

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Trabajo de Graduación o Titulación Modalidad *Seminario de Graduación* previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DEL ÁNGULO DE DOBLES DE TUBOS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE PRODUCCIÓN EN EL TALLER DE ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS AUTO-KRAG

AUTOR:

Milton Rodrigo Lloacana B.

Ambato – Ecuador

2010

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DEL ÁNGULO DE DOBLES DE TUBOS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE PRODUCCIÓN EN EL TALLER DE ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS AUTO-KRAG”, del estudiante MILTON RODRIGO LLOACANA BASTIDAS, alumno de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Mecánica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por Consejo directivo.

Ambato, Mayo del 2010

EL TUTOR

.....
Ing. Santiago Villacís

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación bajo el tema:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DEL ÁNGULO DE DOBLES DE TUBOS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE PRODUCCIÓN EN EL TALLER DE ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS AUTO-KRAG”, así como de los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Ambato, Mayo del 2010

EL AUTOR

.....

Egd. Rodrigo Lloacana

C.I. 180401206-8

Dedicatoria

A DIOS amor infinito de sabiduría, por haber colmado de bendiciones mi vida.

A mis queridos padres: CARMELINA y RODRIGO, un tesoro invaluable ejemplos de vida, por su entrega y apoyo incondicional a cada momento, quienes con mucho esfuerzo lograron que yo culminaré mi carrera

A mis grandes amigos, a mis hermanas LILIAN, WILMA y DIANA; por su dulzura, cariño y comprensión, quienes estuvieron junto a mí, con sus locuras, arrebatos y alegrías apoyándome siempre en las buenas y en las malas.

A mis tíos, primos quienes fueron un gran apoyo, que con sus consejos y vivencias me ayudaron a caminar por este sendero.

M_Rodrigo

Agradecimiento

Mi gratitud a la Universidad Técnica de Ambato, de forma especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por haberme abierto las puertas para formar parte de ella.

A los Ingenieros: Santiago Villacís, Mauricio Carrillo, Edison Viera, Gonzalo López, Segundo Espín, y Alex Mayorga por quienes fue posible iniciar y concluir esta investigación, gracias a su invaluable colaboración.

A todo el personal docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica por su colaboración en todo momento a lo largo del trayecto del presente trabajo.

De igual manera a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron en la elaboración de este trabajo, de forma especial a los Sres. Vicente Pinto y Rolando Pinto quienes siempre me han alentado a seguir adelante.

M_Rodrigo

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVIII

B. TEXTO: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1	TEMA.....	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1	Contextualización.....	1
1.2.2	Análisis Crítico.....	2
1.2.3	Prognosis.....	2
1.2.4	Formulación del problema.....	3
1.2.5	Interrogantes.....	3
1.2.6	Delimitación del objeto de investigación.....	3
	1.2.6.1 De Contenido.....	3
	1.2.6.2 Espacial.....	3
	1.2.6.3 Temporal.....	4
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	4

1.4	Objetivos.....	5
1.4.1	Objetivo General.....	5
1.4.2	Objetivos Específicos.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	6
2.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO CIENTÍFICA.....	6
2.2.1	Curvado o doblado.....	6
2.2.1.1	Curvado de tubos.....	6
2.2.1.2	Curvadora de tubos con rueda de garganta.....	6
2.2.1.3	Curvadora de tubos con mando hidráulico.....	7
2.2.1.4	Finalidad del doblado.....	8
2.2.1.5	Tensiones en la pieza de trabajo doblada.....	9
2.2.1.6	Influencia de las propiedades del material.....	10
2.2.1.7	Influencia del radio de doblado.....	13
2.2.1.8	Influencia del calor.....	14
2.2.2	REDUCTORES DE VELOCIDAD.....	14
2.2.2.1	Tipos de reductores de velocidad.....	15
2.2.2.2	GUÍA PARA LA ELECCIÓN DEL TAMAÑO DE UN REDUCTOR MOTORREDUCTOR.....	15
2.2.2.2.1	Características De Operación.....	15
2.2.2.2.2	Características del trabajo a realizar.....	16
2.2.2.2.4	Condiciones del ambiente	16
2.2.3	LA TUBERÍA.....	16
2.2.3.1	Fabricación.....	16
2.2.3.2	tubo Estructural.....	17
2.2.4	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....	18
2.2.4.1	Campos de aplicación de la automatización.....	18

2.2.4.2	Desafíos y objetivos de la automatización industrial.....	18
2.2.4.3	Tipos de automatización.....	20
2.2.4.4	Sistema de lazo abierto y lazo cerrado.....	21
2.2.4.4.1	Sistemas en lazo cerrado.....	22
2.2.4.4.2	Sistemas en lazo abierto.....	23
2.2.4.4.3	Sistemas de control en lazo cerrado contra los sistemas de control en lazo abierto.....	24
2.2.4.5	PLC.....	25
2.2.4.5.1	Plc en comparación con otros sistemas de control.....	26
2.2.4.5.2	Señales analógicas y digitales.....	27
2.2.4.5.3	Ventajas de los Plc.....	28
2.2.4.5.4	Inconvenientes.....	29
2.2.4.5.5	Estructura interna.....	29
2.2.4.6	Codificador rotatorio.....	30
2.2.4.6.1	Absolutos.....	31
2.2.4.6.2	Relativos(Incrementales).....	31
2.2.4.7	Microcontrolador.....	32
2.2.4.7.1	Características.....	32
2.2.4.7.2	Estructura básica de un Microcontrolador.....	33
2.3	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	33
2.4	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	34
2.5	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	34
2.6	CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
2.7	HIPÓTESIS.....	35
2.8	SEÑALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
2.8.1	Variable independiente.....	36
2.8.2	Variable dependiente.....	36

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1	ENFOQUE INVESTIGATIVO.....	37
-----	----------------------------	----

3.2.	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.2.1	Experimental.....	37
3.2.2	Bibliográfica.....	38
3.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.3.1	Descriptivo.....	38
3.3.2	Explicativo.....	38
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	38
3.4.1	Variable independiente.....	39
3.4.2	Variable dependiente.....	40
3.6	TÉCNICA E INSTRUMENTOS.....	41
3.7	PLAN DE ANÁLISIS.....	41

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Análisis de los Resultados.....	42
4.1.1	Doblado a diferentes ángulos en acero A36 (<i>Tubo Estructural</i>).....	43
4.1.2	Comprobación del ángulo en el doblado del tubo.....	44
4.2	ENSAYOS.....	49
4.2.1	Porcentaje de Exactitud con el sistema de control del ángulo de dobles automatizado.....	49
4.2.2	Porcentaje de Exactitud con Dobles Manual.....	51
4.2.3	Tiempo de dobles.....	53
4.2.4	Interpretación de los resultados.....	57
4.2.4.1	REPRESENTACION GRÁFICA DE LOS RESULTADOS.....	57
4.2.4.1.1	Representación Gráfica (% de Exactitud – Dobles Automatizado).....	57

4.2.4.1.2 Representación Gráfica (% de Exactitud – Dobles Manual).....	59
4.2.4.1.3 Representación Gráfica (Angulo de Dobles Vs Tiempo).....	61
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	62
4.3.1 Variable Independiente.....	62
4.3.2 Variable Dependiente.....	62

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	63
5.2 Recomendaciones.....	64

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos.....	65
6.2 Antecedentes de la Propuesta.....	68
6.3 Justificación.....	68
6.4 Objetivos.....	68
6.5 Análisis de Factibilidad.....	68
6.6 Fundamentación.....	69
6.6.1 Selección de Materiales.....	69
6.6.1.1 Plc Siemens S7-200.....	69
6.6.1.2 Contactores de 220v.....	70
6.6.1.3 Encoder de 600ppr.....	71
6.6.1.4 Final de carrera.....	71
6.6.1.5 Pulsadores CSC 22mm.....	72
6.6.1.6 Pulsador tipo Hongo.....	72

6.6.1.7	Selector CSC 22mm.....	72
6.6.1.8	Bornera CSC Blanca.....	73
6.6.2	Cálculo de la Potencia del Motor.....	73
6.6.2.1	Cálculo del radio de curvatura.....	73
6.6.2.2	Cálculo del Momento Flector.....	73
6.6.2.3	Cálculo de la fuerza necesaria para doblar el tubo de 1 1/4 in.....	74
6.6.2.4	Cálculo del Torque.....	74
6.6.2.5	Cálculo de la potencia del motor.....	74
6.7	Metodología.....	75
6.7.1	Pasos para realizar el montaje de los elementos electromecánicos y eléctricos en el circuito de control.....	75
6.8	Administración.....	80
6.8.1	Análisis de Costos.....	80
6.8.1.1	Costos Directos.....	80
a)	Costo de Materiales (C.M).....	80
6.8.1.2	Costos Indirectos.....	81
a)	Costo de Maquinaria y Equipos (C.M.E).....	81
a)	Costo de Mano de obra (C.M.O).....	81
a)	Costo Total del Proyecto (C.T.P).....	82
6.9	Previsión de la evaluación.....	82
6.9.1	Manual de Operación y Mantenimiento.....	82
6.9.2	Mejoras Futuras.....	83

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1.	BIBLIOGRAFÍA.....	84
2.	ANEXOS	

ANEXOS

ANEXO A:	Ficha de Observación
ANEXO B:	Especificaciones del tubo estructural redondo
ANEXO C:	Diagrama de conexión del Plc Siemens S7-200
ANEXO D:	Diagrama de flujo
ANEXO E:	Diagrama Ladder del Plc Modo Stop
ANEXO F1:	Árbol Causa – Efecto
ANEXO F2:	Árbol Medios - Fines
ANEXO G:	Planos Mecánicos de la maquina
ANEXO H:	Salarios
ANEXO I:	Facturas

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Operacionalización de variable independiente.....	39
Tabla 3.2. Operacionalización de variable dependiente.....	40
Tabla 3.3. Técnicas e Instrumentos.....	41
Tabla 4.1 Ensayo #1.....	49
Tabla 4.2 Ensayo #2.....	49
Tabla 4.3 Ensayo #3.....	50
Tabla 4.4 Ensayo #4.....	50
Tabla 4.5 Ensayo #5.....	51
Tabla 4.6 Ensayo #6.....	51
Tabla 4.7 Ensayo #7.....	52
Tabla 4.8 Ensayo #8.....	52
Tabla 4.9 Ensayo #9.....	53
Tabla 4.10 Ensayo #10.....	53
Tabla 4.11 Ensayo #11.....	54
Tabla 4.12 Ensayo #12.....	54
Tabla 4.13 Ensayo #13.....	55
Tabla 4.14 Ensayo #14.....	55
Tabla 4.15 Ensayo #15.....	56
Tabla 4.16 Ensayo #16.....	56
Tabla 4.17 Resultados 1.....	57
Tabla 6.1 Costos de materiales Mecánicos.....	80
Tabla 6.2 Costos de materiales Eléctricos.....	80

Tabla 6.3 Costos de maquinaria empleada.....	81
Tabla 6.4 Costos de mano de obra.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS /FIGURAS

Figura 2.1 Fibras Neutras.....	7
Figura 2.2 Curvadora de tubos con rueda de garganta.....	7
Figura 2.3 Curvadora de tubos con mando hidráulico.....	8
Figura 2.4 Doblado.....	8
Figura 2.5 Tensiones en la pieza de trabajo doblada.....	10
Figura 2.6 Aptitud de doblado de diferentes materiales.....	11
Figura 2.7 Elasticidad recuperadora de la pieza de trabajo luego de cada fuerza efectiva.....	12
Figura 2.8 Tenida en cuenta del sentido de laminado para el doblado (A).....	12
Figura 2.9 Tenida en cuenta del sentido de laminado para el doblado (B).....	12
Figura 2.10 Formación de grietas en puntos de flexión endurecidas por conformación en frío.....	13
Figura 2.11 Doblado de piezas de trabajo fuertes (doblado en frío conlleva a la formación de grietas).....	14
Figura 2.12 Doblado de piezas de trabajo fuertes (2 doblado en caliente posibilita un proceso de doblado exacto).....	14
Figura 2.13 Elementos básicos del sistema en lazo cerrado.....	23
Figura 2.14 Elementos básicos del sistema en lazo abierto.....	24
Figura 2.15 Funcionamiento de un PLC.....	29
Figura 2.16 Codificador Rotatorio (Encoder).....	31
Figura 2.17 Esquema de un Microcontrolador.....	32

Figura 4.1 Tubo doblado a 90°.....	42
Figura 4.2 Tubos a ser doblados.....	44
Figura 4.3 Encendido de la maquina.....	44
Figura 4.4 Inserción del tubo en el bloque rotatorio.....	45
Figura 4.5 Tubo asegurado con la canaleta.....	45
Figura 4.6 Ingreso de orden (Pulsador N°3) para el doblado.....	46
Figura 4.7 Ingreso de orden (Pulsador de Retorno).....	46
Figura 4.8 Retiro del tubo doblado.....	47
Figura 4.9 Medición del ángulo con una escuadra falsa.....	47
Figura 4.10 Remarcación del ángulo doblado.....	48
Figura 4.11 Verificación del ángulo doblado (45°).....	48
Figura 4.12 % de exactitud (15° Dobles automatizado).....	57
Figura 4.13 % de exactitud (30° Dobles automatizado).....	58
Figura 4.14 % de exactitud (45° Dobles automatizado).....	58
Figura 4.15 % de exactitud (90° Dobles automatizado).....	59
Figura 4.16 % de exactitud (15° Dobles Manual).....	59
Figura 4.17 % de exactitud (30° Dobles Manual).....	60
Figura 4.18 % de exactitud (45° Dobles Manual).....	60
Figura 4.19 % de exactitud (90° Dobles Manual).....	61
Figura 4.20 Angulo de dobles Vs Tiempo.....	61
Figura 6.1 Esquema de la Dobladora de tubo.....	66
Figura 6.2 Plc Siemens S7-200.....	69
Figura 6.3 Contactador 220V.....	70

Figura 6.4 Encoder Rotatorio.....	71
Figura 6.5 Final de Carrera.....	71
Figura 6.6 Tipos Pulsadores CSC 22m.....	72
Figura 6.7 Pulsador tipo hongo.....	72
Figura 6.8 Selector.....	72
Figura 6.9 Bornera.....	73
Figura 6.10 Sujeción del motor.....	75
Figura 6.11 Colocación del gabinete eléctrico.....	76
Figura 6.12 Colocación de los componentes eléctricos.....	76
Figura 6.13 Conexión de los componentes eléctricos.....	77
Figura 6.14 Colocación del encoder rotatorio.....	77
Figura 6.15 Colocación de los finales de carrera.....	78
Figura 6.16 Colocación del voltímetro.....	78
Figura 6.17 Envío del programa al Plc.....	79
Figura 6.18 Pintado de la maquina.....	79

RESUMEN EJECUTIVO

Tema: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DEL ANGULO DE DOBLES DE TUBOS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE PRODUCCIÓN EN EL TALLER DE ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS AUTO-KRAG”

Autor: Rodrigo Lloacana

Tutor: Ing. Santiago Villacís

En la actualidad muchos de accesorios que son adquiridos generalmente por los dueños de los vehículos, no están elaborados con procesos de calidad y exactitud, por ello es importante aplicar nuevas tecnologías que permitan explotar adecuadamente este campo.

Con la consecución de esta investigación se ha podido conocer distintas maneras y dispositivos que se pueden aplicar para el sistema de control automatizado, con la cual se pretende mejorar la tecnología del taller y tener un mejor control sobre el ángulo de dobles de tubos.

Los métodos de producción manuales exigen un gran esfuerzo físico que cansa al trabajador, sùmese a lo señalado que, el empleo de estos métodos de producción provocan que el rendimiento del mismo sea deficiente. Con el control automatizado del ángulo de dobles se ha incrementado la exactitud del mismo en un 98%, eliminando así el tiempo de verificación del mismo.

Al culminar esta investigación se pretende brindar al mercado metalmecánico que utilicen este tipo de maquinaria (*Dobladoras de tubo*) nuevas facilidades tecnológicas que tienen actualmente otros países. Es evidente la necesidad de aplicar nuevas tecnologías para facilitar y mejorar el trabajo tanto para los operarios con el fin de evitarles alguna complicación en su salud y para la calidad del producto.

EXECUTIVE SUMMARY

Subject: “IMPLEMENTATION OF A SYSTEM OF CONTROL AUTOMATED OF THE ANGLE OF DOUBLES OF TUBES TO INCREASE THE LEVEL OF PRODUCTION IN THE FACTORY OF ACCESSORIES FOR VEHICLES AUTO-KRAG”

Author: Rodrigo Lloacana

Tutorial: Ing. Santiago Villacís

Today many of accessories that are acquired generally by the owners of the vehicles, are not elaborated with processes of quality and exactitude, for that reason it is important to apply new technologies that allow to operate this field suitably.

With the attainment of this investigation it has been possible to know different ways and devices that can be applied for the system of automated control, with which it is tried to improve the technology of the factory and to have a better control on the angle of doubles of tubes.

The manual methods of production demand a great physical effort that the worker tires, Add to the indicated thing that, the use of these methods of production causes that the yield of he himself is deficient. With the automated control of the angle of doubles it has been increased the exactitude of he himself in a 98%, eliminating therefore the time of verification of he himself.

When culminating this investigation is tried to offer the metal mechanic market that uses this type of machinery (dubbing of tube) new technological facilities that have other countries at the moment. The necessity is evident to apply new technologies to as much facilitate and to improve the work for the workers with the purpose of avoiding some complication to them in its health and for the quality of the product.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Implementación de un sistema de control automatizado del ángulo de dobles de tubos para incrementar el nivel de producción en el taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

A nivel mundial existen varias empresas dedicadas a la construcción de dobladoras de tubo automatizadas. Por ejemplo en el año 1950, Santiago Zeziola diseñó y fabricó la primera dobladora de caños; en esa oportunidad un modelo hidráulico manual para tubos de paredes gruesas, sin saber que esto sería el primer paso de una actividad que marcaría su trayectoria industrial en el país por siempre.

Zeziola es una industria para industrias con más de 40 modelos para cada necesidad instalada desde su comienzo el 3 de Febrero de 1950. Ha sido protagonista constante en todo el país y el exterior en la fabricación y comercialización de las mismas.

Tomando en cuenta que nos encontramos en una época en que la metal-mecánica es una de las fuentes de trabajo más importantes de nuestro país, éste medio de trabajo ha permitido que la gente progrese y se supere de manera consecutiva, gracias a los avances tecnológicos existentes.

Una de las provincias más fructíferas en la metal-mecánica es sin duda la provincia de Tungurahua, que cuenta con grandes empresas con gran prestigio dedicadas a la construcción de carrocerías de buses como es VARMA, PICOSA,

IMETAN, entre otros, de manera que este campo es de mucha importancia en nuestra provincia.

Actualmente en Ambato existen diferentes talleres mecánicos que se dedican a la construcción de dobladoras de tubo manuales y otras máquinas, como: Mecánica Industrial “PINTO” ubicada en la Parroquia Norte Junto a CAPABA, Mecánica “LÓPEZ” ubicada en Izamba, Mecánica “LA INDUSTRIAL” ubicada en el desvío a Atahualpa entre otras.

La mayoría de empresas que se dedican a la producción de accesorios para vehículos (*Ambato*) utilizan maquinaria netamente manual lo cual hace dificultoso el trabajo, lo que nos da a pensar que en nuestra provincia no se encuentra muy bien difundida los sistemas automatizados.

En el taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG, sitio de la presente investigación cuentan con una dobladora de tubo eléctrica, en la cual no existe la tecnología necesaria para controlar el ángulo de dobles en el proceso de deformación de los tubos.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Los métodos de producción manuales exigen un gran esfuerzo físico que cansa al trabajador. Súmese a lo señalado que, el empleo de estos métodos de producción provocan que el rendimiento del mismo sea deficiente.

Además cuando se trabaja de forma manual el operario no siempre aplica la misma fuerza en todos los dobleces, dicha variación hará que los dobleces en los tubos no sean uniformes y en muchas ocasiones estos presentaran deformaciones no esperadas (*Arrugas*).

La inexactitud en el ángulo de dobles acarrea muchas complicaciones para terminar un producto o pieza, como la pérdida de tiempo de un obrero al tener que verificar y en muchas ocasiones corregir el ángulo de dobles mediante técnicas no muy certeras (*Golpes*), lo cual pasa con demasiada frecuencia.

Producto de los golpes en los tubos doblados, los operarios bien pueden arreglar el error en el ángulo de dobles, pero si no corren el riesgo de dañar completamente el tubo, ocasionando pérdidas cuantificables para el taller.

1.2.3 PROGNOSIS

Si no se automatiza el control del ángulo de dobles de tubo, el taller de accesorios para vehículos “AUTO-KRAG” seguirá teniendo problemas con la producción de accesorios, debido a que en este proceso (*Doblado de tubos*) se trabaja de manera netamente manual e instintivamente lo cual repercute directamente en el número de productos terminados, es decir tomará más tiempo la finalización de un producto.

La presentación del producto es esencial para el agrado del cliente, la cual debe ser mejorada constantemente con nuevas implementaciones tecnológicas que de una u otra forma es de gran ayuda a quienes elaboran dichos productos, y de no hacerse la presente investigación se estará empeorando las condiciones de trabajo a las personas que utilizan este tipo de maquinaria; En el caso de seguir utilizando la maquinaria manual, los obreros con el tiempo tendrán complicaciones de salud o ser víctima de una enfermedad profesional que a largo tiempo se verán reflejadas en su salud.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué sistema de control automatizado permitirá incrementar el nivel de producción en el taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG?

1.2.5 INTERROGANTES

¿Cuáles son sistemas utilizados para el control del ángulo de dobles de tubos?

¿Se incrementará el número de tubos doblados con la implementación del sistema de control del ángulo de dobles de tubos?

¿Existe una alternativa de solución al problema de control del ángulo de dobles?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 De Contenido:

Para el desarrollo de la investigación se utilizarán los conocimientos antes obtenidos a lo largo de toda la carrera estudiantil tales como:

Automatización Industrial, Maquinas Eléctricas, Instalaciones Electromecánicas, Control Automático

1.2.6.2 Espacial:

El desarrollo de la investigación se realizará en el taller de accesorios AUTO-KRAG ubicada en la parroquia Atahualpa en la provincia de Tungurahua, complementándose en las instalaciones de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de La Universidad Técnica de Ambato

1.2.6.3 Temporal:

El presente proyecto de investigación se ejecutará durante el Segundo Trimestre del 2010.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como propósito ofrecer al mercado una máquina de nuevas características que permita facilitar el trabajo de doblado de tubos que tienen actualmente otros países. Es evidente la necesidad de aplicar nuevas tecnologías para facilitar y mejorar el trabajo tanto para los operarios con el fin de evitarles alguna complicación en su salud y para la calidad del producto.

Esta investigación es novedosa debido a que se está empleando nuevos componentes y nuevas tecnologías aun no muy comunes en el medio industrial de la provincia de Tungurahua, de forma especial en la producción de accesorios para vehículos.

Además es importante porque mediante esta investigación se está explorando nuevas alternativas a problemas que no tendrían solución sin estos nuevos conocimientos y tecnología.

La presente investigación es interesante, no solo para el investigador, sino más bien para todas las personas que dediquen o estén inmersas en la mecánica industrial, el conocimiento obtenido mediante esta investigación será de gran ayuda para quienes quieran partir o conocer sobre el tema, aportando con el desarrollo de la investigación.

Los beneficiarios en particular serán: El taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG con la implementación de nuevas tecnologías a sus procesos productivos, a la comunidad en general (*Estudiantes y empresarios*) que estén interesados en el tema de control automatizado del ángulo de dobles de tubos.

Se lo considera factible porque se cuenta con recursos bibliográficos, tecnológicos y económicos para llevar a cabo la presente investigación, la misma que es importante ya que mediante la automatización de la dobladora de tubo redondo se puede tener parámetros óptimos de ángulos de dobles logrando una uniformidad en la calidad del producto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir los sistemas de control automatizados del ángulo de dobles de tubos.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los sistemas de control de ángulo de dobles
- Seleccionar los dispositivos básicos para el sistema de control determinado
- Fijar el tiempo de dobles para cada ángulo y su exactitud antes y después de la implementación del control.
- Cuantificar el número de tubos doblados con la implementación del sistema de control del ángulo de dobles de tubos

- Proponer una alternativa de solución al problema de control del ángulo de dobles de tubos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En lo referente a temas con relación a la investigación queda por aclarar que en las universidades cercanas no existen aún investigaciones similares, además en el registro de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de igual manera el tema en cuestión es el primero en su contexto.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA-CIENTÍFICA

2.2.1 CURVADO O DOBLADO

“Se entiende por curvar o doblar un material, producir en éste una deformación en la que las fibras exteriores resultan estiradas y las interiores, por el contrario, se comprimen. Entre ambas capas de fibras se encuentra la llamada capa de fibras neutras, cuyas longitudes permanecen invariables con el curvado o doblado. Las fibras neutras se hallan dispuestas en el caso de radio grande de curvatura aproximadamente hacia la mitad del material, y cuando la curvatura es más forzada esas fibras neutras se hallan más pronto hacia el lado interior de la pieza, como se muestra en la Figura 2.1”¹

2.2.1.1 CURVADO DE TUBOS

¹ Tecnología de los oficios metalúrgicos - A. Leyensetter

“Los tubos que se emplean en la construcción pueden ser sin soldadura o soldados, para curvar tubos con soldadura o sin soldadura se siguen distintos métodos en función del diámetro y espesor del tubo y el tipo de material con que son fabricados.”²

2.2.1.2 Curvadora de tubos con rueda de garganta

“Estas máquinas curvan el tubo con efecto de una tracción y una flexión, Figura 2.2. El tubo (t) se de una rueda fija (f), las mandíbulas curvas de solidario con la mordaza plegador (p) que puede estampa.”³



tubo con efecto de una como se muestra en la introduce en la garganta llamada estampa, y entre una mordaza (m), está fijado un brazo girar alrededor de la

“Mordaza y brazo plegador, son en efecto solidarios con una rueda (r) que tiene el mismo eje de rotación de la rueda fija (f). Para evitar el peligro de formar curvas con aristas se emplea un tope de rodillos (b). En el trozo de tubo que no interesa curvar se

Figura 2.1

Fibras Neutras

Fuente: Tecnología de los oficios metalúrgicos - A. Leyensetter **Pág. (298)**

introduce una anima (a) para evitar su posible ovalización en el punto no contenido en la estampa”⁴

²Mecánica de Taller – Soldadura Uniones y Calderas

³Mecánica de Taller – Soldadura Uniones y Calderas

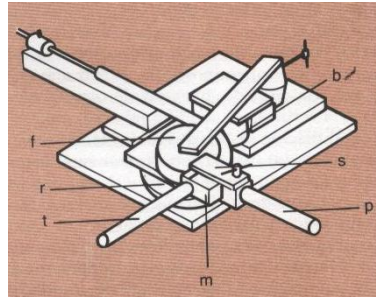


Figura 2.2

Fibras Neutras

Curvadora de tubos con rueda de garganta

Fuente: Mecánica de Taller – Soldadura Uniones y Calderas **Pág. (70)**

2.2.1.3 Curvadora de tubos con mando hidráulico

“Este tipo de máquinas se utilizan cuando hay que obtener una alta producción, que puede alcanzar de 600 o más curvaturas por hora. Este tipo de máquinas, muy robustas están basadas en el mismo principio que las curvadoras manuales con rueda de garganta, como se muestra en la Figura 2.3”⁵

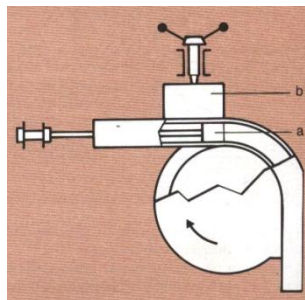


Figura 2.3

Curvadora de tubos con mando hidráulico

Fuente: Mecánica de Taller – Soldadura Uniones y Calderas **Pág. (71)**

2.2.1.4 FINALIDAD DEL DOBLADO

A través de diferentes técnicas de trabajo se transforman láminas, tubos o perfiles, con el fin de proveer piezas de trabajo con formas angulares o redondeadas con una finalidad determinada, como se muestra en la Figura 2.4.

⁴Mecánica de Taller – Soldadura Uniones y Calderas

⁵Mecánica de Taller – Soldadura Uniones y Calderas

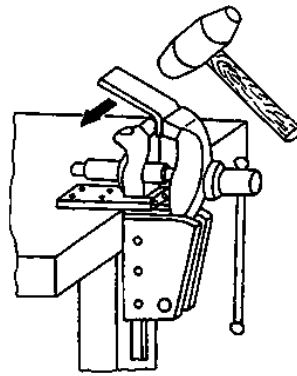


Figura 2.4
Doblado

Fuente:Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (2)**

El doblado se emplea en varios campos de acabado por razón de su variabilidad múltiple:

Plegado:

Elaboración de perfiles cortos, canales, recipientes de chapa, así como marcos y construcciones portantes de perfiles.

Replegado:

Elaboración de refuerzos en los bordes de recipientes, preparación de uniones dobladas.

Rebordeado:

Elaboración de uniones de chapas y deformaciones de los bordes en recipientes, preparación de uniones dobladas.

Doblado:

Elaboración de uniones de chapa en recipientes y tubos.

Acanalado:

Elaboración de apuntalamientos de la chapa en recipientes y revestimientos de chapa.

Redondeado:

Elaboración de chapas abovedadas para recipientes y tubos, así como de perfiles curvados.

Rodadura:

Elaboración de refuerzos de chapas en los bordes de los recipientes, de bisagras, de cuerpos huecos cilíndricos en perfiles planos para la toma de pasadores, de muelles en espiral.

2.2.1.5 TENSIONES EN LA PIEZA DE TRABAJO DOBLADA

A través de las fuerzas de flexión que actúan se generan tensiones en el material, las cuales activan una transformación del material, como se muestra en la Figura 2.5.

En los radios exteriores de las flexiones se presentan tensiones de tracción a través del estiramiento del material, en los radios interiores de las flexiones se presentan tensiones de presión a través del aplastamiento del material.

Entre los intervalos, donde actúan las tensiones de tracción y de presión, existe una zona de transición, en la cual no actúa ninguna tensión. Esta se denomina como fibra neutra o capa neutra.

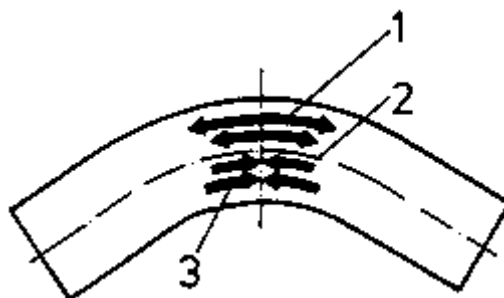


Figura 2.5

Tensiones en la pieza de trabajo doblada

1 tensiones de tracción, 2 fibra neutra, 3 tensiones de presión

Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (10)**

La longitud de la fibra neutra se necesita para el cálculo de la longitud de estiramiento de la pieza de trabajo que se va a doblar.

2.2.1.6 INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL

Flexibilidad:

Solamente los materiales que posibilitan un cambio de forma se dejan doblar.

Materiales templados y quebradizos no se dejan doblar - con el efecto de fuerzas de flexión muy grande se rompen.

Materiales de fleje tampoco se dejan doblar, luego del efecto de las fuerzas de flexión recuperan totalmente su posición inicial, como se muestra en la Figura 2.6.

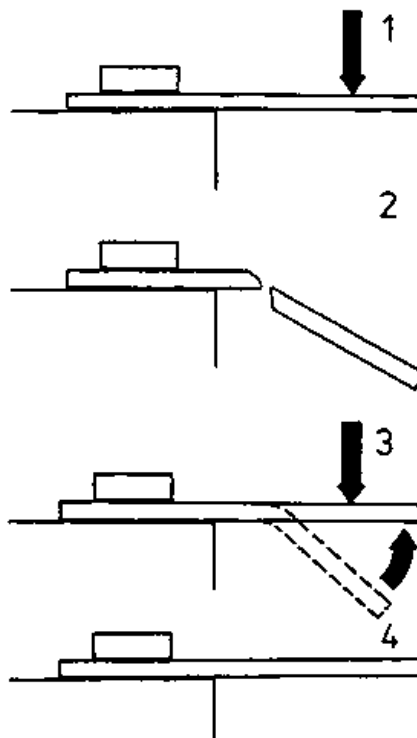


Figura 2.6

Aptitud de doblado de diferentes materiales

Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (11)**

1 fuerza de flexión actúa sobre el material frágil, 2 ruptura de la pieza de trabajo, 3 fuerza de flexión actúa sobre la pieza de trabajo de fleje, 4 elasticidad recuperadora de la pieza de trabajo

Elasticidad:

Los materiales elásticos se encogen en una dimensión determinada luego del efecto de la fuerza - se le denomina elasticidad recuperadora, como se muestra en la Figura 2.7.

Esta medida debe ser tomada en cuenta siempre para el doblado.

Los materiales duros son de más elasticidad recuperadora que los materiales blandos.

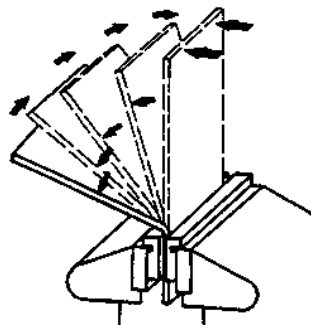


Figura 2.7

Elasticidad recuperadora de la pieza de trabajo luego de cada fuerza efectiva

Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (12)**

Resistencia:

En el laminado de chapas se presenta una estructura fibrosa en el material (similar como las vetas en la madera), la cual se debe reconocer en la superficie de chapas aseadas, como se muestra en la Figura 2.8.

Con el fin de evitar grietas en el borde exterior de las curvaturas, el borde de flexión no puede coincidir con el recorrido de la fibra.

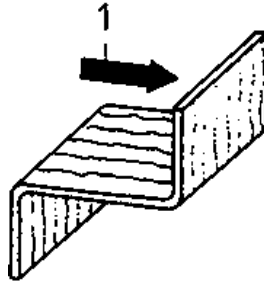


Figura 2.8

Tenida en cuenta del sentido de laminado para el doblado (A)
Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (12)**

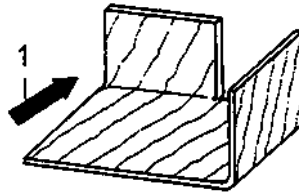


Figura 2.9

Tenida en cuenta del sentido de laminado para el doblado (B)
Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (14)**

Endurecimiento por conformación en frío:

Con el cambio múltiple de tensiones de tracción y de presión durante el procedimiento de doblado (doblado hacia allá y hacia acá), se deforma fuertemente la estructura del material, como se muestra en la Figura 2.9. Las tensiones interiores amplificadas conllevan a un endurecimiento en el punto de doblado. Entre mayor sea la frecuencia del cambio de tensiones, entonces el material se hará también más quebradizo. En caso de continuar la deformación se puede presentar un rompimiento.

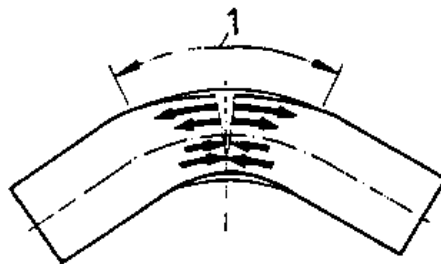


Figura 2.10

Formación de grietas en puntos de flexión endurecidas por conformación en frío
1 intervalo del endurecimiento por conformación en frío

Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (15)**

2.2.1.7 INFLUENCIA DEL RADIO DE DOBLADO

Con el fin de evitar grietas de doblado, se debe elegir un radio de doblado lo suficientemente grande:

¡Entre más grande sea el radio de doblado, menor será también el peligro de agrietamiento!

Entre más grueso sea el material, entonces mayor deberá ser también el radio de doblado!

El radio de doblado depende también de la forma y del espesor del material, de la temperatura del proceso de doblado y del tipo de material.

Para todos los metales y para muchas formas de perfiles existe por esto un radio mínimo estipulado.

2.2.1.8 INFLUENCIA DEL CALOR

Entre más fuerte sea la transformación de la pieza de trabajo, mayores serán también las tensiones interiores en el material, como se muestra en la Figura 2.11. Sobre todo en el doblado de materiales gruesos con un radio de doblado pequeño, se somete el material intensamente, de tal forma que se puede romper en el lado exterior del doblado.

Con el fin de evitar la formación de estas grietas se deben calentar tales piezas de trabajo al rojo, como se muestra en la Figura 2.12. La resistencia interior en el material disminuye con el aumento del calentamiento, de tal forma que la

deformación se puede realizar sin un gasto de fuerza muy grande y sin peligro de que se formen grietas.

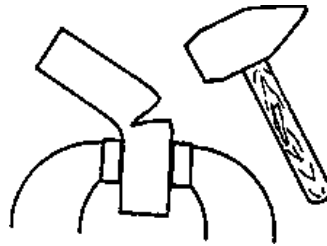


Figura 2.11

Doblado de piezas de trabajo fuertes (doblado en frío conlleva a la formación de grietas)

Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (17)**

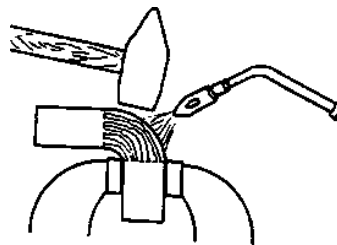


Figura 2.12

Doblado de piezas de trabajo fuertes (2 doblado en caliente posibilita un proceso de doblado exacto)

Fuente: Curso Doblado Laminas tubos y perfiles **Pág. (17)**

2.2.2 REDUCTORES DE VELOCIDAD

“Casi podría decirse que los motores son como el “corazón de la industria”. Pero ese `corazón' tiene diferentes ritmos y funciona a distintas velocidades, dependiendo del uso que se le quiera dar. Por eso los reductores de velocidad son indispensables en todas las industrias del país, desde los que producen cemento hasta los laboratorios de medicamentos requieren en sus máquinas estos mecanismos.”⁶

Los reductores son diseñados a base de engranajes, mecanismos circulares y dentados con geometrías especiales de acuerdo con su tamaño y la función en cada motor.

⁶<http://www.monografias.com/trabajos6/auti/auti.shtml>

En la adaptación de velocidad, se deben contemplar otros factores como la potencia mecánica a transmitir, la potencia térmica, rendimientos mecánicos (estáticos y dinámicos).

Al emplear reductores o motor reductores se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

2.2.2.1 Tipos 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.

2.2.2.2 GUIA PARA LA ELECCIÓN DEL TAMAÑO DE UN REDUCTOR MOTORREDUCTOR

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

2.2.2.2.1 Características De Operación

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kg-m.
- Relación de reducción (I).

2.2.2.2.2 Características del trabajo a realizar

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)
- Tipo de acople entre máquina motriz y reductor.
- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día.
- Arranques por hora, inversión de marcha.

2.2.2.2.3 Condiciones del ambiente

- Humedad
- Temperatura

2.2.3 LA TUBERÍA

“Es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. Cuando el líquido transportado es petróleo, se utiliza la denominación específica de oleoducto. Cuando el fluido transportado es gas, se utiliza la denominación específica de gasoducto. También es posible transportar mediante tubería materiales que, si bien no son un fluido, se adecúan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera.”⁷

2.3.1 Fabricación

Hay tres métodos de fabricación de tubería.

- **Sin costura** (sin soldadura). La tubería se forma a partir de un lingote cilíndrico el cuál es calentado en un horno antes de la extrusión. En la extrusión deforma con rodillos y posteriormente se hace el agujero mediante un penetrador. La tubería sin costura es la mejor para la contención de la presión gracias a su homogeneidad en todas sus direcciones. Además es la forma más común de fabricación y por tanto la más comercial.

⁷<http://es.wikipedia.org/wiki/tuberias>

- Con costura **longitudinal**. Se parte de una lámina de chapa la cual se dobla dándole la forma a la tubería. La soldadura que une los extremos de la chapa doblada cierra el cilindro. Por tanto es una soldadura recta que sigue toda una generatriz. Variando la separación entre los rodillos se obtienen diferentes curvas y con ello diferentes diámetros de tubería. Esta soldadura será la parte más débil de la tubería y marcará la tensión máxima admisible.
- Con soldadura **helicoidal** (o en espiral). La metodología es la misma que el punto anterior con la salvedad de que la soldadura no es recta sino que recorre la tubería siguiendo la tubería como si fuese roscada.

2.3.2 Tubo Estructural.-En el ámbito de la construcción metálica, los tubos estructurales se han impuesto en el mundo gracias a sus innegables ventajas y propiedades estructurales y arquitectónicas que los hacen ideales para la construcción de todo tipo de edificaciones.

Principalmente se han utilizado en la construcción de edificaciones para uso colectivo de grandes espacios como coliseos deportivos, estadios, iglesias y bodegas industriales (en especial entre las que almacenan o procesan alimentos por su limpieza y facilidad de mantenimiento, debido a la ausencia de caras internas o secciones inaccesibles) Su geometría cuadrada, redonda o rectangular los hace ideales para todo tipo de diseños arquitectónicos, entre los que se destacan la combinación con el vidrio, permitiendo un mejor aprovechamiento y manejo de la luz natural. De igual forma su resistencia y características estructurales permiten el manejo de grandes distancias y luces en cubiertas y fachadas.

Entre las más importantes características y ventajas de los tubos estructurales se destacan:

- Gran resistencia al viento por la geometría del perfil, Esquinas redondeadas que hacen las estructuras más seguras y agradables al tacto.
- Posibilidad de utilizarlos en aplicaciones telescópicas.
- Excelente comportamiento a la flexión y a la torsión.

- Acabado estético perfecto, de incomparable belleza y usos arquitectónicos.
- Ausencia de uniones o soldadura visible a lo largo de las secciones.
- Limpieza en acabado y mantenimiento. (ideal para bodegas de almacenamiento y procesamiento de alimentos).
- Facilidad del manejo y de montaje frente a elementos armados como los perfiles en cajón.
- Ahorro en instalación y montaje.

2.2.4 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Automatizar quiere decir emplear medios artificiales, de tal forma que un proceso transcurra de forma automática. En una planta esto significa equiparla con autómatas de tal forma que trabaje automáticamente. Un autómata es un sistema artificial, que sigue un programa de forma propia o automática. Gracias al programa el sistema debe tomar decisiones basado en las entradas y el estado del sistema, para de esta forma cumplir con tareas asignadas.

2.2.4.1 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN

Se pueden diferenciar dos campos fundamentales de la automatización.

- Por un lado los procesos pueden ser automatizados. Por ejemplo el medir automáticamente sin la intervención adicional del hombre, diversas variables en una planta de producción.
- Pero además también se pueden automatizar las tareas. A modo de ejemplo “la generación automática de código fuente” de un diagrama; es decir el usuario genera el programa gráficamente, por ejemplo en forma de un diagrama UML y el computador genera automáticamente el código necesario. Estas herramientas son cada vez de más significancia para los desarrolladores, ya que les permite ahorrarse mucho tiempo, además de hacer más intuitivo el trabajo (p.e. Rhapsody, Matlab, SciLab...).

2.2.4.2 DESAFÍOS Y OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La Automatización aún no está en un estado totalmente maduro, quedan muchas cosas por mejorar y muchas por resolver.

- Los objetivos de la automatización son:
 - Mejorar la productividad
 - Acelerar los procesos
 - Aligerar la carga del trabajador
 - Simplificar el proceso productivo
 - Realizar tareas que manualmente sería imposibles de realizar
- Los desafíos que tiene la automatización son:
 - Dominar procesos cada vez más complejos
 - Tener en cuenta más señales del sistema
 - Tener en cuenta más datos de otros procesos (circunvecinos)
 - Optimizar procesos empresariales
 - Optimizar procesos logísticos
 - Optimizar procesos económicos (assetmanagement)
 - Aumentar la confiabilidad del sistema
 - Aumentar la seguridad del sistema

La justificación de la automatización de un proceso se puede dividir en 4 categorías de razones diferentes:

- **Seguridad.-** por medio de la automatización se puede incrementar la seguridad en el sitio de trabajo. Por ejemplo en ambientes de trabajo peligrosos como en el caso de la fundición o la fragua, si el proceso es automatizado, se reducirían los accidentes físicos de los trabajadores.
- **Humanización.-** La humanización de los puestos de trabajo juega un rol muy importante a la hora de incentivar la automatización. Esto significa que tanto el trabajo en sí mismo, como también las condiciones del entorno pueden ser amenizadas. Por ejemplo pueden instalarse máquinas que realicen las tareas más difíciles, o las que se llevan a cabo bajo

condiciones de entorno extremas como por ejemplo altas temperaturas, o altos niveles de ruido o de contaminación. El trabajador puede así concentrarse cada vez más en el controlar, supervisar o planear, y de esta manera evitar los riesgos a su salud.

- **Calidad.-** La calidad del producto se puede mejorar mediante la automatización, debido a que se suprimen deficiencias humanas como falta de atención, cansancio o fatiga.
- **Racionalización.-** Desde el punto de vista empresarial juega un rol relevante. A través de la racionalización se pueden reducir los costos en una gran cantidad o se posibilita una expansión de la empresa. En caso de carencia de mano de obra, la producción se puede mantener en pie mediante un aumento de la maquinaria. En este sentido se debe tener en cuenta que el Racionalizar no necesariamente va acompañado de una disminución de puestos de trabajo, sino que puede significar una verdadera reestructuración de la empresa.

2.2.4.3 TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN.

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado.

Los tipos de automatización son:

- **El control automático de procesos** se refiere usualmente al manejo de procesos caracterizados de diversos tipos de cambios (generalmente químicos y físicos); un ejemplo de esto lo podría ser el proceso de calentamiento del agua para el tratamiento de los cueros.

Entremos directamente por definir que es control: es la Técnica de medir o detectar una condición o situación, compararla con el valor que de ella se

desea tener, y a actuar en correspondencia a fin de reducir la diferencia entre ambas.

Esta definición, amplia de por sí, es aplicable a infinidad de cosas que el hombre hace, o dice hacer; desde el control de tránsito, de natalidad, de contaminación, de la evasión de impuestos, hasta el inventario y calidad de productos elaborados, son condiciones o situaciones que a algunos humanos les toca controlar.

Algunas de ellas son de medición bastante frecuente, como, cuando conducimos un automóvil y otras más espaciadas, como cuando verificamos nuestro estado financiero, mensual o anual.

En las citas anteriores hemos supuesto que todo lo descrito se hace mediante el accionar de un ser humano, en tal caso el control es manual o humano.

Si todas las tareas son efectuadas sin intervención de un eslabón humano, el control es automático.

- **El procesamiento electrónico de datos** frecuentemente es relacionado con los sistemas de información, centros de cómputo, etc. Sin embargo en la actualidad también se considera dentro de esto la obtención, análisis y registros de datos a través de interfaces y computadores.
- **La automatización fija** es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relevadores y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los (PLC'S) O Controladores Lógicos Programables.
- El Control Numérico Computarizado. Un mayor nivel de flexibilidad lo poseen las máquinas de control numérico computarizado. Este tipo de control se ha aplicado con éxito a Máquinas de Herramientas de Control Numérico (MHCN). Entre las MHCN podemos mencionar: Fresadoras CNC, Tornos CNC, Máquinas de Electro erosionado, Máquinas de Corte por Hilo, etc.

- La Automatización Flexible. El mayor grado de flexibilidad en cuanto a automatización se refiere es el de los Robots industriales que en forma más genérica se les denomina como "Celdas de Manufactura Flexible".

2.2.4.4 SISTEMA DE LAZO A BIERTO Y LAZO CERRADO

Un sistema que mantiene una relación establecida entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control, se denomina sistema de control realimentado o de lazo cerrado. También existen los sistemas de lazo abierto en los cuales la salida no afecta la acción de control. En esta sección veremos las características de cada uno y también sus diferencias.

2.2.4.4.1 SISTEMAS EN LAZO CERRADO:

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control de lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente, como se muestra en la Figura 2.13.

En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la salida de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales) a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentando para reducir el error del sistema.

ELEMENTOS BÁSICOS

1. Elemento de comparación: Este elemento compara el valor requerido o de referencia de la variable por controlar con el valor medido de lo que se obtiene a la salida, y produce una señal de error la cual indica la diferencia del valor obtenido a la salida y el valor requerido.

2. Elemento de control: Este elemento decide que acción tomar cuando se recibe una señal de error.

3. Elemento de corrección: Este elemento se utiliza para producir un cambio en el proceso al eliminar el error.

4. Elemento de proceso: El proceso o planta, es el sistema dónde se va a controlar la variable.

5. Elemento de medición: Este elemento produce una señal relacionada con la condición de la variable controlada, y proporciona la señal de realimentación al elemento de comparación para determinar si hay o no e

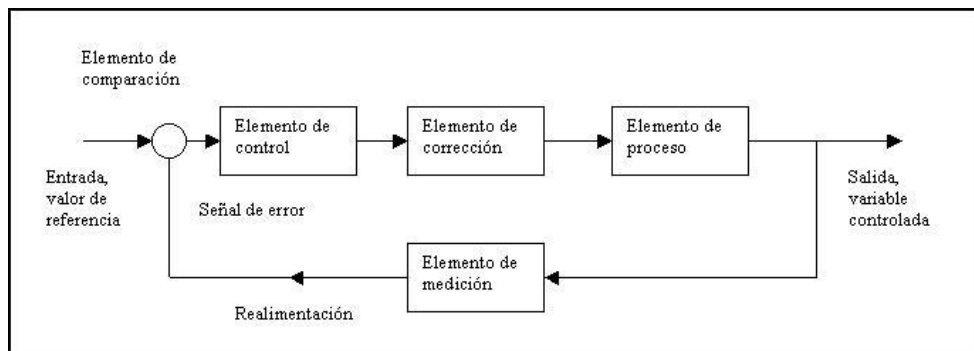


Figura 2.13

Elementos básicos del sistema en lazo cerrado

Fuente: http://usuarios.multimania.es/automatica/temas/tema2/pags/la_1c/lc.

2.2.4.4.2 SISTEMAS EN LAZO ABIERTO:

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Son los sistemas en los cuales la salida no afecta la acción de control. En un sistema en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada, como se muestra en la Figura 2.14.

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Por tanto a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. En la práctica, el control en lazo abierto sólo se utiliza si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas. Es evidente que estos sistemas no son de control realimentado.

ELEMENTOS BÁSICOS

- 1. Elemento de control:** Este elemento determina qué acción se va a tomar dada una entrada al sistema de control.
- 2. Elemento de corrección:** Este elemento responde a la entrada que viene del elemento de control e inicia la acción para producir el cambio en la variable controlada al valor requerido.
- 3. Proceso:** El proceso o planta en el sistema en el que se va a controlar la variable.

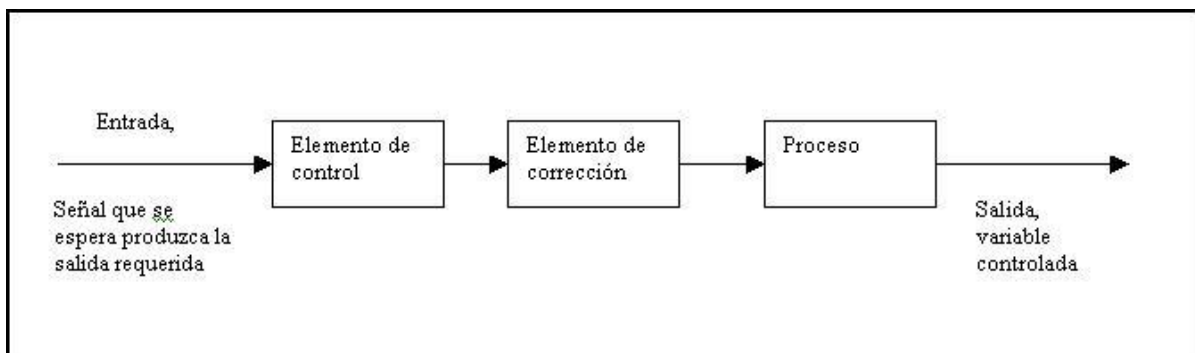


Figura 2.14

Elementos básicos del sistema en lazo abierto

Fuente: http://usuarios.multimania.es/automatica/temas/tema2/pags/la_lc/lc.

2.2.4.4.3 SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO CERRADO CONTRA LOS SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO ABIERTO:

Las **ventajas** de tener una trayectoria de realimentación y, por lo tanto, un sistema en lazo cerrado en lugar de un sistema en lazo abierto son:

1. Más exacto en la igualación de los valores real y requerido para la variable.
2. Menos sensible a las perturbaciones.
3. Menos sensible a cambios en las características de los componentes.
4. La velocidad de respuesta se incrementa y, por lo tanto, el ancho de banda es mayor, es decir, el intervalo de frecuencias en los que el sistema responderá.

Pero hay algunas **desventajas**:

1. Hay una pérdida en la ganancia en cuanto a que la función de transferencia de un sistema en lazo abierto, se reduce de G a $G/(1+GH)$ por una trayectoria de realimentación con una función de transferencia H .
2. Existe una gran posibilidad de inestabilidad.
3. El sistema es más complejo y, por lo tanto, no sólo más caro, sino más propenso a descomposturas.

2.2.4.5 PLC

Los **PLC** (*Programmable Logic Controller* en sus siglas en inglés) o Controlador de lógica programable, son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial.⁸

PLC = Es un hardware industrial, que se utiliza para la obtención de datos. Una vez obtenidos, los pasa a través de bus (por ejemplo por ethernet) en un servidor.

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Hoy en día, los **PLC** no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los *PLC* actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener. Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

2.2.4.5.1 PLC EN COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS DE CONTROL

Los PLC están adaptados para un amplio rango de tareas de automatización. Estos son típicos en procesos industriales en la manufactura donde el costo de desarrollo y mantenimiento de un sistema de automatización es relativamente alto contra el costo de la automatización, y donde van a existir cambios en el sistema durante toda su vida operacional. Los PLC contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia; se requiere poco diseño eléctrico y el problema de diseño se centra en expresar las operaciones y secuencias en la lógica de escalera (o diagramas de funciones). Las aplicaciones de PLC son normalmente hechos a la medida del sistema, por lo que el costo del PLC es bajo comparado con el costo de la contratación del diseñador para un diseño específico que solo se va a usar una sola vez. Por otro lado, en caso de productos de alta producción, los sistemas de control a medida se amortizan por sí solos rápidamente debido al ahorro en los componentes, lo que provoca que pueda ser una buena elección en vez de una solución "genérica".

Sin embargo, debe ser notado que algunos PLC ya no tienen un precio alto. Los PLC actuales tienen todas las capacidades por algunos cientos de dólares.

Diferentes técnicas son utilizadas para un alto volumen o una simple tarea de automatización, Por ejemplo, una lavadora de uso doméstico puede ser

controlada por un temporizador a levas electromecánico costando algunos cuantos dólares en cantidades de producción.

Un diseño basado en un microcontrolador puede ser apropiado donde cientos o miles de unidades deben ser producidas y entonces el coste de desarrollo (diseño de fuentes de alimentación y equipo de entradas y salidas) puede ser dividido en muchas ventas, donde el usuario final no tiene necesidad de alterar el control. Aplicaciones automotrices son un ejemplo, millones de unidades son vendidas cada año, y pocos usuarios finales alteran la programación de estos controladores.

Algunos procesos de control complejos, como los que son utilizados en la industria química, pueden requerir algoritmos y características más allá de la capacidad de PLC de alto nivel. Controladores de alta velocidad también requieren de soluciones a medida; por ejemplo, controles para aviones.

Los PLC pueden incluir lógica para implementar bucles analógicos, “proporcional, integral y derivadas” o un controlador PID. Un bucle PID podría ser usado para controlar la temperatura de procesos de fabricación, por ejemplo. Históricamente, los PLC’s fueron configurados generalmente con solo unos pocos bucles de control analógico y en donde los procesos requieren cientos o miles de bucles, un Sistema de Control Distribuido (DCS) se encarga. Sin embargo, los PLC se han vuelto más poderosos, y las diferencias entre las aplicaciones entre DCS y PLC han quedado menos claras.

Resumiendo, los campos de aplicación de un PLC o autómatas programables en procesos industriales son: cuando hay un espacio reducido, cuando los procesos de producción son cambiantes periódicamente, cuando hay procesos secuenciales, cuando la maquinaria de procesos es variable, cuando las instalaciones son de procesos complejos y amplios, cuando el chequeo de programación se centraliza en partes del proceso. Sus aplicaciones generales son las siguientes: maniobra de máquinas, maniobra de instalaciones y señalización y control.

2.2.4.5.2 SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de On/Off (1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente). Los botones e interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta. Las señales discretas son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off. Un PLC puede utilizar 24V de voltaje continuo en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC solo tenían E/S discretas.

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. Por ejemplo, una entrada de 4-20 mA o 0-10 V será convertida en enteros comprendidos entre 0-32767.

Las entradas de intensidad son menos sensibles al ruido eléctrico (como por ejemplo el arranque de un motor eléctrico) que las entradas de tensión.

2.2.4.5.3 VENTAJAS DE LOS PLC.

Se puede hablar de las siguientes ventajas del uso de los PLC frente a lógica cableada antigua:

- Menor tiempo empleado en la elaboración del proyecto.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir elementos.
- Reducido espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de instalación.

- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento, al quedar reducido el de cableado.
- Posibilidad de controlar varias máquinas con el mismo autómata.
- Economía de mantenimiento.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Como es una tecnología que sigue evolucionando seguramente este listado se incrementará día a día.

2.2.4.5.4 INCONVENIENTES

Inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.

El coste inicial también puede ser un inconveniente.

2.2.4.5.5 ESTRUCTURA INTERNA.

Para poder interpretar luego el funcionamiento de un PLC, como se muestra en la Figura 2.15, donde se muestra un esquema de su estructura interna.

Podemos distinguir cinco bloques en la estructura interna de los Autómatas Programables, que pasaremos a describirlos:

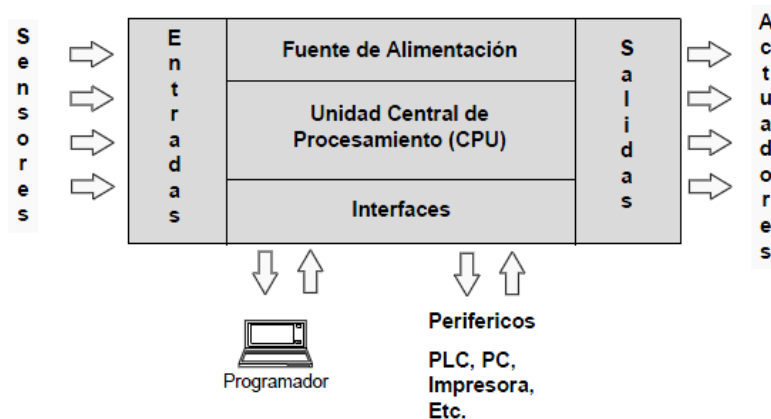


Figura 2.15

Funcionamiento de un PLC

Fuente: http://usuarios.multimania.es/automatica/temas/tema4/pags/la_lc/lc.

1. **Bloque de Entradas.** En él se reciben las señales que proceden de los sensores.

Estas son adaptadas y codificadas de forma tal que sean comprendidas por la CPU.

También tiene como misión proteger los circuitos electrónicos internos del PLC, realizando una separación eléctrica entre éstos y los sensores.

2. **Bloque de Salidas:** Trabaja de forma inversa al anterior. Interpreta las órdenes de la CPU, las descodifica y las amplifica para enviarlas a los actuadores.

También tiene una interface para aislar la salida de los circuitos internos.

3. **Unidad Central de Procesamiento CPU):** En ella reside la inteligencia del sistema. En función de las instrucciones del usuario (programa) y los valores de las entradas, activa las salidas.
4. **Fuente de Alimentación:** Su misión es adaptar la tensión de red (220V/50Hz) a los valores necesarios para los dispositivos electrónicos internos (generalmente 24Vcc y 5Vcc).
5. **Interfaces:** Son los canales de comunicación con el exterior. Por ejemplo con:

- Los equipos de programación
- Otros autómatas.
- Computadoras.

2.2.4.6 CODIFICADOR ROTATORIO

El término “Encoder” es un nombre sofisticado para un switche especializado.

Un switche, después de todo, convierte movimiento mecánico en algo (*operaciones de contactos*), que puede ser detectado eléctricamente. El

encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales.

Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal.

Los *Encoder Rotatorios*, también conocidos como “Encoders de Ejes” y “Encoders de Posición” tienen muchos usos. Por ejemplo, un encoder rotatorio puede medir la velocidad en RPM de un motor. O, puede medir el ángulo de un brazo robótico.

Los encoders pueden ser agrupados en dos principales categorías: Absolutos y Relativos.

2.2.4.6.1 Absolutos:

Los encoders absolutos proveen una salida que únicamente identifica el ángulo del eje. Una idea de un encoder absoluto puede ser un switch rotatorio de múltiples posiciones; si se gira el switch un juego de contactos se abren y un nuevo juego de contactos se cierran, como se muestra en la Figura 2.16.

Así, hay una relación directa entre el ángulo y los contactos, si sabemos qué contactos están cerrados sabemos la posición del eje. La posición anterior del eje no es importante, para determinar únicamente la posición actual del eje sólo necesitamos saber qué contactos están cerrados.⁹



⁹Desarrollo de una aplicación con el encoder de 2 bits cts 288t232r161a2 y el pic16f876 atom

Figura 2.16

Codificador Rotatorio Absoluto (Encoder)

Fuente: <http://es.unsbiz.com/companySite/findGoods.do>

2.2.4.6.2 Relativos:

También llamados “Encoders Incrementales”. Proveen información de la dirección de rotación del eje, por ejemplo, si se hizo en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario, cuántos grados se movió, etc. Para saber el ángulo de rotación se debe conocer la posición de inicio del movimiento y guardar todos los cambios desde el inicio.

Una analogía entre los encoders absolutos y relativos es encontrar la dirección de una casa. Suponga que está tratando de encontrar una casa en particular. La dirección absoluta de la casa es Avenida 4 calle Nro 3. La dirección relativa de la casa es: “desde donde estás tú ahora, camina dos cuadras hacia el norte, tres cuadras hacia el este y es la cuarta casa a la derecha”.

Ambas direcciones harán que se llegue al mismo lugar, pero la dirección relativa es útil solamente desde un punto de inicio definido. Si se cometen errores cuando se recorren las calles o se cruzan en calles erróneas, la dirección absoluta no cambia, pero la información de la dirección relativa pierde su utilidad. Lo mismo pasa con los encoders rotatorios; si se comete un error y se pierde el reporte de una posición, toda la información de las posiciones futuras será errónea. Durante la inicialización y encendido, se debe indicar y almacenar la posición actual del encoder para saber la referencia. El encoder absoluto en cambio, actúa como una memoria no volátil, indica la posición actual al inicio así como lo hizo en la última ejecución.

2.2.4.7 Microcontrolador es un [circuito integrado](#) o [chip](#) que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una [computadora](#): [unidad central de procesamiento](#), [memoria](#) y [unidades de E/S](#) (entrada/salida).

2.2.4.7.1 Características

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la [unidad central de procesamiento](#), la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora, utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bit) por que sustituirá a un autómata finito. En cambio un reproductor de música y/o vídeo digital ([mp3](#) o [mp4](#)) requerirá de un procesador de 32 bit o de 64 bit y de uno o más [Códex](#) de [señal digital](#) (audio y/o vídeo).

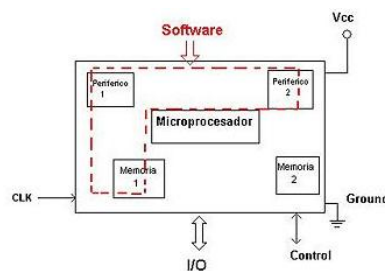


Figura 2.17

Esquema de un Microcontrolador.

Fuente: <http://insectrobots.blogia.com/2009/021501-iniciacion-a-la-robotica-basada-en-microcontroladores-con-software-libre.php>

Un Microcontrolador difiere de una [CPU](#) normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de [chips externos de apoyo](#). La idea es que el chip se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite, y eso es todo. Un microprocesador tradicional no le permitirá hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada/salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

Los microcontroladores negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso. Debido a que se utiliza bastante sitio en el chip para incluir funcionalidad, como los [dispositivos de entrada/salida](#) o la [memoria](#) que incluye el Microcontrolador, se ha de prescindir de cualquier otra circuitería.

2.2.4.7.2 Estructura básica de un Microcontrolador

En la figura 2.17, vemos al Microcontrolador metido dentro de un encapsulado de circuito integrado, con su procesador (CPU), buses, memoria, periféricos y [puertos de entrada salida](#). Fuera del encapsulado se ubican otros circuitos para

completar periféricos internos y dispositivos que pueden conectarse a los pines de entrada/salida. También se conectarán a los pines del encapsulado la alimentación, masa, circuito de completamiento del oscilador y otros circuitos necesarios para que el Microcontrolador pueda trabajar.¹⁰

2.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Diseño.- es el análisis de factores que permita optimizar los sistemas mecánicos

Tubería.- Conducto formado de tubos por donde se lleva agua, los gases de combustible, etc.

Fibra neutra.- La fibra neutra (*eje neutro*) es la superficie material curva, de una pieza alargada o de una placa, deformada por flexión, que separa la zona comprimida de la zona traccionada.

Automatización.- el termino Automatización viene de la palabra griega “auto” y significa la ejecución por medios propios de un proceso, en el que materia, información o energía es cambiado o transformado. Lamentablemente aún no hay una definición estandarizada para automatización, que sea ampliamente reconocida por las sociedades de ingenieros o institutos normativos.

Producción. Un Proceso productivo consiste en transformar entradas (insumos) en salidas, (bienes y/o servicios) por medio del uso de recursos físicos, tecnológicos, humanos, etc.

2.4 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

En la presente investigación filosóficamente se ubica en un paradigma crítico propositivo, ya que la investigación parte de problemas reales en nuestro medio, de esta manera además de aportar con mis ideas, daré una propuesta de solución al problema

2.5 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

LEY ORGÁNICA DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR

CAPITULO II

DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS CONSUMIDORES

¹⁰<http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

Art. 4.- Derechos del Consumidor.- Son derechos fundamentales del consumidor, a más de los establecidos en la Constitución Política de la República, tratados o convenios internacionales, legislación interna, principios generales del derecho y costumbre mercantil, los siguientes:

1. Derecho a la protección de la vida, salud y seguridad en el consumo de bienes y servicios, así como a la satisfacción de las necesidades fundamentales y el acceso a los servicios básicos

7. Derecho a la educación del consumidor, orientada al fomento del consumo responsable y a la difusión adecuada de sus derechos;

Art. 5.- Obligaciones del Consumidor.- Son obligaciones de los consumidores:

1. Propiciar y ejercer el consumo racional y responsable de bienes y servicios;

2. Preocuparse de no afectar el ambiente mediante el consumo de bienes o servicios que puedan resultar peligrosos en ese sentido;

3. Evitar cualquier riesgo que pueda afectar su salud y vida, así como la de los demás, por el consumo de bienes o servicios lícitos; y.

CAPITULO V

RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES DEL PROVEEDOR

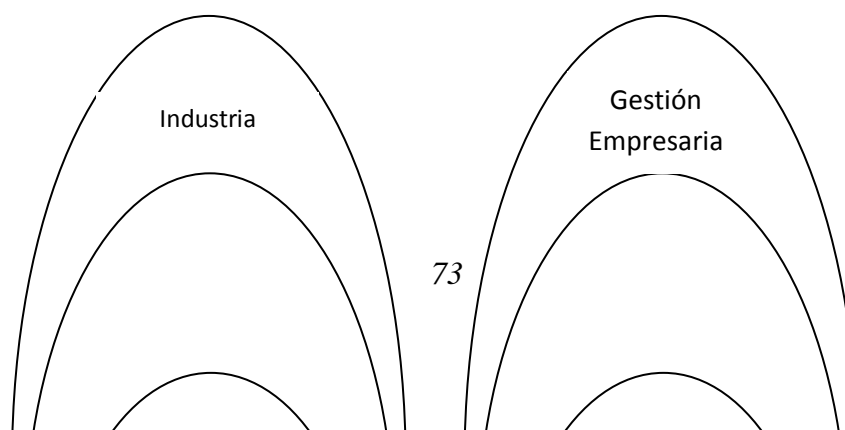
Art. 19.- Indicación del Precio.- Los proveedores deberán dar conocimiento al público de los valores finales de los bienes que expendan o de los servicios que ofrezcan, con excepción de los que por sus características deban regularse convencionalmente.

El valor final deberá indicarse de un modo claramente visible que permita al consumidor, de manera efectiva, el ejercicio de su derecho a elección, antes de formalizar o perfeccionar el acto de consumo.

2.6 CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente: Sistema de control automatizado del ángulo de dobles.

Variable Dependiente: Nivel de producción.



Automatización

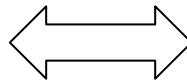
Procesos

Tipos de
Control

Tiempos y
exactitud

Sistema de
control
automatizad
o del ángulo
de dobles

Nivel de
producción



Incrementará

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

2.7 HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de control automatizado del ángulo de dobles de tubos incrementará el nivel de producción en el taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG

2.8 SEÑALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

2.8.1 Variable independiente

Sistema de control automatizado del ángulo de dobles de tubos

2.8.2 Variable dependiente

Nivel de producción

2.8.3 TERMINO de relación

“Incrementará”

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO

En el presente proyecto se realizará un muestreo dirigido, el cual estará relacionado a los datos y resultados obtenidos de la investigación que luego serán procesados.

Toda la información primaria es la que se obtendrá de las observaciones que se realicen en el taller, y la información secundaria será la que se encuentre en resúmenes y listados que se refieran a determinadas áreas del tema de estudio.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad de este proyecto es Exploratoria, porque se investigaran y se buscaran los elementos básicos necesarios para la automatización de la máquina para cumplir con la consecución de la investigación.

3.2.1 DE CAMPO

La investigación será de campo porque con la implementación del sistema de control del ángulo de dobles se deberá conocer exactamente el tiempo y la exactitud que dará la maquina con un ángulo establecido.

3.2.2 EXPERIMENTAL

A base de calibraciones (*Número de pulsos del encoder*) se logrará hacer coincidir el valor del ángulo doblado en la máquina con el ángulo propuesto teóricamente.

3.2.3 BIBLIOGRÁFICA

Por medio de esta se conocerá diferentes enfoques, teorías, contextualizaciones de diversos autores, sobre el tema de investigación basándose en documentos, libros, revistas, periódicos e internet, por lo cual será fundamental la ayuda que nos preste la biblioteca de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es importante destacar que el presente estudio se realizara con los siguientes niveles de investigación.

- Descriptivo
- Explicativo

3.3.1 DESCRIPTIVO

Por medio del nivel descriptivo se determinará las ventajas conlleva el mejoramiento de la máquina, mediante el análisis de los productos, y podremos establecer las ventajas que acarrea dicho mejoramiento.

3.3.2 EXPLICATIVO

El nivel explicativo porque mediante este explicara los diferentes resultados, conclusiones, y beneficios del mejoramiento de la dobladora de tubo.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La Operacionalización de variables independientes y dependientes se describe en el cuadro N° 1 y cuadro N° 2 respectivamente.

3.4.2 Variable dependiente

Tabla 3.2. Operacionalización de variable dependiente: Nivel de producción.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIA	INDICADOR	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Un Proceso productivo consiste en transformar entradas (insumos) en salidas, (bienes y/o servicios) por medio del uso de recursos físicos, tecnológicos, humanos, etc.	Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo • Cantidad • Calidad 	¿Cuál es la producción por hora del taller?	Guía de Observación
	Exactitud	<ul style="list-style-type: none"> • 5° • 10° • 15° • 20° • 30° • 90° 	¿Qué ángulos son los más utilizados?	

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para esta investigación se tomarán en consideraciones las siguientes técnicas e instrumentos que se detallan en el recuadro.

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Observación	❖ Guía de Observación

Tabla 3.3
Técnicas e Instrumentos
Fuente: Autor

3.6 PLAN DE ANÁLISIS

Mediante la observación se podrá determinar los parámetros reales y necesarios del proceso de doblado del tubos, después de esto se tomarán los datos de tiempo y exactitud del ángulo de dobles, para lo cual se contará con un cuaderno de apuntes, 4 cronómetros para tener varios datos de entrada para luego representarlas en gráficos, siendo estos la manera más cómoda de visualizar e interpretar los registros de los datos ya mencionados y esto facilitara dar conclusiones y juicios más acertados.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el análisis de los datos se ha empleado una guía de observación que comparara la información “antes y después de la implementación del sistema de control del ángulo de dobles, que continuación se detalla en la siguiente, y cómo influye en la exactitud del mismo con la implementación de dicho sistema.

Es necesario recalcar que mediante este control con tan solo presionar un pulsador (15° , 30° , 45° y 90°), como se muestra en la Figura 4.1. La máquina ejecutara la orden, doblando el tubo el ángulo propuesto de un solo golpe.

El objetivo general de esta investigación es incrementar el nivel de producción en el taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG mediante el sistema propuesto, en este capítulo se realiza una comparación de resultados obtenidos con el actual procedimiento y con el sistema implementado.

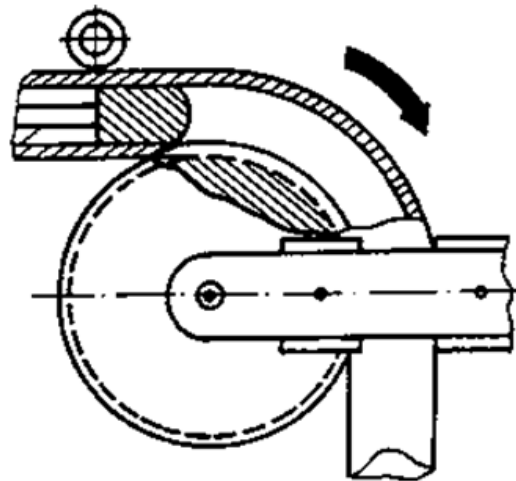


Figura 4.1

Tubo doblado a 90°

Fuente:Curso Doblado Laminas tubos y perfiles Pág. (20)

4.1.1 DOBLADO A DIFERENTES ÁNGULOS EN ACERO A36 (TUBO ESTRUCTURAL)

En esta prueba se realizaron trabajos en diferentes angulaciones, con la finalidad de determinar la exactitud del mismo, y el tiempo empleado en este.

Doblado a 15, 30, 45 y 90° del tubo estructural

Entre las más importantes características y ventajas de los tubos estructurales (A36) se destacan:

- Gran resistencia al viento por la geometría del perfil, Esquinas redondeadas que hacen las estructuras más seguras y agradables al tacto.
- Posibilidad de utilizarlos en aplicaciones telescópicas.
- Excelente comportamiento a la flexión y a la torsión.
- Acabado estético perfecto, de incomparable belleza y usos arquitectónicos.
- Ausencia de uniones o soldadura visible a lo largo de las secciones.
- Limpieza en acabado y mantenimiento. (ideal para bodegas de almacenamiento y procesamiento de alimentos).
- Facilidad del manejo y de montaje frente a elementos armados como los perfiles en cajón.
- Ahorro en instalación y montaje.

Una vez montado el material a trabajar, se procedió a realizar diferentes angulaciones de doblado que permitan observar como el comportamiento de la máquina.

4.1.2 COMPROBACIÓN DEL ÁNGULO EN EL DOBLADO DEL TUBO

Uno de los factores fundamentales que debe cumplir el sistema de control, es que el tubo ya doblado tenga el ángulo requerido.

Para comparar si las dimensiones del tallado son las correctas se realizaron los siguientes pasos.

- 1) Preparar los tubos a ser doblados, como se muestra en la Figura 4.2.



Figura 4.2

Tubos a ser doblados

Fuente: Autor

2) Encender la maquina (*Switche*), como se muestra en la Figura 4.3.



Figura 4.3

Encendido de la maquina

Fuente: Autor

- 3) Insertar el tubo en el bloque rotatorio, como se muestra en la Figura 4.4.



Figura 4.4

Inserción del tubo en el bloque rotatorio

Fuente: Autor

- 4) Colocar el tubo en el bloque rotatorio y asegurarlo con la canaleta, como se muestra en la Figura 4.5.



Figura 4.5

Tubo asegurado con la canaleta

Fuente: Autor

- 5) Según el ángulo que se desee doblar presionar el pulsador en el gabinete de control.
(45° - Pulsador N°3), como se muestra en la Figura 4.6.



Figura 4.6

Ingreso de orden (*Pulsador N°3*) para el doblado

Fuente: Autor

- 6) Pulsar el botón de retorno para regresar la maquina a su posición inicial, como se muestra en la Figura 4.7.



Figura 4.7

Ingreso de orden (*Pulsador de Retorno*)

Fuente: Autor

- 7) Una vez que ha finalizado el doblado del tubo se procede a retirar el tubo de la máquina, como se muestra en la Figura 4.8.



Figura 4.8

Retiro del tubo doblado

Fuente: Autor

- 8) Mediante una escuadra falsa medir el ángulo doblado, como se muestra en la Figura 4.9.



Figura 4.9

Medición del ángulo con una escuadra falsa

Fuente: Autor

- 9) Luego mediante la ayuda de una hoja en blanco se remarca la superficie de la escuadra falsa, como se muestra en la Figura 4.10.



Figura 4.10

Remarcación del ángulo doblado

Fuente: Autor

10) Mediante un graduador verificar el ángulo (45°) doblado, como se muestra en la Figura 4.11.

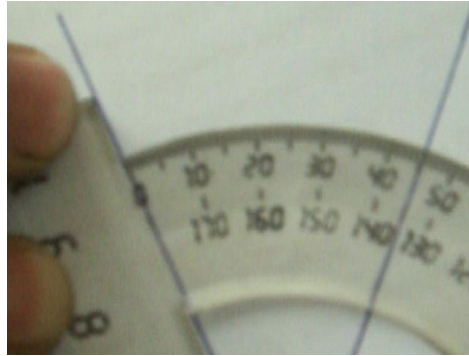


Figura 4.11

Verificación del ángulo doblado (45°)

Fuente: Autor

Finalizado todo el procedimiento de comprobación de dimensiones, se concluyó que el doblado del tubo tiene el ángulo exacto al propuesto.

4.2 ENSAYOS

4.2.1 PORCENTAJE DE EXACTITUD CON EL SISTEMA DE CONTROL DEL ÁNGULO DE DOBLES AUTOMATIZADO.

Tabla 4.1 Ensayo #1

<p style="text-align: center;">Universidad Técnica de Ambato</p> <p style="text-align: center;">Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</p> <p style="text-align: center;">Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles</p> <p style="text-align: center;">Con el ángulo de 15° (Dobles Automatizado)</p>		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
15	3	60
14	1	20
13	1	20
12	0	0
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.2 Ensayo #2

<p style="text-align: center;">Universidad Técnica de Ambato</p> <p style="text-align: center;">Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</p> <p style="text-align: center;">Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles</p> <p style="text-align: center;">Con el ángulo de 30° (Dobles Automatizado)</p>		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
30	4	80
29	1	20
28	0	0
27	0	0
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.3 Ensayo #3

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles Con el ángulo de 45° (Dobles Automatizado)		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
45	3	60
44	0	0
43	1	20
42	1	20
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.4 Ensayo #4

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles Con el ángulo de 90° (Dobles Automatizado)		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
90	4	80
89	0	0

88	0	0
87	1	20
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

4.2.2PORCENTAJE DE EXACTITUD CON DOBLES MANUAL.

Tabla 4.5 Ensayo #5

<p>Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles Con el ángulo de 15° (Dobles Manual)</p>		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
21	2	40
20	1	20
15	1	20
10	1	20
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.6 Ensayo #6

Universidad Técnica de Ambato		
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles		
Con el ángulo de 30° (Dobles Manual)		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
47	3	60
36	0	0
35	1	20
30	1	20
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.7 Ensayo #7

Universidad Técnica de Ambato		
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles		
Con el ángulo de 45° (Dobles Manual)		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
50	0	0
49	2	40
45	1	20

40	2	40
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.8 Ensayo #8

<p>Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles Con el ángulo de 90° (Dobles Manual)</p>		
Ángulo de dobles	Numero de Tubos	% Exactitud
95	1	20
94	2	40
90	0	0
85	2	40
TOTAL	5	100

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

4.2.3 TIEMPO DE DOBLES

Tabla 4.9 Ensayo #9

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles Con el ángulo de 15° (Dobles Automatizado)					
# Tubo	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	3,65	3,5	3,55	3,7	3,600
2	3,6	3,55	3,4	3,5	3,513
3	3,56	3,57	3,55	3,54	3,555
4	3,6	3,55	3,5	3,4	3,513
5	3,49	3,51	3,51	3,5	3,503
PROMEDIO TOTAL					3,537

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.10 Ensayo #10

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles Con el ángulo de 15° (Dobles Manual)						
Tubo	#	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	8	7,9	8,5	7,9	8,075	
2	8,5	8,2	8,4	8,3	8,350	
3	8	8	8	8,1	8,025	
4	7,5	8,7	8,2	8	8,100	
5	8,2	8	8,1	8,3	8,150	
PROMEDIO TOTAL					8,140	

Tabla 4.11 Ensayo #11

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles Con el ángulo de 30° (Dobles Automatizado)					
# Tubo	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	5,4	5,35	5,3	5,25	5,325
2	5,3	5,33	5,32	5,3	5,313
3	5,29	5,3	5,28	5,35	5,305
4	5,3	5,32	5,36	5,39	5,343
5	5,31	5,3	5,38	5,35	5,335
PROMEDIO TOTAL					5,324

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.12 Ensayo #12

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo

de dobles					
Con el ángulo de 30° (Dobles Manual)					
Elaborado por: Rodrigo Lloacana Fecha:					
11/05/2010					
# Tubo	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	15	16	17	15	15,750
2	18	16	17	16	16,750
3	15	16	17	16	16,000
4	16	18	15	17	16,500
5	17	18	17	18	17,500
PROMEDIO TOTAL					16,500

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.13 Ensayo #13

Universidad Técnica de Ambato					
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de					
dobles					
Con el ángulo de 45° (Dobles Automatizado)					
# Tubo	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	8	8,12	8,01	8,05	8,045
2	8,03	8,02	8	8,01	8,015
3	8	8,18	8,15	8,16	8,123
4	8,06	8,09	8,09	8,12	8,090
5	8	8,1	8,09	8,04	8,058
PROMEDIO TOTAL					8,066

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.14 Ensayo #14

Universidad Técnica de Ambato					
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles					
Con el ángulo de 45° (Dobles Manual)					
# Tubo	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	20	21	19	20	20,000
2	19	18	20	19	19,000
3	18	19	20	21	19,500
4	20	21	22	20	20,750
5	20	21	19	20	20,000
PROMEDIO TOTAL					19,850

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.15 Ensayo #15

Universidad Técnica de Ambato					
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de					

dobles					
Con el ángulo de 90° (Dobles Automatizado)					
# Tubo	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	14,48	14,5	14,3	14,4	14,420
2	14,52	14,5	14,46	14,5	14,495
3	14,51	14,49	14,52	14,2	14,430
4	14,32	14,52	14,32	14,3	14,365
5	14,1	14,09	14,12	14,15	14,115
PROMEDIO TOTAL					14,365

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

Tabla 4.16 Ensayo #16

Universidad Técnica de Ambato					
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de					
dobles					
Con el ángulo de 90° (Dobles Manual)					
# Tubo	T1	T2	T3	T4	PROMEDIO
1	42	42,1	40,6	42,3	41,750
2	40	43,6	41,5	42	41,775
3	41,8	42,8	43	43,1	42,675
4	42,2	43	42,5	42,1	42,450
5	42	42,5	40	40,9	41,350
PROMEDIO TOTAL					42,000

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

4.2.4 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Mediante las tablas efectuadas de los ensayos realizados, se procede a interpretar los resultados mediante gráficos para poder observar la variación del porcentaje de error que tiene cada ensayo, como se muestra en la Tabla 4.17.

Tabla 4.17 Resultados 1

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Análisis de resultados de la exactitud del ángulo de dobles		
Ángulo de dobles	Promedio TIEMPO (Dobles Automatizado)	Promedio TIEMPO (Dobles Manual)
15	3,537	8,14
30	5,324	16,5
45	8,066	19,85
90	14,365	42

Elaborado por: Rodrigo Lloacana

4.2.4.1 REPRESENTACION GRÁFICA DE LOS RESULTADOS

4.2.4.1.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA (% DE EXACTITUD – DOBLES AUTOMATIZADO)

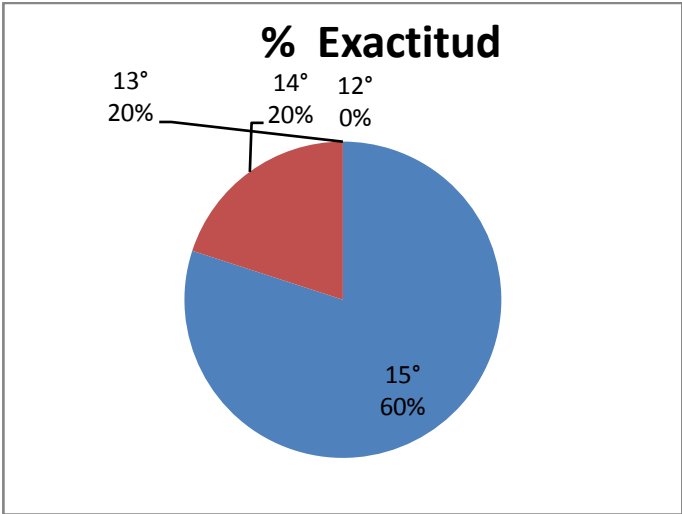


Figura 4.12

% de exactitud (15° Dobles Automatizado)

Fuente: Autor

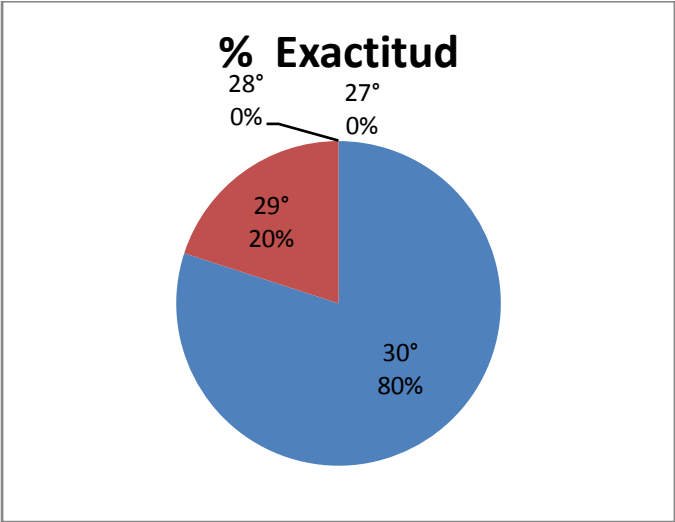


Figura 4.13

% de exactitud (30° Dobles Automatizado)

Fuente: Autor

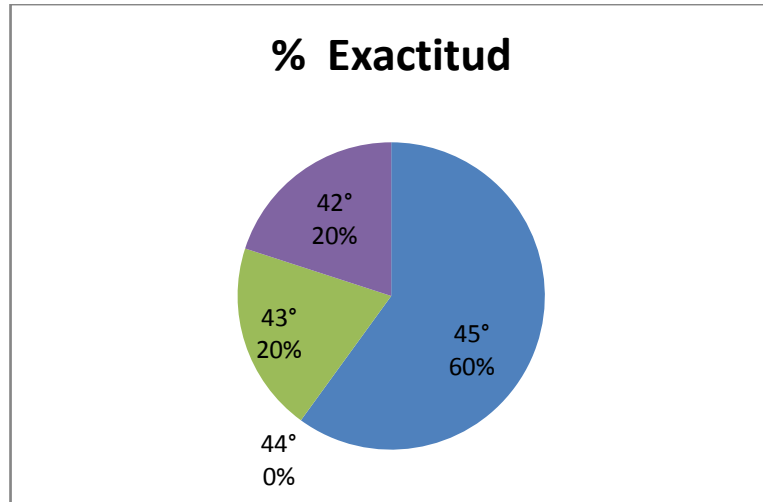


Figura 4.14

% de exactitud (45° Dobles Automatizado)

Fuente: Autor

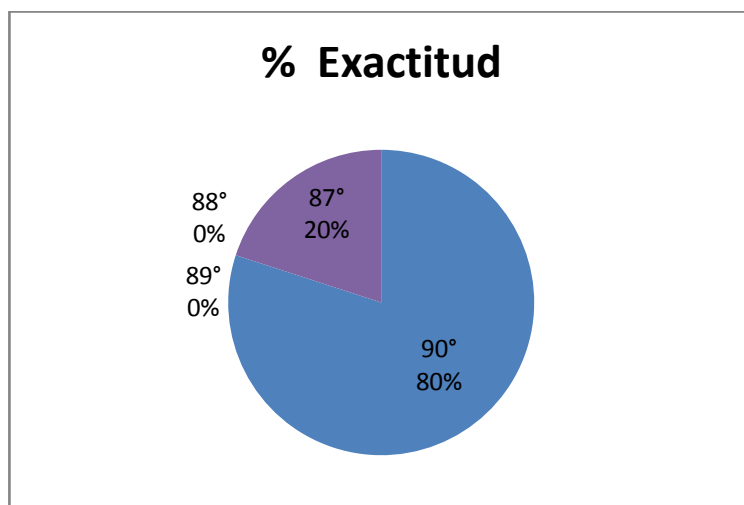


Figura 4.15

% de exactitud (90° Dobles Automatizado)

Fuente: Autor

4.2.4.1.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA (% DE EXACTITUD – DOBLES MANUAL)

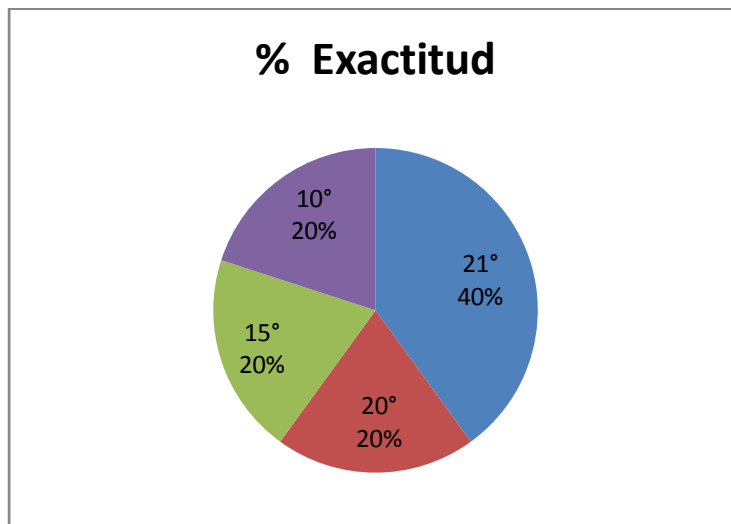


Figura 4.16

% de exactitud (15° Dobles Manual)

Fuente: Autor

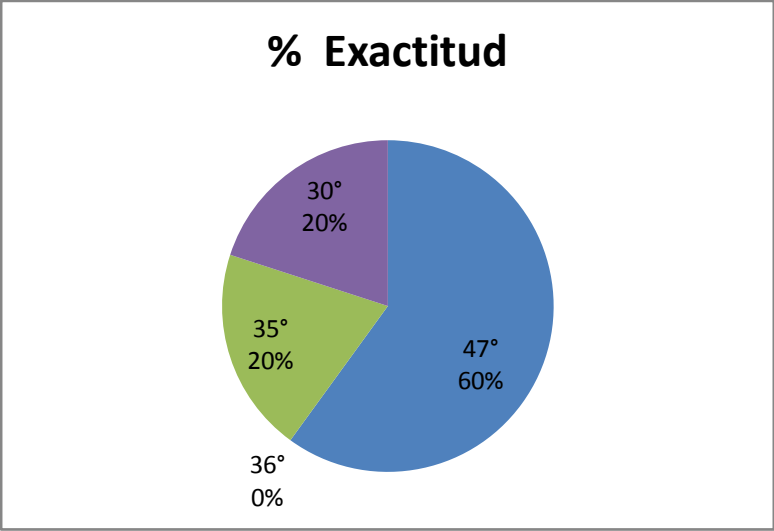


Figura 4.17

% de exactitud (30° Dobles Manual)

Fuente: Autor

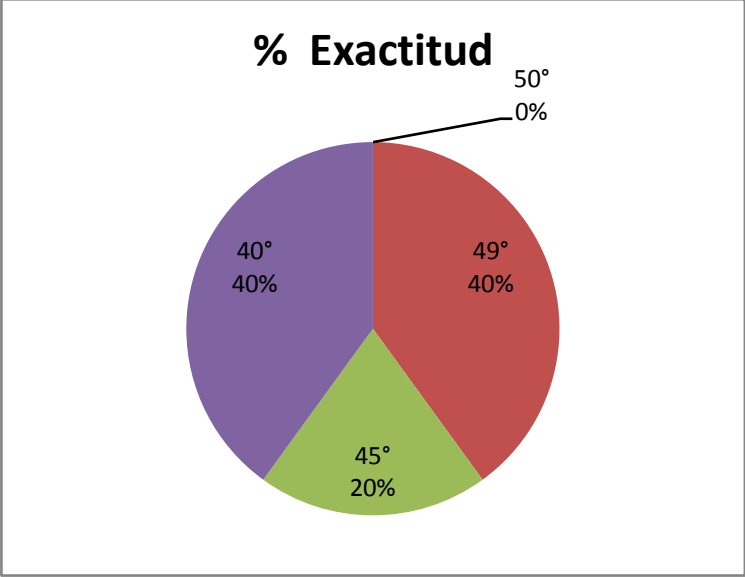


Figura 4.18

% de exactitud (45° Dobles Manual)

Fuente: Autor

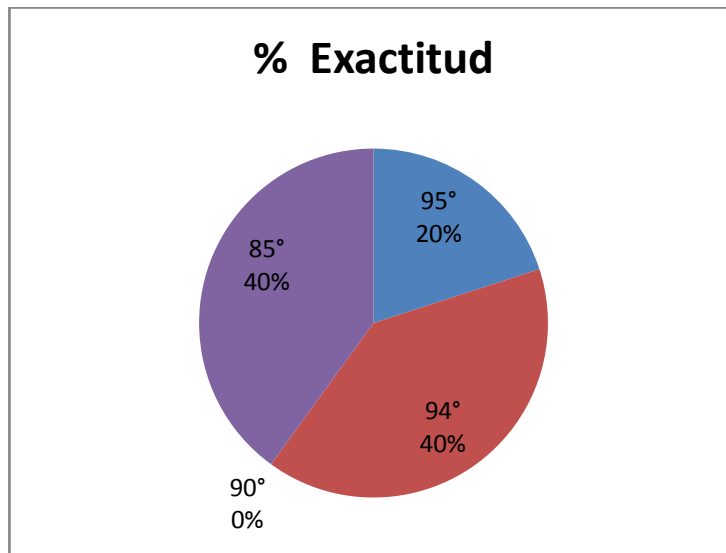


Figura 4.19

% de exactitud (90° Dobles Manual)

Fuente: Autor

4.2.4.1.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA (ANGULO DE DOBLES VS TIEMPO)

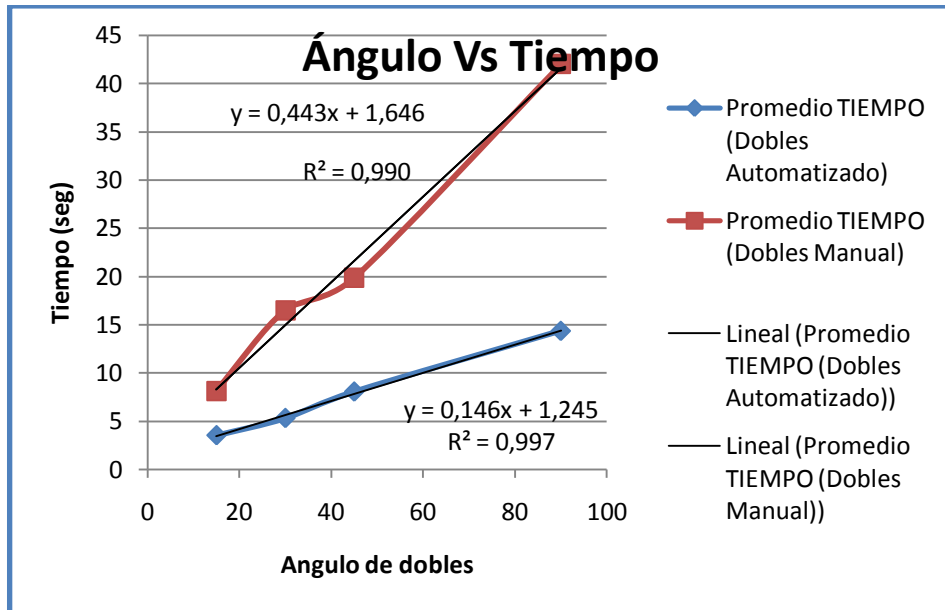


Figura 4.20

Ángulo de Dobles Vs Tiempo

Fuente: Autor

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Mediante el control automatizado del ángulo de dobles se incrementó la exactitud de medida, como se puede observar en la tabla 4.17 de resultados, disminuyendo el tiempo de verificación, esto constituye una buena alternativa para el mejorar los procesos productivos del taller.

4.3.1 Variable Independiente.

- Sistema de control del ángulo de dobles.

Como observamos el sistema de control es adecuado y necesario para producir en masa, de manera rápida y con buena calidad los accesorios que están compuestas de tubos doblados.

4.3.2 Variable Dependiente

- Nivel de Producción

La calidad y el tiempo de la elaboración de cada accesorio de vehículo son vitales, porque mediante estos, se puede abastecer al mercado de esta ciudad, y tener el stock suficiente para despachar cualquier pedido.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez culminado el desarrollo de la investigación e implementación del sistema de control del ángulo de dobles de tubos, a continuación se resumen los aspectos más relevantes que se obtuvieron a partir de la investigación.

5.1. CONCLUSIONES

- La dobladora de tubo trabajará a velocidades relativamente bajas para poder deformar a los tubos de acero A36 (*Estructural*), por lo que el tubo doblado no debe presentar fisuras o agrietamientos.
- Para el sistema de control automatizado se empleará un PLC (Siemens S7-200) que es la mejor opción debido a los requerimientos de trabajo, exactitud y compatibilidad con las entradas del Encoder (*Analógicas*)

- Para la automatización de la dobladora de tubo se debe tomar en cuenta el número de entradas y salidas que se requieren para la selección del PLC(8 *entradas y 4 salidas*).
- Para poder controlar el ángulo de dobles de los tubos, utilizaremos un Encoder absoluto de 600ppr para detener al motor cuando el mismo lea los pulsos que da en relación a un determinado ángulo.
- De la misma forma como seguridad de la maquina se proveerá de 1 final de carrera que actuaran como interruptor para el motor y con esto evitar el coche del brazo conductor.
- Gracias a la investigación se logró conocer más afondo del tema de automatización llegando a la conclusión que esta es de gran importancia y tendrá muchísima acogida en el sector industrial.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es fundamental tener conocimientos previos en el tema de automatización, PLC's Contactores, etc. para realizar las conexiones y programación requerida.
- Es recomendable verificar los dispositivos eléctricos con el fin de prevenir fallos en el funcionamiento de la máquina y por consecuente el paro inesperado de la misma.
- Antes de probar el programa en el PLC asegurarse de que no existan errores de programación y mucho menos errores de conexiones eléctricas, puesto que surgirán problemas graves.
- Es necesario que los dispositivos electrónicos a utilizar tengan repuestos, y garantía y cumplan con las normas técnicas establecidas para su utilización

- Evitar que elementos de la maquinaria como pernos, tornillos, cables y otros queden expuestos a la intemperie o fuera de la maquina con la finalidad de evitar accidentes inesperados a las personas que manipulan esta maquinaria.
- Se recomienda brindar capacitación previa al personal sobre nociones básicas de automatización para evitar pérdidas de tiempo en los procesos de producción
- Debe ser conveniente que el motor tenga su tiempo de enfriamiento, con el fin de evitar sobrecalentamiento y por consiguiente el daño del mismo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

TEMA:

SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO DEL ÁNGULO DE DOBLES DE TUBOS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE PRODUCCIÓN EN EL TALLER DE ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS AUTO-KRAG

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Para la implementación del sistema de control automatizado del ángulo de dobles se dispone de la dobladora de tubos la cual está diseñada exclusivamente para realizar dobleces para tubo de 1 ¼ de pulgada de diámetro y 2 mm de espesor (Acero estructural A36), la cual está hecha en su gran parte de acero A36.

La dobladora de tubo está constituida, como se muestra en la Figura 6.1. Por:

1. Estructura
2. Brazo Superior
3. Brazo Inferior
4. Eje de soporte
5. Eje roscado
6. Pin del eje roscado
7. Cuadrado interior
8. Cilindro
9. Pin de sujeción del cilindro
10. Brazo conductor
11. Sujetador del bloque rotatorio
12. Bloque rotatorio
13. Sujetador del tubo
14. Engrane
15. Tornillo sin-fin
16. Carcasa del reductor
17. Catalina
18. Motor
19. Perno M16x2x80
20. Perno M16x2x50
21. Perno 1/2x1/2
22. Perno 5/16x8

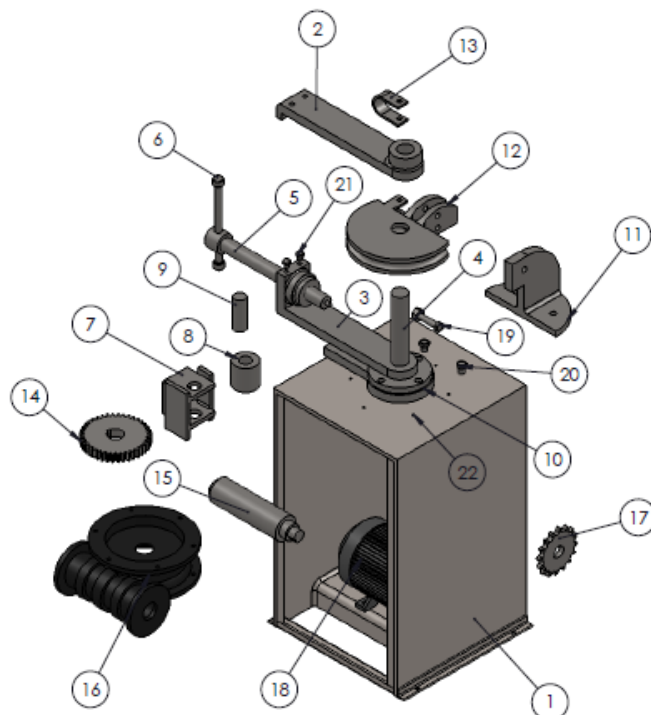


Figura 6.1

Esquema de la Dobladora de tubo

Fuente: Autor

La dobladora de tubo está constituida por su estructura, la cual está hecha de acero de construcción de $\frac{7}{16}$ plg la cual esta soldada con dos planchas del mismo espesor que son las laterales y una plancha en la parte superior de $\frac{1}{2}$ plg la cual tiene 1 agujero de 85mm de diámetro, centrado en la mitad de la plancha superior, 6 agujeros roscados $\frac{5}{16}$ plg distribuidos a 60° concéntricos al otro agujero para la sujeción del reductor de velocidad. La estructura también cuenta con la base de plancha de $\frac{1}{2}$ plg para el motor, además la tapa del lado faltante es de plancha de $\frac{5}{16}$ plg.

La carcasa del reductor de velocidad está hecho de hierro fundido y cuenta interiormente con un eje, un engrane de bronce de 22cm de diámetro y 40 dientes, con un tornillo sin fin hecho de acero, el reductor va anclado a la estructura mediante pernos, la unión entre la estructura y el reductor debe estar herméticamente cerrado y sellado con silicón para no tener fugas de aceite del reductor.

Con la ayuda de 2 catalinas, una colocada en el eje del reductor y la otra en el eje del motor se transmite movimiento mediante una cadena.

Mediante el movimiento obtenido por el reductor y con la ayuda de los brazos (Conductor, Superior e Inferior y del respectivo bloque rotatorio y canaleta) se deforma el tubo.

Con este proyecto se plantea reducir al máximo riesgos de accidentes laborales para los operarios que doblan los tubos de forma manual, ya que al hacerlo con una maquina manual y ortodoxa constantemente están expuestos a sufrir algún desgarre muscular por la fuerza que necesitan ejercer para doblar los tubos, lo que al utilizar este nuevo sistema no ocurre ya que tan solo tendrían colocar el tubo en el bloque rotatorio y pulsar un botón para hacer toda la

tarea. La dobladora de tubo está equipada con un moto-reductor de 1hp el cual tendrá la función de doble giro para que el dobles sea automático.

De la misma forma el proyecto es innovador puesto que se están aplicando nuevas tecnologías aun no común en este tipo de maquinaria, mejorando los procesos productivos.

Localización:

El taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG está ubicado en el sector del Pisque, Barrio Corazón de Jesús

Fecha de trabajo:

El trabajo se realizará el segundo trimestre del año en curso.

Equipo Técnico responsable

Investigador.- Milton Rodrigo Lloacana

Tutor.-Ing. Santiago Villacís

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La máquina que se utilizara para este proyecto cuenta con todo el equipo superior para doblar como (Canaleta, Bloque rotatorio, Brazo superior e Inferior, Base o estructura, Reductor Corona-Tornillo Sin fin), la cual no está funcionando porque el sistema eléctrico (Motor, circuito eléctrico) no está hecho, el mismo que será utilizado para completarlo con el sistema de control.

6.3. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación emerge como la idea de comprender las consecuencias que existen por la falta de maquinaria y variedad de las mismas en el mercado, igualmente el de no explotar o utilizar eficientemente la maquinaria que se utiliza a nivel regional.

Es evidente la necesidad de aplicar nuevas tecnologías para obtener maquinarias nuevas y novedosas con el fin de dar a conocer a las industrias productoras de accesorios de vehículos que tradicionalmente se elaboran con maquinaria netamente manual.

El hombre busca productos que sean agradables a su necesidad y que le proporcionen una buena parte de su requerimiento a lo largo de su vida.

Brindar ayuda a los pequeños empresarios, implementando un sistema de control automatizado del ángulo de dobles de tubos lo cual permite incrementar la exactitud y similitud entre los mismos, a un corto tiempo. Además este conlleva un gran aporte para las demás empresas ya que esta iniciativa llevara a que las mismas pongan un mayor interés en nuevas tecnologías que ayuden a mejorar la calidad de sus productos.

6.4. OBJETIVOS

- Elaborar el diagrama esquemático del control.
- Implementar el sistema de control automatizado en el ángulo de dobles de tubos.
- Realizar pruebas y documentarlas.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La implementación del sistema de control del ángulo de dobles es realizable hacerlo, tomando en cuenta varios factores que ayudaron a profundizar sobre este tema.

Uno de esos factores fue la determinación del funcionamiento básico de una máquina dobladora de tubos y sus partes fundamentales, permitiendo conocer las partes básicas que conforman el interior de la misma y como pueden ser adaptadas y acopladas.

Además la propuesta es factible ya que se cuenta con la información necesaria sobre todos los componentes a utilizar como PLC's, Contactores, Relés, Finales de carrera entre otros, los mismos que son de fácil adquisición por el usuario debido a la alta demanda de estos dispositivos en el mercado.

Una de las ventajas que presenta esta propuesta es que ofrece la opción de añadir más ángulos de dobles con tan solo ubicar más pulsadores.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

La presente propuesta se basa en la información recabada y presentada en el CAPITULO II que corresponde al marco teórico, donde se presentan todos los factores y características básicas de todas las partes principales que incluyen en el proyecto.

6.6.1. SELECCIÓN DE MATERIALES

Para la implementación del sistema de control del ángulo de dobles se dispondrá de gabinete eléctrico, en la cual irán dentro los elementos descritos a continuación:

6.6.1.1 Plc Siemens 27-200



Figura 6.2

Plc Siemens S7-200

Fuente: http://www.solostocks.com/lotes/comprar/automata-programable-plc-siemens-s7-200-cpu222-y-cpu224/oferta_1122327.html

Ventajas que presenta este controlador:

- Montaje, programación y uso particularmente fáciles.
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, potente.
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización.
- Aplicable aislado, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.
- El PLC también para campos donde, por motivos económicos, no se aplicaban hasta ahora autómatas programables.

6.6.1.2 Contactores de 220v

Debemos tener en cuenta algunas cosas, como las siguientes:

- El tipo de corriente, la tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.

- La potencia nominal de la carga.
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.

MARCA LS Industrial Systems	
MODELO	GMC (D)- 22
VOLTAJE	220V
AMPERAJE	32A
# POLOS	3



Figura 6.3

Contactador 220V

Fuente:http://img.alibaba.com/photo/279125168/GMC_AC_Electrical_Contactor.jpg&imgrefurl=http://spanish.alibaba.com/product-gs/gmc-ac-electrical-contactor

6.6.1.3 Encoder de 600ppr (Absoluto)

El encoder rotatorio para el motor, es decir



nos dará la señal para enviara al programa

un número de pulsos por un grado específico en el eje motor, el programa hará una comparación entre estos dos datos y enviara la comparación (=) y el Plc hará el trabajo.

Figura 6.4

Codificador Rotatorio Absoluto (Encoder)

Fuente: <http://es.unsbiz.com/companySite/findGoods.do>

6.6.1.4 Final de carrera

Son dispositivos [eléctricos](#), [neumáticos](#) o [mecánicos](#) situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una [cinta transportadora](#), con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un [circuito](#). La selección de este sensor se realizó de acuerdo a los requerimientos de la máquina.



Figura 6.5

Final de Carrera

Fuente: http://www.euromatel.es/Documentos/ERSCE.htm&usg=__3t4jpL7-FafHvaxO8J3P-FFxdaw=&h=257&w=267&sz=10&hl=es&start=23&um

6.6.1.5 Pulsadores CSC 22mm

Serán los encargados de accionar las entradas para el programa del Plc



Figura 6.6
Pulsadores CSC 22mm

Fuente:http://www.epromsa.com/files/products/01299_PPPN1_PPFN1S4N_PPPN1CL.jpg

6.6.1.6 Pulsador tipo Hongo

Este será en caso de emergencia será el paro total de la maquina



Figura 6.7
Pulsador tipo hongo

Fuente:<http://www.ingelsim.cl/images/3SB3500-1CA21.jpg>

6.6.1.7 Selector CSC 22mm

Sera el encargado de encender los componentes internos como el Plc:



Figura 6.8
Selector

Fuente: <http://www.ingelsim.cl/images/3SB3500-2XXX.jpg>

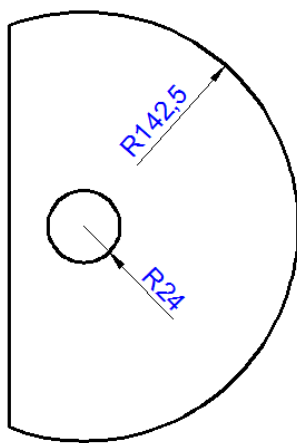
6.6.1.8 Bornera CSC



Figura 6.9
Pulsador tipo hongo

Fuente: http://www.promelsa.com.pe/fotos/Fotos_Catalogo/16706051.jpg

6.6.2 Cálculo de la Potencia del Motor



Datos:

$$R_o = 142.5\text{mm} \rightarrow 0.1425\text{m}$$

$$\phi_{\text{Tubo}} = 1\frac{1}{4}\text{in} \rightarrow 31.75\text{mm}$$

$$e = 2\text{mm}$$

Acero A 36

$$E = 200\text{Ga}$$

$$r_2 = 15.875\text{mm} \rightarrow 0.015875\text{m}$$

$$r_1 = 13.875\text{mm} \rightarrow 0.013875\text{m}$$

6.6.2.1 Cálculo del radio de curvatura

$$\rho = R_o + \frac{d}{2}$$

$$\rho = 142.5mm + \frac{31.75mm}{2}$$

$$\rho = 158.375mm * \frac{1m}{1000mm}$$

$$\rho = 0.15837m$$

6.6.2.2 Cálculo del Momento Flector

$$M = \frac{E * I}{\rho}$$

$$M = \frac{E * \left(\frac{\pi}{2} (r_2^4 - r_1^4)\right)}{\rho}$$

$$M = \frac{200 \times 10^9 N * \left(\frac{\pi}{2} ((0.015875m)^4 - (0.013875m)^4)\right)}{0.15837m * m^2}$$

$$M = \frac{200 \times 10^9 N * \left(\frac{\pi}{2} (2.644960938 \times 10^{-9} m^4)\right)}{0.15837m * m^2}$$

$$M = 5246.82N * m$$

6.6.2.3 Cálculo de la fuerza necesaria para doblar el tubo de 1 1/4 in

$$M = F * d$$

$$F = \frac{M}{d}$$

$$F = \frac{5246.82N * m}{0.1425m}$$

$$F = 38373.37N$$

6.6.2.4 Cálculo del Torque

$$T = F * R_o$$

$$T = 36819.79N * 0.1425m$$

$$T = 5246.82N * m \rightarrow 3869.86lbf * ft$$

6.6.2.5 Cálculo de la potencia del motor

Considerando que los dobleces de los tubos se van a realizar a una velocidad lenta tomaremos un valor de velocidad angular $w = 0.111 \text{ rad/seg}$. Entonces:

$$P = T * w$$

$$P = 3869.86lbf * ft * 0.111 \text{ rad/seg} * \frac{1hp}{550 \text{ ft} * lbf / \text{seg}}$$

$$P = 0.78hp$$

$$P \approx 1hp$$

6.7. METODOLOGÍA

6.7.1. Pasos para realizar el montaje de los elementos electromecánicos y eléctricos en el circuito de control.

1. Realizar un esquema básico con todos los componentes de control (*Entradas y salidas*) para tener en mente que es lo que se necesita.
2. Una vez colocado el motor en su respectiva base, lo sujetamos con pernos y colocamos la cadena en las dos catalinas, tanto la del motor como la del reductor de velocidad, como se muestra en la Figura 6.10.



Figura 6.10
Sujeción del motor
Fuente:Autor

3. Una vez listo el paso 2, en el gabinete de control perforar 7 agujeros y colocar los pulsadores de marcha, para y de selección, luego fijar el gabinete en la maquina mediante pernos, como se muestra en la Figura 6.11.



Figura 6.11
Colocación del gabinete eléctrico
Fuente:Autor

4. Según el bosquejo del inicio colocar los componentes eléctricos como los contactores, guarda motor y proceder a cablearlos, como se muestra en la Figura 6.12.



Figura 6.12
Colocación de componentes eléctricos
Fuente:Autor

5. Colocar el Plc para proceder a las conexiones con este(*Anexo C*), como se muestra en la Figura 6.13.



Figura 6.13
Conexión de los componentes eléctricos
Fuente:Autor

6. Colocar una base perpendicular al eje del reductor para fijar el encoder, como se muestra en la Figura 6.14.



Figura 6.14
Sujeción del encoder
Fuente:Autor

7. Perforar 2 agujeros de $\frac{1}{4}$ en las 2 caras de la estructura para colocar los finales de carrera, como se muestra en la Figura 6.15.



Figura 6.15
Sujeción de los finales de carrera

Fuente:Autor

8. Para la verificación del voltaje en la maquina colocar un voltímetro, como se muestra en la Figura 6.16.



Figura 6.16
Colocación del voltímetro
Fuente:Autor

9. Cargar al Plc el programa(*Anexo E*), como se muestra en la Figura 6.16.



Figura 6.17
Envío de programa al Plc
Fuente:Autor

10. Pintar la máquina, como se muestra en la Figura 6.18.



Figura 6.18
Pintado de la máquina
Fuente:Autor

6.8. ADMINISTRACIÓN

6.8.1. ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos no se pueden pronosticar con absoluta certeza. Los cuales se desglosaran en dos partes.

6.8.1.2. COSTOS DIRECTOS. (C.D)

COSTOS DE MATERIALES. (C.M)

En la siguiente tabla se muestran los costos unitarios de cada material y equipo utilizado para realizar la construcción de la máquina (*Mecánicos*) y del sistema de control automatizado del ángulo de dobles de tubos(*Eléctricos*), como se muestran en las Tablas 6.1 y 6.2 respectivamente.

Tabla 6.1 Costos de materiales Mecánicos.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO(USD)	P. TOTAL(USD)
Tubo 1 ¼ de 2mm		5	7.60	38
Placa de ¼ (10*5)	Cm	1	2	2
Plancha de ¼ (70*20)cm	Cm	1	5	5
SUBTOTAL				45
Imprevistos (10%)				4.50
TOTAL				49.50

Tabla 6.2 Costos de materiales Eléctricos.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO(USD)	P. TOTAL(USD)
Moto Reductor de 1 HP		1	123,21	123,21
Plc Siemens S7-200		1	700	700
Encoder 24V		1	165	165
Contactador 220V		2	25	50
Base P/Rele 2 CONM		2	1.24	2.48
Selector CSC 3POS 22mm		1	2.21	2.21
Riel DIN 35mm	Metro	1	3	3
Pulsador verde CSC 2mm		4	1.75	7.02
Pulsador tipo hongo		1	2.55	2.55
Gabinete Met CSP-33-16		1	29.61	29.61
Bornera CSC Blanca		12	0.10	1.20
Cable TFF # 18 Awg	Metro	10	0.1482	1.48
Cable flexible sucre 3x18awg	Metro	3	0.93	2.79
Cable flexible sucre 2x18awg	Metro	5	0.43	2.15
SUBTOTAL				1041.21
Imprevistos (10%)				104.121
TOTAL				1145.33

Costos Directos=49.50+1145.33

Costos Directos=**1194.83**

6.8.1.2. COSTOS INDIRECTOS

COSTO POR UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS (C.M.H)

Para el costo de maquinaria y herramientas se va a tomar en cuenta un valor estimado de todo las maquinas que se va a utilizar, como se muestra en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3 Costos de maquinaria empleada

MAQUINARIA	COSTO/HORA	HORAS EMPLEADAS	SUB-TOTAL (USD)
Suelda Mic.	1.50	1	1.50
Torno	1.98	2	3.96
Taladro de pedestal	0.50	1	0.50
Pulidora	0.50	0.5	0.25
SUBTOTAL			6.21
Imprevistos (10%)			0.62
TOTAL			6.83

COSTO DE MANO DE OBRA (C.M.O)

MANO DE OBRA DIRECTA

Tabla 6.4 Costos de mano de obra (Anexo H)

CANTIDAD	PUESTO	COSTO/ HORA	HORAS EMPLEADAS	SUELDO (USD)
1	Ayudante en general	2.13	25	53.25
1	Técnico Electricista	2.13	100	213
1	Soldador	2.13	2	4.26
1	Pintor	2.13	2	4.26
SUBTOTAL				274.77
Imprevistos (10%)				27.47
TOTAL				302.24

Costos Indirectos= 6.83+302.24

Costos Indirectos= **309.07**

COSTO TOTAL DE LA AUTOMATIZACIÓN

El monto total gastado en implementación del sistema de control del ángulo de dobles se mide mediante la suma de los costos directos e indirectos; así tenemos.

Costo total = Costos directos + Costos indirectos

Costo total = 1194.83 + 309.07

Costo total = 1503.90

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

6.9.1 Manual de Operación y Mantenimiento.

El taller de accesorios para vehículos AUTO-KRAG con el afán de cuidar y mantener activa la máquina y evitar fallar o desperfectos de la misma, deberá realizar un plan de mantenimiento preventivo.

También se deberá revisar el aceite del reductor de velocidad con el fin de mantener lubricado el par motor y evitar la fricción en seco de las partes en cuestión.

En lo referente a los ejes tanto motriz como el eje roscado, se deberán ser engrasados por lo menos una vez a la semana con el fin de disminuir al máximo la corrosión de las superficies metálicas.

Semestralmente se deberá chequear las condiciones de la cadena, que no esté muy floja y de serlo así tomar, las debidas precauciones para reubicarla en su posición original.

En lo referente a las conexiones eléctricas, se debe verificar que estas estén en buen estado para evitar cortocircuitos o contratiempos de alguna magnitud, de igual forma verificar la correcta ubicación de los componentes (Finales de carrera, encoder, etc).

6.9.2 Mejoras futuras

En lo referente a las mejoras que se puede realizar a la dobladora de tubo en un futuro inmediato en el sentido de poder garantizar la superación de la empresa serian la siguiente:

En el caso de que se quieran utilizar más ángulos se deberá aumentar los pulsadores necesarios y al mismo tiempo añadir el código de programación al Plc con ese ángulo, de si aún más el taller estará decidido a trabajar con todos los ángulos de 0 a 180° se deberá aumentar un display con teclas y pantalla para ingresar el ángulo deseado y lo haga de forma automática.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- Castro Zambrano, José Rafael,.....y Díaz Mattern,..... Jessica Johanna,....
“Desarrollo de una aplicación con el encoder de 2 bits cts 288t232r161a2 y el pic16f876 atom: control de temperatura Domestico” Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional.UNEFA. Núcleo Maracay
- A. Leyensetter“Tecnología de los oficios metalúrgicos” Editorial Reverté, S.A. Barcelo – Bogota – Buenos Aires – Caracas –Mexico. Version española de la 38 edision Alemana.
- Manual de Mecánica de Taller “Soldadura Uniones y Calderas” Editorial CULTURAL, S.A. Poligono Industrial Arroyomolinos. Calle C; núm. 15, Móstoles. MADRID ESPAÑA
- Manual de Mecánica de Taller “Máquinas y Control Numérico” Editorial CULTURAL, S.A. Poligono Industrial Arroyomolinos. Calle C; núm. 15, Móstoles. MADRID ESPAÑA
- TIMOSHENKO“Resistencia de Materiales” Tomo II.

Páginas Web:

- Internet (2009) disponible en:
<http://www.dismamex.com.mx/doblado tubo.html>
- Internet (2009) disponible en:
<http://www.curva-tubos.com/index1.htm>
- Internet (2009) disponible en:
<http://www.curvac.com/>

- Internet (2009) disponible en:
<http://www.dismamex.com.mx/index.html>

- Internet (2009) disponible en:
<http://patentados.com/invento/maquina-para-doblar-tubos.html>

- Internet (2009) disponible en:
<http://descom.jmc.ut fsm.cl/sgeywitz/PIPING/Control%20de%20Procesos.htm>

- Internet (2009) disponible en:
<http://html.rincondelvago.com/automatizacion.html>

- Internet (2009) disponible en:
<http://www.mecatronica-portal.com/2009/04/129-definicion-de-automatizacion/>

- Internet (2009) disponible en:
www.peocitíes.com/automatización industrial

- Internet (2009) disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Reductores_de_velocidad

- Internet (2009) disponible en:
http://usuarios.multimania.es/automatica/temas/tema2/pags/la_lc/lalc.htm

- Internet (2009) disponible en:
http://usuarios.multimania.es/automatica/temas/tema2/pags/la_lc/lc.htm

- Internet (2009) disponible en:
http://usuarios.multimania.es/automatica/temas/tema2/pags/la_lc/la.HTM

- Internet (2009) disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_1%C3%B3gico_programable