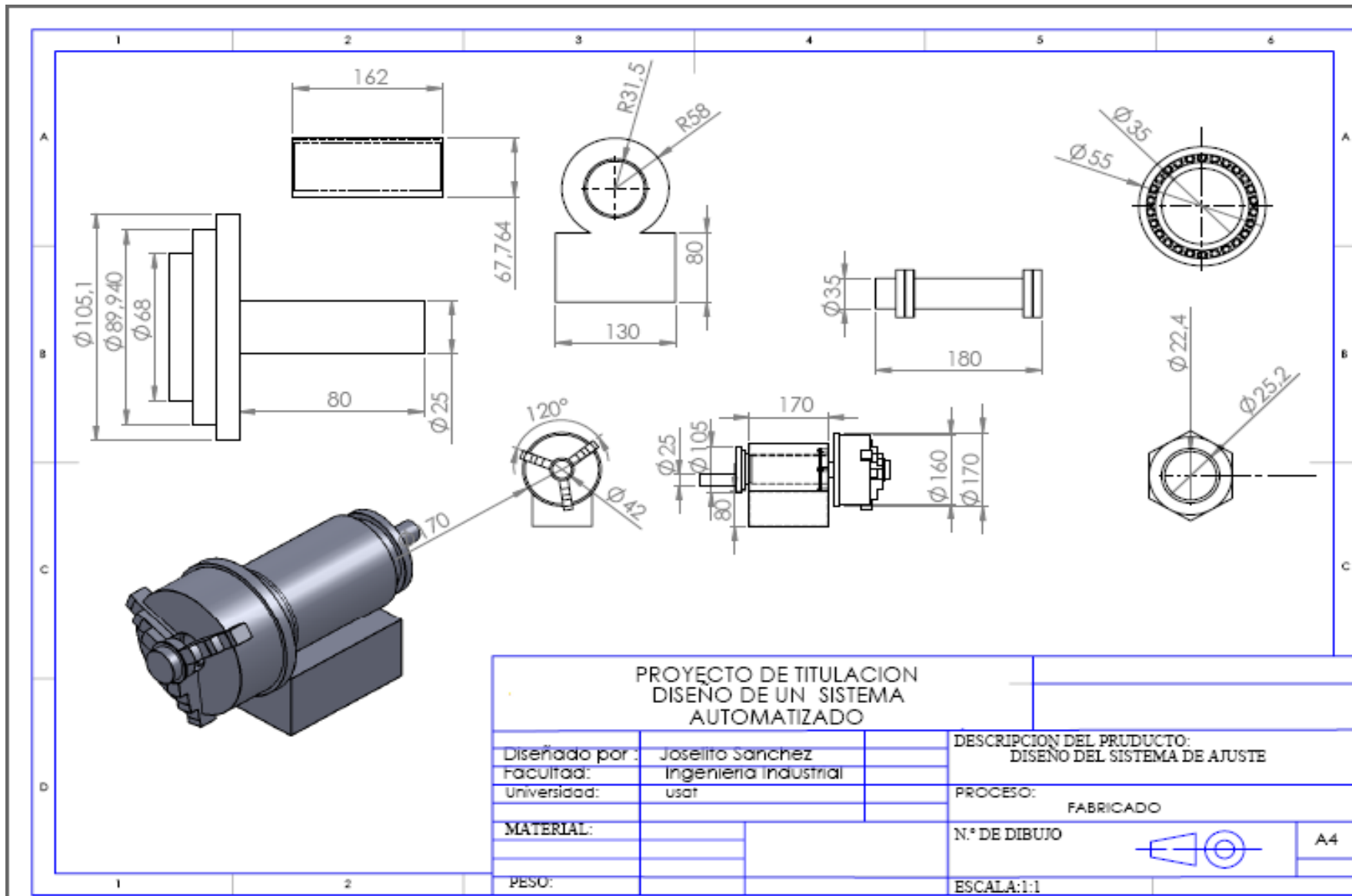
Una vez diseñado se procedió a realizarlo, de acuerdo como indica los planos que se muestran en la figura 3.6.

Como se utilizo un torno paralelo, en un extremo se hizo en implemento del sistema, ya que en el otro extremo se aprovecho el mismo sistema que tiene el torno.

El sistema de sostén está colocado en ambos extremos, un sistema es fijo que jira en su mismo eje. Otro chuck se desplaza para presionar las bridas a ensamblar que también gira en su mismo eje. Este sistema sirve para sujetar las bridas el Carreto.

El shuck tanto izquierdo como derecho sujeta a unos pines. Estos pines son de un material resistente a temperaturas altas de los 1000 grados, y estos son lo que permiten centrar a la brida ya que tiene un diámetro de 41.9mmx1" de longitud. Este pin es de un material SAE 1020.

Figura 3.6. Diseño del sistema de sostén



### C. Diseño de sistema de movimiento.

Para este sistema se necesita una sincronización entre la velocidad de giro y el soldado (amperaje de la maquina Mig Mag).

Ya que para soldar se necesita una maquina Mig Mag con un amperaje de 250A, que utiliza gas carbónico y alambre Mig de 0.8mm.

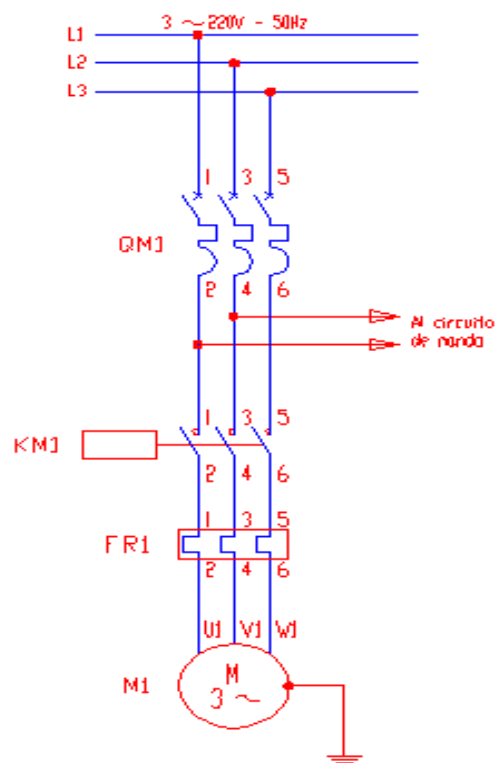
Se hizo varias pruebas mediante un variador de frecuencia, llegando a la conclusión que para la sincronización se necesita 3RPM.

El sistema de movimiento es realizado mediante un motor asíncrono trifásico de 2HP de 1750 RPM, este trasmite movimiento a un reductor mecánico a través de un fajas (poleas) con este sistema se obtiene una velocidad de 583 RPM. La polea del motor es 1" y la del sistema de transmisión es de 3 pulgadas.

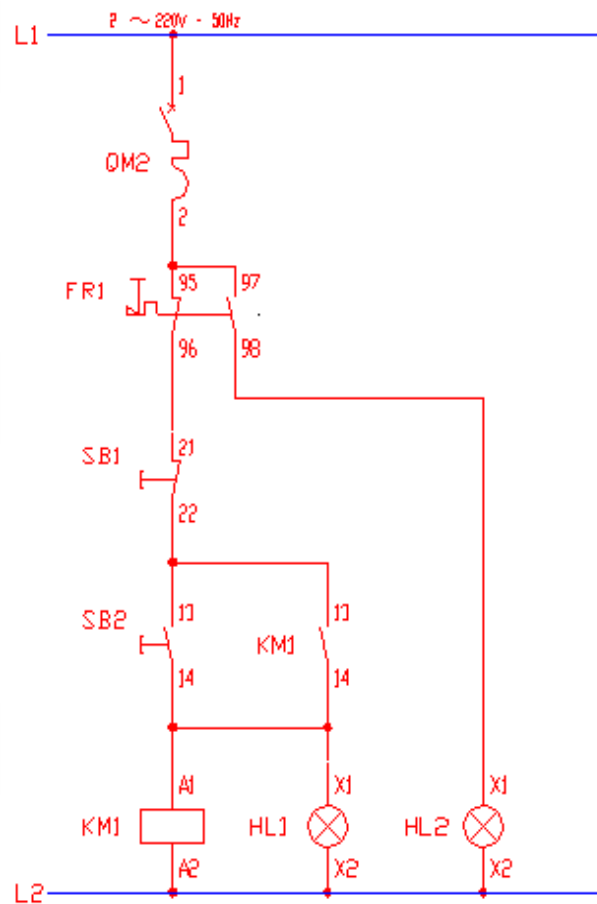
El motor para su funcionamiento trabaja con un contactor LCD1D25 Telemecanique. Con una llave termo magnética trifásica MELIN GERIN de 2x10A y un relé térmico de LRD08.

A continuación se presenta el arranque directo del motor trifásico en donde se detalla el sistema de conexión de esquema de fuerza y el de mando.

Esquema 3.1. Circuito de fuerza



Esquema 3.2. Circuito de mando



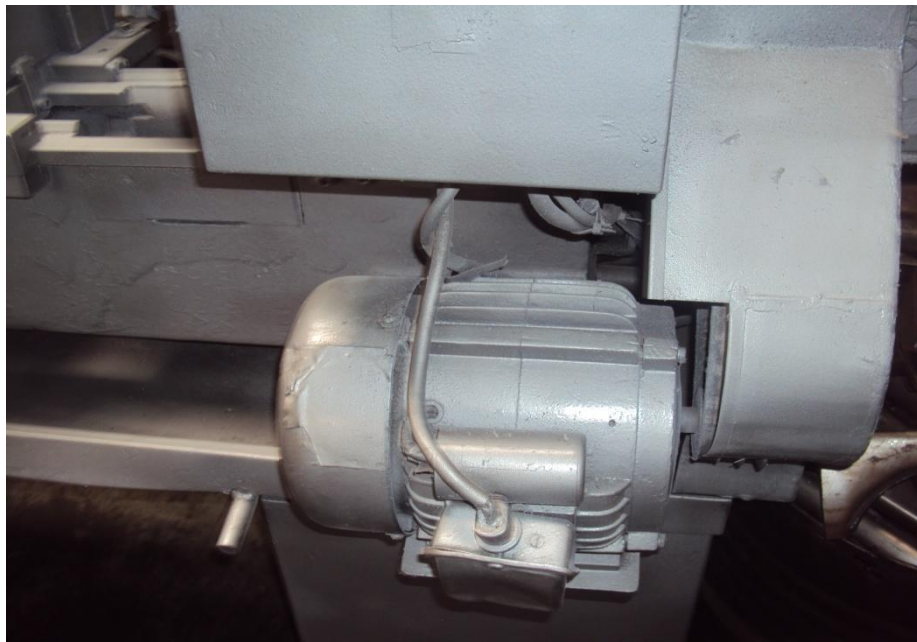
**LEYENDA**

- QM1: LLAVE TERMOMAGNETICA 3X10A
- QM2: LLAVE TERMOMAGNETICA UNIPOLAR
- KM1: CONTACTOR EELCTROMAGNETICO
- FRI: RELE TERMICO LRD08
- M1: MOTOR MOFASICO
- FRI: CONTACTOS DEL RELE TERMICO
- SB1: PULSADOR NC
- SB2: PULSADOR NO
- HL1: LAMPARA MOTOR EN MARCHA
- HL2: LAMPARA RELE TERMICO

El reductor es de 600 a 3 es decir recibe una velocidad de 600 rpm mediante la caja de transmisión a través de engranajes y cremalleras permiten obtener de 3 rpm, el reductor esta acoplado al sistema de ensamble por shuck.

En la figura 3.7 se observa el motor moviendo el reductor.

Figura 3.7 Acople de motor a reductor.



#### **D. Diseño de sistema de desplazamiento y acoplamiento**

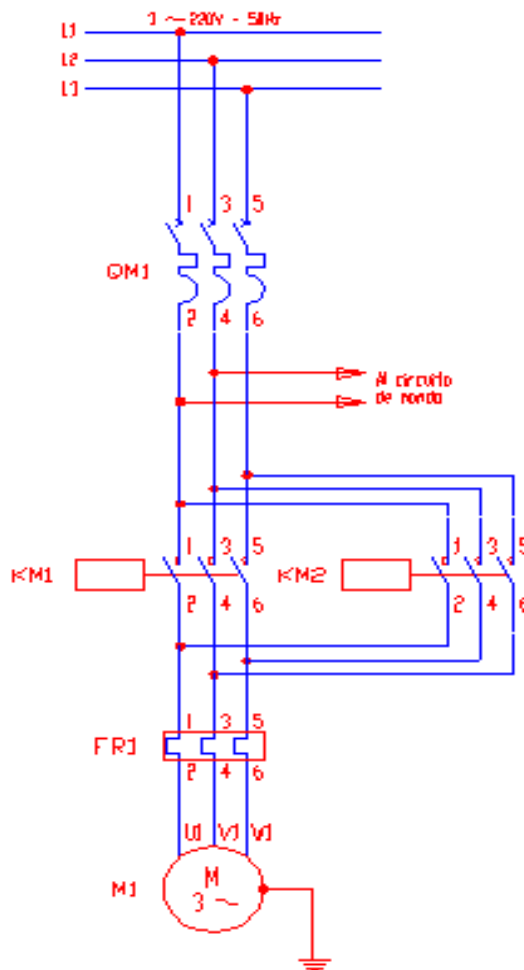
Para el diseño que permita soldar automáticamente se hizo lo siguiente:

Diseño del sistema de desplazamiento, para este diseño se vio de la necesidad de desplazar la pistola de la maquina Mig Mag y trasladarlo en ambos extremos, calibrando mediante un regulador de separación entre la boquilla de la MIG MAG y el centro del ensamble del tubo y la brida mediante una separación de 1cm a un Angulo 120 grados, este traslado lo hace mediante un motor reductor de corriente continua de 12 voltios de 10 RPM este motor acoplado con un sistema de engranes permite bajar la velocidad. el control es mediante un reóstato, que permite controlar la

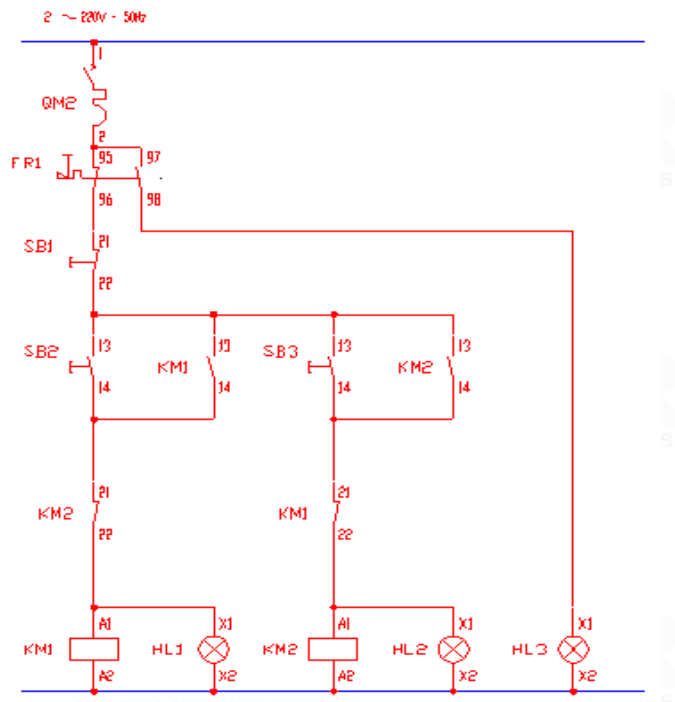
velocidad requerida. Mediante unos sensores inductivos controlan el punto de parada del motor para luego realizar el soldado.

A continuación se presenta el esquema de conexión del motor que desplaza en ambos extremos por lo que necesita invertir el giro al motor.

Esquema 3.3. Circuito de fuerza



Esquema 3.4. Circuito de mando



#### LEYENDA

QM1: LLAVE TERMOMAGNETICA 3X10A

QM2: LLAVE TERMOMAGNETICA UNIPOLAR

KM1: CONTACTOR EELCTROMAGNETICO IZQUIERDO

KM1: CONTACTOR EELCTROMAGNETICO DERECHO

FRI: RELE TERMICO LRD08

M1: MOTOR MOFASICO

FRI: CONTACTOS DEL RELE TERMICO

SB1: PULSADOR NC

SB2: PULSADOR NO IZQUIERDO

SB3: PULSADOR NO DERECHO

HL1: LAMPARA MOTOR EN MARCHA IZQUIERDO

HL2: LAMPARA MOTOR EN MARCHA DERECHO

HL3: LAMPARA RELE TERMICO

Para acoplar la pistola se utilizo un engranaje de 120mm de diámetro con 80 dientes y de 10mm de espesor con rodaje en el centro, acoplado a un eje fijo de la base; sobre este engranaje se soldó 2 platinas para darle altura y así acoplar a la Mig Mag como se muestra en la Figura 3.8



## E. Diseño de sistema de conteo automático

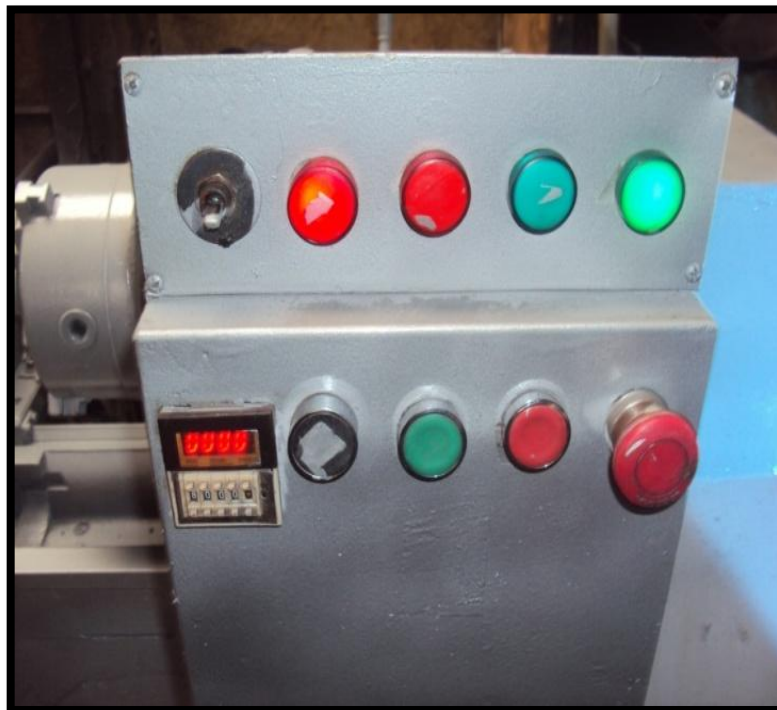
Este sistema permite contar a los carretos cada vez que extraigan el Carreto de la maquina. Para llevar así un control de los productos soldados.

Para esto se utiliza un contómetro ubicado en el tablero de control que recibe una señal al momento de extraer el Carreto. el ti

El conto metro trabaja con 220 v, tiene contactos abiertos que al momento de recibir una señal, internamente trasforma la seña en control numérico. . Para colocar a cero solo se recetea mediante un pulsador que tiene en la parte inferior de la pantalla.

En la figura 3.9 se observa el contometro en la parte izquierda que cuenta cada vez que se extrae el Carreto.

Figura 3.9 Contómetro DH48J



## F. Sistema de control a través del PLC

Para ello estamos utilizando un PLC zelio Soft con las siguientes características.

Tabla 3.10. Datos del PLC

Marca	SCHNEIDER ELECTRIC
Alimentación	100_ 240volti
Entradas digitales	6
Salidas digitales	4
Pantalla de teclado	Si
Reloj	Si
Idioma	BDF/LD
Referencia	S33b101fu

### Descripción Del Diseño Del Prototipo Controlado Por el PLC

El PLC zelio tiene 2 lenguajes de programación el LADDER y BDF, para ello hemos empleado el lenguaje LADDER También llamado lenguaje de contactos o escalera que es el más utilizado.

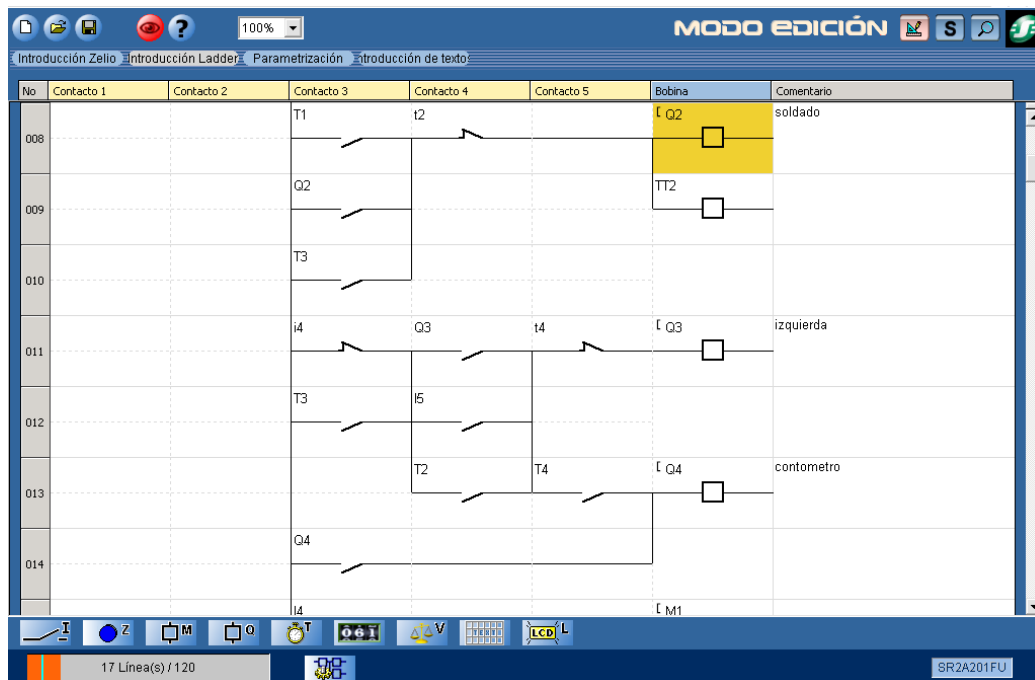
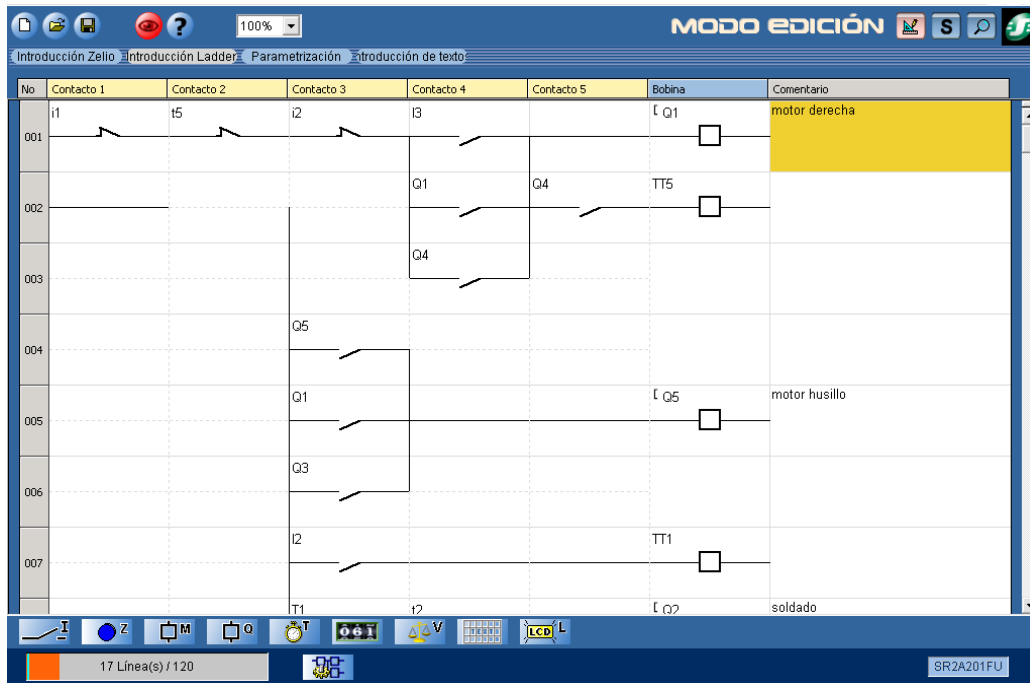
Figura 3.10. PLC

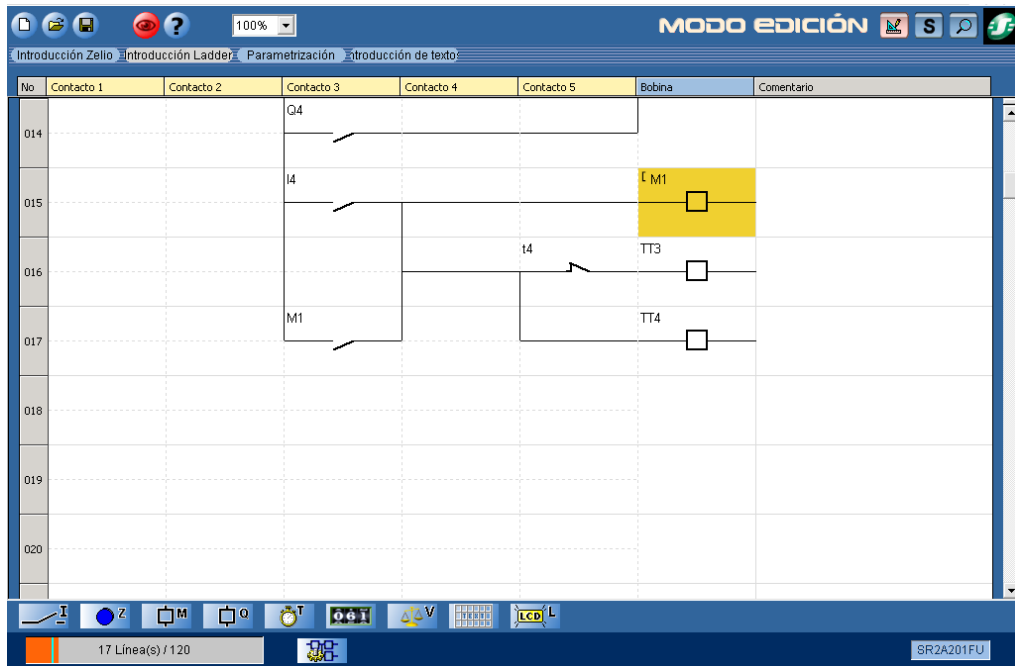


Fuente: la casa del tornillo

A continuación se presenta el diseño del sistema representado en el lenguaje ladder.

Figura 3.11 Diseño del sistema





### Leyenda:

I1: pulsador de emergencia

I2: sensor izquierdo

I3: pulsador de arranque

I4: sensor derecho

Q1: motor de desplazamiento derecho

Q5: motor que mueve al Carreto ha 3rpm

Q3: motor de desplazamiento izquierdo

Q2: contactor que activa el funcionamiento de la Mig Mag

Q4: contactor que activa el conto metro

M1: contactor auxiliar

T1: activa a la Mig Mag los 2''

T2: desactiva ala Mig Mag a los 20''

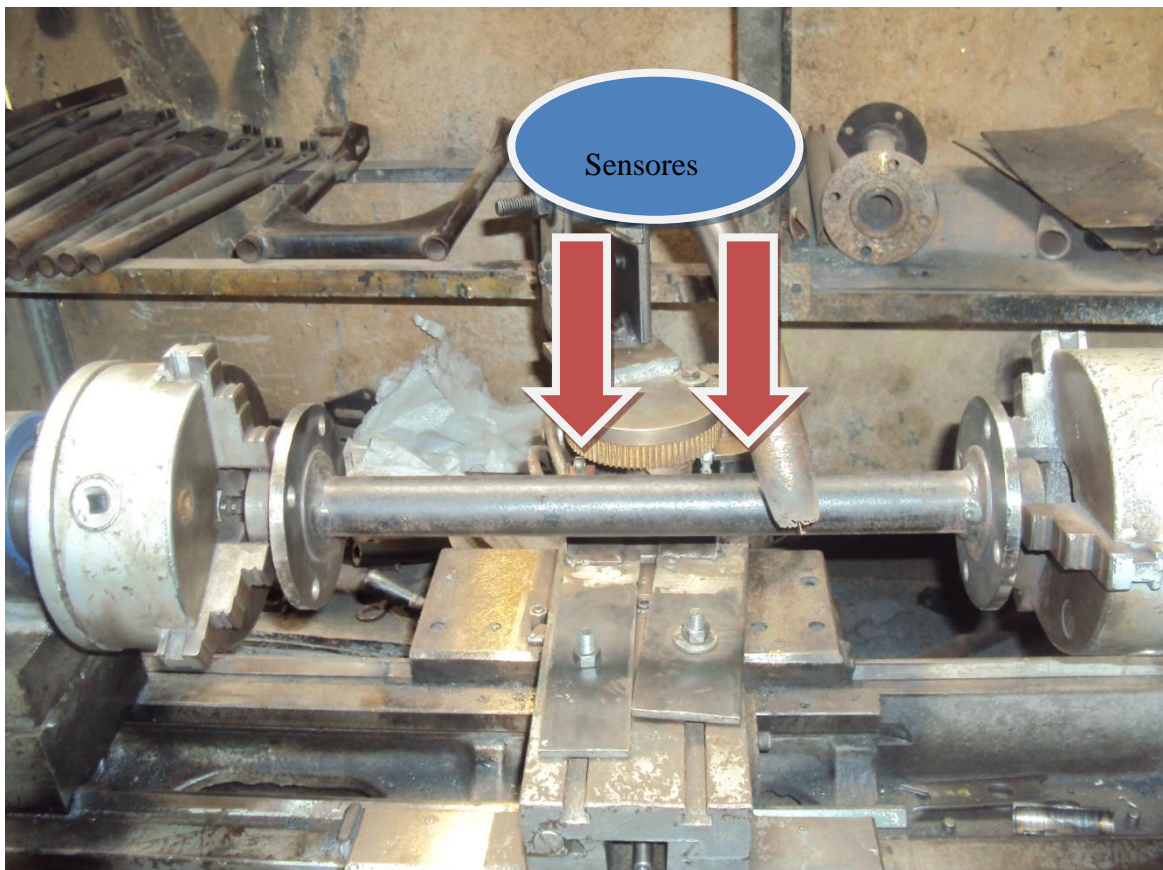
T3: temporizador auxiliar

T4: activa al conto metro.

T5: Apaga la maquina

En la figura 3.12 se observa la ubicación de los sensores, estos activan al momento en que la base del pistola de soldar se desplaza, cuando censa desactiva al motor. Estos está bien protegidos herméticamente sellados por que están instalados justo donde se realiza el soldado.

Figura 3.12 Diseño del sistema



### **G. Diseño de sistema de extracción de aire**

Este sistema permite extraer todas las emisiones de gases de humo que se da mediante el proceso de soldadura, mediante un extractor y a la vez permite eliminar todas las sustancias mediante un filtro de carbón activado de aire.

Está constituido por:

- Motor trifásico de 380 voltios, conexión estrella, de 1HP

- Extractor centrifugo.
- Campana de 1x05mt
- Ducto de 0.30mt de diámetro.
- Campana extractora.

Al momento de extraer el humo de soldadura hacia el exterior todas las sustancias peligrosas se almacenan en el filtro, lo cual una vez almacenado todas esas sustancias peligrosas lo transportamos a un lugar lejos de la ciudad y lo enterramos. El extractor trabaja mediante un sensor de humo, que activa al motor.

## **H. Fuentes de voltaje del sistema**

La energía eléctrica de la empresa la casa del tornillo es de 380 voltios trifásica con neutra 220 voltios.

Para el cual hemos empleado 220 voltios alterna como red principal, y 12 voltios de corriente continua.

Para obtener los 12 voltios hemos utilizado un transformador de 220 a 12 voltios a través de unos diodos hemos rectificado la corriente obteniendo 12 voltios de corriente continua, lo cual se ha empleado para el motor de corriente continua.

Los demás sistemas como el PLC. Contactores, sensores, el motor para mover Carreto, y el conto metro, utilizan los 220 voltios

## **I. Tableros de control.**

Esta dividió por 2 tableros.

Tablero de control de mando y el tablero de contactores y PLC.

El tablero de control de mando es donde el operador puede manipular los pulsadores y observar los focos de señalización, el tablero tiene las siguientes medidas es una caja metálica hermética de 20x15 cm donde están ubicados los siguientes dispositivos:

Lo pulsadores de marcha, pulsador de paro, pulsador de emergencia.

Los focos de señalización es de 220 voltios, También está ubicado el contador mediante este el operador puede observar el conteo de los productos.

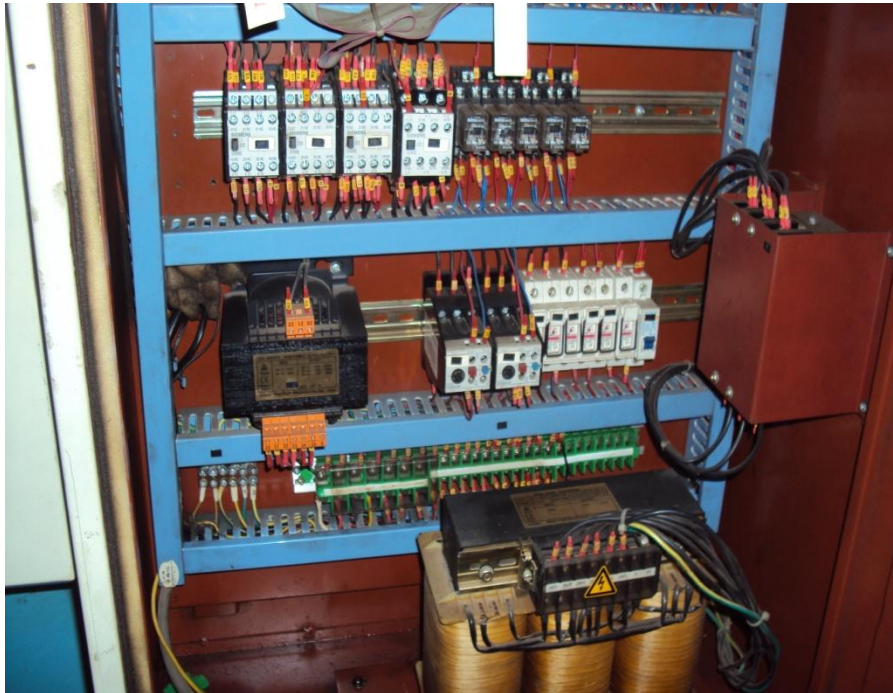
Tablero de contactores y PLC, este tablero es también herméticamente sellado tiene las siguientes medidas de 25x25cm. Está ubicado en la parte posterior del tablero de pulsadores, están incorporados, el PLC, los relés térmicos, las llaves termo magnéticas, y el transformador de 220 a 12 voltios.

Los contactores son LC1DE1209 TELEMECANIQUE

El relé térmico es un LRD08

La llave termo magnéticas es de 2x10A MG

Figura 3.13. Tablero de control



Fuente: la casa del tornillo

## J. Sistema de transmisión automática.

Interruptor de transferencia automática ATL20 se utiliza para la conmutación automática de la carga de la línea principal a un stand-by o de

emergencia en línea secundaria y viceversa.

Está construido para la aplicación "automática" y / o "manual" de control de contactores o interruptores motorizados circuito

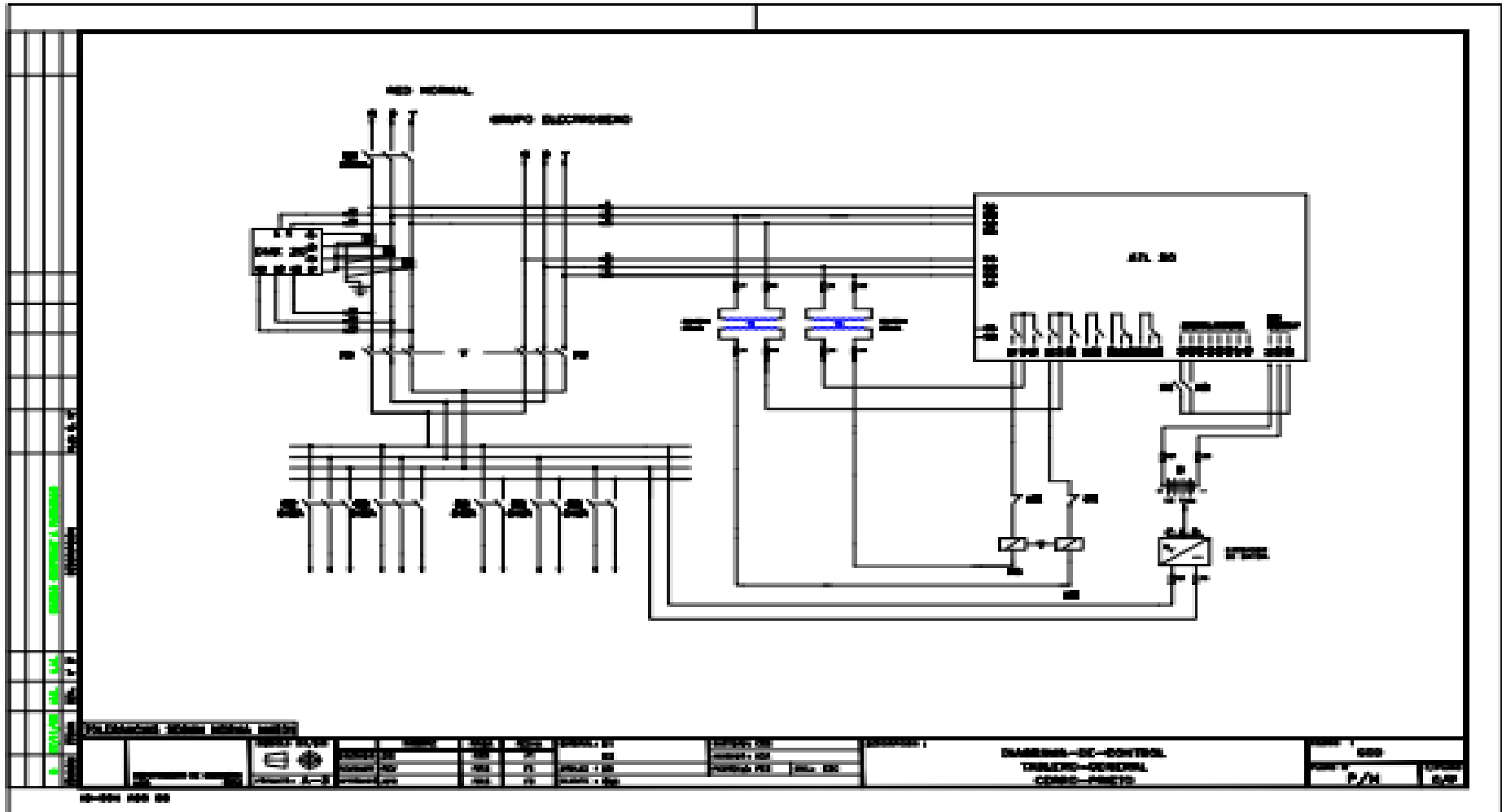
### **Características generales**

La transmisión tiene las siguientes características **ATL 20 –TTAA TL. 250 A** (Modulo – ATL 20).

- Unidad de alimentación de (12-48VDC)
- Medida de las entradas de tres fases más neutro , también disponible para las líneas de 1 y 2 fases
- 1 pantalla para ver la línea principal y las medidas secundarias
- 6 entradas digitales programables
- 6 salidas de relé programable
- 3 modos de funcionamiento: OFF - MAN – AUT
- Microprocesador de supervisión
- Interfaz de comunicación RS232
- MODBUS ®-RTU y MODBUS ® protocolos de comunicaciones ASCII

Configuración y Software de control remoto a través de conexión directa de PC o por módem normal o de red Ethernet.

Figura 3.14. Sistema de transmisión automática



### 3.3.2.2. Pruebas de funcionamiento

Una vez diseñado e implementado el sistema automático se procede a probar el funcionamiento.

La pistola de Mig Mag en su posición inicial esta en el centro, el operador coge las bridas acopla y ajusta en ambos extremo, luego ensambla el tubo y lo presiona manualmente.

El operador a través de un pulsador de marcha I3 da inicio al funcionamiento del sistema que se activa el contactor Q5 Y Q1, el contactor Q5 activa el funcionamiento del motor que mueve el Carreto acoplado al sistemas de ajuste, el contactor Q1 activa al motor de desplazamiento del lado derecho, donde desplaza a la pistola Mig Mag a la vez se desplaza la pistola de la Mig Mag al extremo derecho mediante un motor de corriente continua, al llegar al punto para el respectivo soldado el motor se apaga automáticamente mediante un sensor derecho I2, al segundo se activa la Mig Mag para el resoldado con el contactor Q2 que tiene un tiempo de 14 segundos mediante el temporizador T1, pasado los 14 segundos, se desactiva la Mig Mag mediante le temporizador T2, y el motor se desplaza al extremo izquierdo mediante el contactor Q3. Al llegar al punto de soldado se desactiva el motor mediante el sensor izquierdo I4, al segundo empieza el soldado durante de 14 segundos mediante el temporizador T1, luego desactiva automáticamente a la Mig Mag y se desplaza el motor al lado derecho mediante el contactor Q1 quedando en el centro del Carreto, durante ese recorrido activa la contactor Q4 que manda un pulso al contometro para contra las piezas a la vez activa el temporizador T5 que desactiva a todo el sistema.

El operador extrae el Carreto y empieza el nuevo ciclo. El diseño está totalmente sincronizado, es decir, no avanzará a otro proceso mientras no haya terminado el anterior.

### **3.3.3 Resultado de la implementación**

La mejora consiste en reducir el tiempo en los procesos de apuntalado, resoldado, rectificado y el traslado del material. Estos procesos generan cuellos de botella, el acabado del Carreto no es uniforme, estos 3 procesos se reducirían a un solo proceso. Con esto se disminuirían horas máquina, horas hombre. El proceso consiste en colocar el tubo con las bridas sujetas en ambos extremos con un sistema de ajuste por pines, una vez centrada se activa el sistema automático para soldar teniendo como proceso final el carretos.

#### **A. Diagramas de procesos y de flujos**

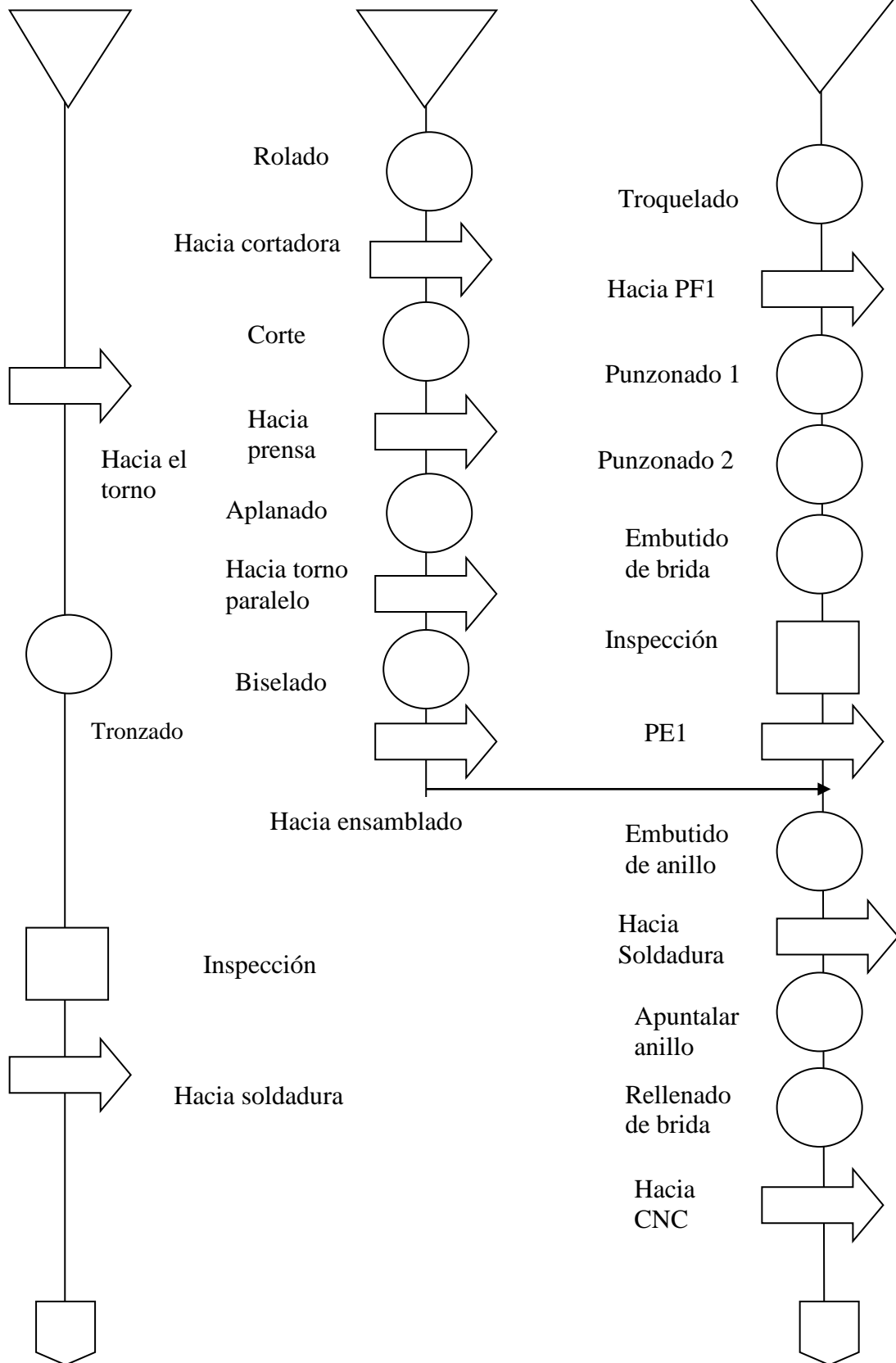
Debido al cambio mejorado el diagrama quedaría de la siguiente manera:

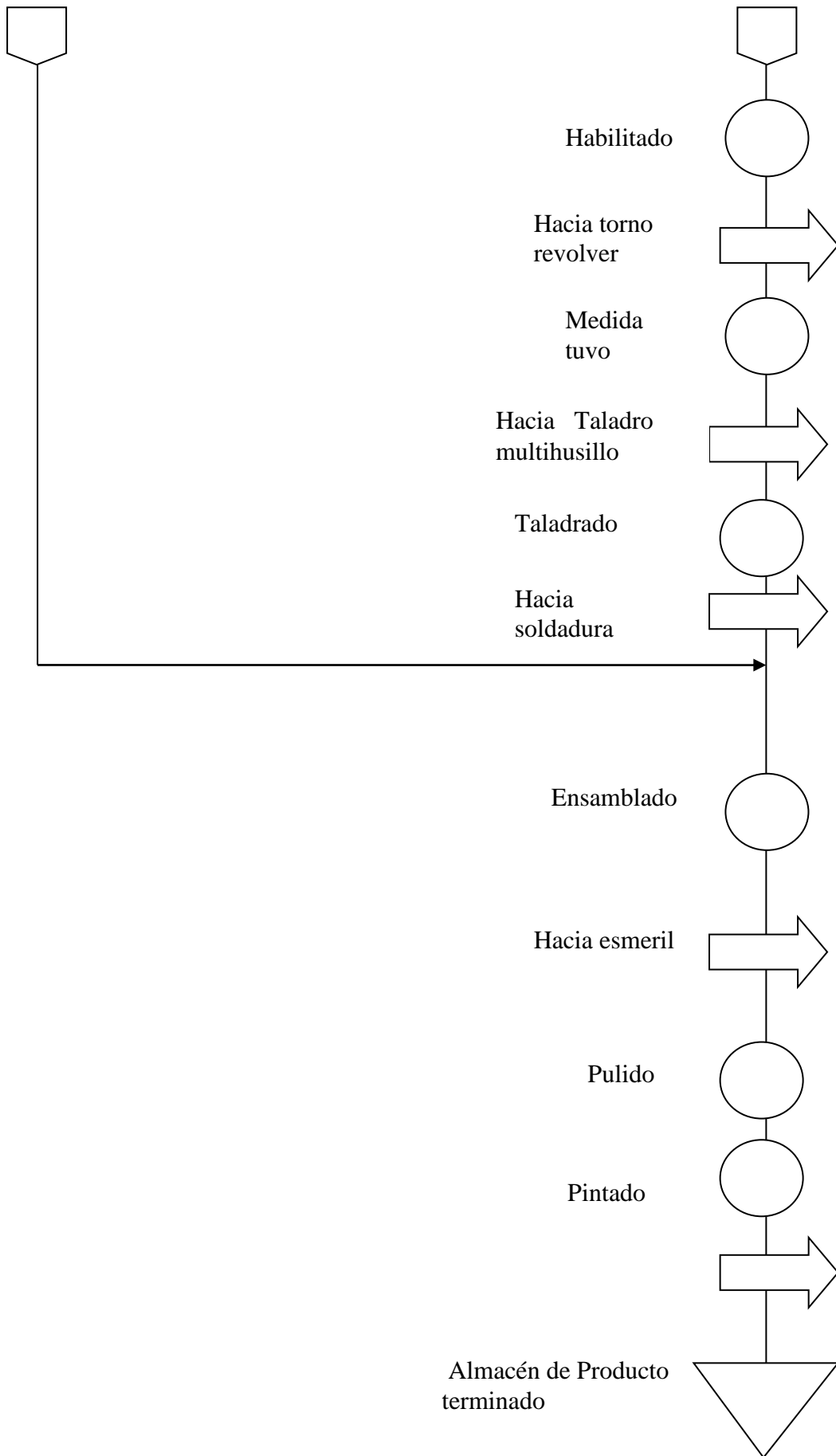
## Proceso de fabricación de carretos

Tubo 1" x2.3MM

Anillo cuadrado de 1/2x1/2 "

plancha de 3/8





## B. Análisis de tiempos

Tabla 3.11. Análisis de tiempo de proceso mejorado.

DIAGRAMA HOMBRE MAQUINA				
OPERARIO : Bruno		OPERACIÓN: apuntalado		
DIAGRAMADOR: joselito				
MAQUINA: T.P. 04		FECHA: 05/02/10		CICLO: 120 Segundos
TIEMPO EN segundos		HOMBRE		MAQUINA De Soldar
40	X	Traslado de materia prima hacia la maquina	x	Desactivada
20	x	Centra el tubo con las bridas	x	desactivada
40	x	Ocioso		Maquina activada
20	x	saca el Carreto	x	desactivada
120 segundos				

En este diagrama automatizado se emplea solamente 3 minutos para realizar el soldado del Carreto.

Tiempo base = (60minutos/1 hora) x5horas =300 minutos

Ciclo=3min

$$P = \frac{300}{3\text{min}} = 100 \text{ unidades equivalente a 2 turnos}$$

Es decir en 5 horas se ensamblan 100 carretos, Ya que hay una diferencia de 10 horas por 100 carretos. En 15 horas se produciría 300 carretos.

### C. Análisis de costos proceso mejorado

El análisis de costos se realiza mediante 5 horas, ya que en este tiempo se ensamblan 100 carretos.

Tabla 3.12. Análisis de costos

CONSUMO DE ENERGIA EN KW	Kw	Horas	SUBTOTAL
MOTOR TORNO	1	3,3	3,3
MOTOR DC	0.3	3.3.	0.99
TOTAL EN KWH			4.29

	CANTIDAD	COSTO S/,
ENERGIA ELECTRICA	4.29 KWH X 0,4395 PRECIO DEL KWH	1.88
PERSONAL	4.99 SOLES LA HORA X 5 HORAS	24.95
TOTAL		26.83

Utilizando el sistema automatizado para la fabricación de 100 carretos en 5 horas sale un gasto de 26.83

$$Pr\ oductivida\ d = \frac{Pr\ oducción\ obtenida}{cantidad\ de\ recurso\ empleado}$$

Productividad:  $100/26.83 = 3.72$  soles por unidad

Tabla 3.13. Diferencia de costos

DIFERENCIA DE COSTOS EN 100 CARRETOS	
PROCESO ANTERIOR	109.3
PROCESO MEJORADO	26.83
DIFERENCIA	74.8

Aplicando este proceso de automatización se utiliza 5 horas para ensamblar 100 carretos, reduciría 10 horas por cada lote de 100 carretos. Ya que en el anterior utilizaba 15 horas para ensamblar 100 carretos.

La producción máxima de la casa del tornillo anteriormente era de 1500 carretos equivalente a 225 horas con un costo de fabricación de s/ 2459.2 lo con el sistema automatizado para esa misma producción lo puede hacer en 75 horas, ahorrando un monto 1122 soles por fabricar lo 1500 carretos.

A continuación se presenta el siguiente cuadro con una producción de 225 horas observándose una gran diferencia.

Tabla 3.14. Diferencia

	PROCESO ANTERIOR	PROCESO AUTOMATIZADO
HORAS	225	75
PRODUCCIÓN MENSUAL (UNIDADES)	1500	1500
COSTOS DE FABRICACIÓN /S.	1639.5	402.45
PRODUCTIVIDAD	0.914	3.72

De acuerdo al tabla indica que la empresa está ahorrando 150 horas mensuales, como la empresa tiene más de 200 ítem de productos, de las 150 horas ganadas 25 horas se han empleado para aumentar en 25% de producción es decir de 500 carretos.

Las otras 125 horas se ha empleado para aumentar la producción de otros ítems.

#### **D. Control de calidad.**

Anteriormente las fallas eran frecuentes había re trabajos, por productos defectuosos. Ya que cada 100 productos ensamblados 5 eran los defectuosos, por lo que conlleva a emplear más horas de trabajo.

A continuación se muestra el cuadro de re trabajos y los gastos generados.

En la casa del tornillo no existe ningún programa de control de calidad, por lo que se ha estandarizado los sistemas de medición en cada proceso en los carretos, debido a la necesidad del mercado que exige precisión y calidad.

El carrito está constituido por dos bridas y un tubo.

### **Las bridas:**

Antes de ensamblar el Carrito las bridas deben tener los siguientes requisitos:

- Diámetro y espesor de la brida: el diámetro debe tener  $120 \pm 1 \text{ mm}$  x  $9 \text{ mm}$
- Medida de catalina: el diámetro debe tener  $58 - 0.1 \text{ mm}$ .
- Agujero equidistantes: la brida debe tener 4 agujeros equidistantes de  $90 \text{ mm}$  de separación a  $90^\circ$  cada agujero a un diámetro de  $10 \text{ mm}$ .
- Medida de rodaje: la brida debe tener  $42 \text{ mm} + 0.1 - 0.01$  de diámetro, a una profundidad de  $13.5 \text{ mm} \pm 0.1$
- TUBO.
- El tubo debe de ser tubo negro de  $30 \times 2.3 \text{ mm}$  a una longitud de  $349 \text{ mm}$

### **Carrito ensamblado:**

El Carrito ensamblado debe tener  $355 \text{ mm}$  de base a base del rodaje, ya que el eje de carretos es de  $356 \text{ mm}$ , para que la cara de rodaje trabaje en el eje de carrito. Las bridas ensambladas deben de estar centradas y al momento de ensamblar el eje con el carretos este debe girar manualmente suave.

Figura 3.15 acabado del carreto



### 3.4. INVERSIONES

Las inversiones están constituidas por cada uno de los sistemas de diseño.

Tabla 3.15 Sistema de sostén de las bridas de Carreto.

Descripción	cantidad	Costo	subtotal
ShuCh universal de 6" x 3 mordazas	1	500	500
Pin para sostener la brida de material de 1020	2	15	30
Rodamientos axiales SKF NA4907, DE, NC, 26	2	40	80
Tuerca de 3 entradas de 2"	1	20	20
Perno de 3 entradas de 3"x 2" de longitud.	1	50	50
Otros		50	50

Total 730

Tabla 3.16. Sistema para transmitir movimiento.

Descripción	Cantidad	Costo	subtotal
Motor monofásico de 1hp	1	150	150
Poleas de 2"	2	20	40
Fajas en v 36	1	40	40
Reductor es de 600a 3	1	250	250
Relé térmico lrd08	1	100	100
Contactores lc1d10	1	80	80
Total			660

Tabla 3.17 Sistema de acoplamiento y desplazamiento.

Descripción	cantidad	Costo	subtotal
Motor de corriente continua de 12v	1	50	50
Engranajes de 120mmde diámetro	1	40	40
Base para sostener la pistola de la Mig	1	80	80
Sensores inductivos de 220 voltios	2	200	400
Contactador lc1d09 para la Mig	1	80	80
Trasformador de 220 a 12 voltios de corriente continua	1	20	20
Total			670

Tabla 3.18 Sistema de control a través del PLC

Descripción	cantidad	Costo	subtotal
PLC 100_ 240voltios	1	600	600
Temporizadores ondelay	3	100	300
Contactores lc1d10	6	80	480
Cables automotriz n14awg en mts	50	0,8	40
Total			1420

Tabla 3.19 Sistema de conteo automático.

Descripción	Cantidad	Costo	Subtotal
Conto metro de 220voltios DH48J	1	100	100
Contactador lc1d10	1	80	80
Focos pilotos de 220voltios (verde y azul)	6	5	30
Total			210

Tabla 3.20 Sistema de extracción de humo

Descripción	cantidad	Costo	subtotal
Extractor campana	1	100	100
Motor trifásico de 0.5hp	1	150	150
Contactador lc1d10	1	80	80
Relé térmico lrd08	1	100	100
Total			430

### 3.5. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

El financiamiento esta dado por la empresa la casa del tornillo, que es un monto de s/4970.

Tabla 3.21 presupuesto

<b>Descripción.</b>	<b>MONTO</b>
Material Bibliográfico	100
Material de Escritorio	100
Dispositivos para la automatización	4120
Movilidad y otros (teléfono, internet, etc.)	100
Tipo, empastado y copias	50
Otros	500
Total.	s/4970.0

### 3.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Los ingresos del proyecto vienen dado por la reducción del proceso (150 horas al mes multiplicado por el precio de hora 1.88 soles, equivalente a 282 nuevos soles); reducción de re trabajos es decir menos productos con falla (75 carretos al mes multiplicado por el costo hora máquina 0.368 nuevos soles, más el costo hora hombre es 16 horas multiplicado por el precio hora 4.99 soles, en total equivale a 107.4 nuevos soles); también dentro de estos ingresos esta el ahorro de horas de personal (150 horas multiplicado por el precio de hora 4.99 nuevos soles equivalente a mes)

Tabla 3.22 Costo de Re trabajos de hora máquina

COSTO HORA MÁQUINA						
Máquina	Potencia (kw/h)	precio s/	Total s/.	N° horas de trabajo	carretos Rectificados	Costo unitario (s/.)
TP02	5	0.4	2	10	100	0.200
Mig Mag	7	0.4	2.8	6	100	0.168

Antes de implementar el sistema por cada lote de 100 productos 5 era productos con falla, al mes se ha encontrado 75 productos fallidos o fuera de control.

Tabla 3.23: costos de retrabajos

Producto	Unidades/día	Producción mes	Productos con falla	Costo unitario	Costo Total
Carreto	195	1500	75	0.200	15.0
	195	1500	75	0.168	12.6

Durante 2 turnos (16 horas) rectifican 100 carretos ya que 10 horas en torno y 6 horas en máquina de soldar (Mig Mag)

Costo Hora Hombre		
N° Horas	Precio hora	Precio Total
16	4.99	79.84

El Costo de Re trabajos es igual 107.4 nuevos soles al mes.

El ingreso indirecto del proyecto es el incremento de las ventas y por ende ingresa más utilidades a la empresa. La utilidad para el carreto es 14 soles sin impuestos, utilidad neta incluyendo los impuestos (IGV 18%) resulta 11.48 nuevos soles es multiplicado por los 500 carretos que se fabrican al mes (producción anterior 1500 carretos al mes, producción implementado el sistema automatizado 2000 carretos al mes)

Tabla N° 3.24. Ingresos del proyecto por mes

<b>INGRESOS DEL PROYECTO POR MES</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio de hora</b>	<b>Subtotal</b>
Reducción de proceso	Horas	150	1.88	282
Reducción de retrabajos	Unidad	75		107.4
Ahorro de personal	Horas	150	4.99	748.5
<b>INGRESO INDIRECTO</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Utilidad</b>	<b>Subtotal</b>
Incremento de ventas	Unidad	500		
Incremento Margen Utilidad	Unidad	500	11.48	5740
<b>Total</b>				<b>6877.9</b>

A las instalaciones de los equipos se realizará mantenimiento preventivo diario, semanal, mensual, trimestral y semestral como corresponda (el cálculo al mes de mantenimiento preventivo es 150 soles al mes, desarrollando las actividades de inspecciones, limpieza, recambios de piezas). Del mismo modo las instalaciones están sometidas a una depreciación anual, mensual, el cálculo es como sigue (precio de compra se resta menos el precio de venta dentro de cinco años, dividido entre el número de años para este caso cinco años)

Tabla N° 3.25: Presupuesto de costos

<b>PRESUPUESTO DE COSTOS</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Precio compra</b>	<b>Precio de venta</b>	<b>Año</b>	<b>Mes</b>
Costos indirectos				
Mantenimiento preventivo				150
Depreciaciones de instalaciones	4120	500	724	60.33

El estado de ganancias y pérdidas está conformado por los ingresos ver Tabla N° 3.21. Ingresos del proyecto por mes, y los costos ver Tabla N° 3.22. Presupuesto de

costos. Además incluido la inversión en la compra y puesta en marcha de los equipos. Con la diferencias estos dos factores, obtendremos la utilidad neta (Ingresos menos los costos).

En la Tabla N° 3.26, se visualiza que para el mes cero la utilidad es negativa, por lo que se comienza a ganar a partir del primer mes una vez realizado las mejoras.

Tabla N° 3.26. Estado de resultados (ganancias y pérdidas)

<b>Estado de resultados (ganancias y pérdidas)</b>					
<b>Rubro</b>	<b>Mes 0</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>
<b>INGRESOS</b>					
Reducción de proceso					
Ahorro de personal					
Reducción de retrabajos					
<b>TOTAL</b>	0	6877.94	6877.94	6877.94	6877.94
<b>COSTOS</b>					
Inversión	4970				
Mantenimiento preventivo		150	150	150	150
Depreciación		60.33	60.33	60.33	60.33
<b>TOTAL</b>	4970	210.33	210.33	210.33	210.33
<b>Utilidad neta</b>	-4970	6667.6	6667.6	6667.6	6667.6

De forma más resumida se muestra, el flujo de caja conformado por los ingresos y egresos del proyecto, la sustracción de los dos factores da como resultado el saldo de caja o utilidad, también se efectuó el cálculo de Caja Acumulado para ver en qué mes se recupera la inversión, para este caso en el mes número uno.

Tabla N° 3.27. Flujo de caja

<b>FLUJO DE CAJA</b>					
<b>Rubro</b>	<b>Mes 0</b>	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>
<b>Ingresos</b>	0	6877.94	6877.94	6877.94	6877.94
<b>Egresos</b>	4970	210.33	210.33	210.33	210.33
<b>Saldo caja</b>	-4970	6667.61	6667.61	6667.61	6667.61
<b>Caja acumulado</b>	-4970	1697.61	8365.21	15032.82	21700.43

Los indicadores de rentabilidad del proyecto Sistema Automatizado para mejorar la producción en la empresa La Casa del Tonillo S.R.L., resulta ser rentable por que se ha comprobado que el Valor Actual Neto (VAN) es positivo, la tasa de ingreso de retorno de la inversión es 129% y la relación Beneficio Costos es 1.33 nuevos soles por cada sol invertido para el primer mes, los siguientes meses B/C, tiende a elevarse.

Tabla 3.28. Indicadores de rentabilidad

<b>INDICADORES DE RENTABILIDAD</b>	
VAN	S/. 21,195.21
TIR	129%
B/C	1.33

### **3.7 ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL**

El proceso de ensamblado si ocasiona efectos negativos debido a las emisiones que se generan gases y humos tóxicos.

como es un sistema automatizado no va ver contacto directo con el operador, la persona encarga de realizar este proceso de soldado debe contar con los Equipos de Protección Personal(mascarillas, guantes de cuero, mandil, zapatos de seguridad, mascara o careta para soldar), en la parte superior esta un extractor, que permite extraer todas las emisiones que conduce mediante un ducto y en la partes final esta un filtro, este filtro retiene todas las partículas que se generan durante el soldado.

#### IV. CONCLUSIONES

- Al implementar el sistema de automatización se logro reducir 150 horas de trabajo de 225 horas, es decir que anteriormente en 225 horas se obtenía una producción de ensamble de 1500 carretos y ahora, en 75 horas se ensambla los1500 reduciendo 150 horas equivalente a 18.5 días y de esta manera se ha aumentado la productividad de 0.94 a 3.72.
- La producción aumento en un 33.3% equivalente a 500 carretos que dejan un margen de utilidad de s/ 6977 mensuales.
- En cuanto a los gastos y costos de fabricación por cada 1500 carretos ensamblados la empresa se ahorra S/1237.5 mensual.
- Asimismo, por cada lote de 100 carretos que se fabricaban, 5 salían defectuosos, ahora, con el nuevo sistema no existen piezas defectuosas. Ahorrando S/107.4 mensual.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Moreno Ramón, Piedrofino.2004.Ingeniería de la automatización industrial. Segunda edición ampliada y actualizada, Biblioteca USAT.
- Lorenzo Lledó, Gonzalo.2006. Automatización de una planta industrial, universidad de alicante. Alicante – España,
- Jiménez Macías, Emilio. 2002. Técnicas de automatización avanzadas en procesos industriales. Universidad de la rioja. Universidad de la rioja servicio de publicaciones. Logroño- España.
- Porras, Alejandro y montañero.1991. Autómatas programables. McGraw-hill.
- Manual y catalogo del Ingeniero en automatización 2003. Mice chneiderelectric.

## LINKOGRAFIA

- Schneider página web de entrenamiento en línea.  
<http://www.entrenamiento.schneiderelectric>
- [http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES\\_PLC\\_PD\\_F\\_S/24\\_SENSORES\\_INDUCTIVOS.PDF](http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PD_F_S/24_SENSORES_INDUCTIVOS.PDF)
- <http://www.control-systems-principles.co.uk/whitepapers/spanishwp/14ProgLogicSP.pdf>
- <http://meslab.org/mes/archive/index.php/f-257.html?language=es>
- <http://rde.iiec.unam.mx/revistas/cero/chicago15.pdf>

## VI. ANEXOS.

### Anexo1: proceso de apuntalado



### Anexo2: proceso de resoldado



### Anexo3: proceso de rectificación



### Anexo4: Sistema de trabajo del carrito en una mototaxi



Anexo 5: Fijación del carrito



Anexo 6: Almacén de materias prima



## **MANUAL DE OPERACIÓN DE MIG MAG**

Estamos muy agradecidos de que haya seleccionado nuestro producto. Este tipo de energía de la soldadura ARC400CC/CV MODELO se toma la nueva tecnología avanzada para desarrollar y fabricar la nueva generación del inversor integrado de control . Puede la composición del sistema de soldadura ARC400CC/CV equipado con alimentador de hilo y una pistola de soldadura 400A. Tiene muchas características, como son fáciles de partida. Buena elasticidad. Ajustables están empujando, salpicaduras de soldadura baja, buena, la operación de soldadura fácil, amplia gama y la electricidad guardar CC / CV semi-automático de soldadura son ARC400CC/CV modelo de máquina a máquina avanzada de la soldadura y la leva se compara con los productos extranjeros Este manual le puede ayudar para la instalación de la máquina. Funcionar en modo y el mantenimiento correcto y seguro. Prestar atención a los puntos de la siguiente manera.

- La instalación del cable de alimentación. Estar conectado a tierra correctamente
- No ponga artículos diversos en el marco del soldador. De lo contrario afectará el calor
- Instalación para el cable positivo y negativo de la salida de energía.
- Soldadura de selección de voltaje (el potenciómetro en el alimentador de alambre)
- Corriente de soldadura de selección (la velocidad del alimentador de alambre)
- Selección de Arco vigor (potenciómetro en el panel frontal)
- Están retrocediendo selección (interruptor en el panel frontal)

### **1. Principales Características Y Alcance Adecuados**

Este tipo de poder de soldadura ARC400CC/CV modelo se toma la nueva tecnología avanzada para desarrollar y fabricar la nueva generación del inversor integrado de control semi - auto CC / CV máquina de soldadura por arco. Hace uso de la importación de partes clave, tales como Siemens módulo IGBT de Alemania, el núcleo de aleación magnética y el módulo de diodo resumen de América. Cuenta con la performance perfecta de alta calidad, fiabilidad, velocidad rápida de la corriente de soldadura, proceso de soldadura continua, forma baja salpicaduras de soldadura y bueno. De todos modos, se convierte en la soldadura muy fácil.

## 2. Principales Datos Técnicos:

- \* Entrada de tensión: 3X220V/380V  $\pm$ 10% 50/60Hz
  - \* Corriente de entrada nominal: 32A
  - \* Potencia de entrada nominal: 20 KVA
  - \* Tensión en vacío: 60 - 75V
  - \* No se carga la primera corriente: 0.1-0.2A
  - \* No hay pérdida de carga: 100 w
  - \* Tensión de ajustar el rango de: 15  $\pm$ 3 V- 50  $\pm$  3V
  - \* El rango de salida de corriente: 40 - 400A (CC / CV)
  - \* Apto alambre: 1.0, 1.2, 1.6 (sólido / flujo)
  - \* Ciclo de trabajo: 400A/36V X = 60% (condición nominal); 315A/30V X
  - \* Eficiencia:  $n > 0.85$
  - \* Factor de potencia:  $\lambda = 0,85$
  - \* Aislamiento clase: F
  - \* Clase de la protección de la cáscara: el ventilador de refrigeración
  - \* Peso: 55 Kg.
- 
- Nota: (1) Ajuste la tensión en circuito abierto de acuerdo con los requisitos. Normalmente es de 70 V.