



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE EMBOBINADO DE CABLE EN UNA EMPRESA DE EXPLOSIVOS”

Tesis de suficiencia profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Eddinson Hebert Garcia Ramos

Asesor:

Ing. Rembrandt Ubalde Enriquez

Lima – Perú
2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes.....	13
1.2. Justificación.....	14
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Automatización.....	17
2.1.1. <i>Beneficios de la automatización</i>	17
2.1.2. <i>Partes de un sistema automatizado</i>	17
2.1.3. <i>Control lógico programable (PLC)</i>	18
2.1.4. <i>Electroválvulas</i>	22
2.1.5. <i>Servomotor</i>	23
2.1.6. <i>Reductores</i>	24
2.1.7. <i>Sensores</i>	25
2.1.8. <i>Encoder</i>	27
2.1.9. <i>Actuadores</i>	28
2.1.10. <i>Sistemas de movimiento lineal</i>	30
2.1.11. <i>Estudio de métodos o ingeniería de métodos</i>	31
2.1.12. <i>Indicadores de producción</i>	35
2.2. Normas técnicas para el proceso de automatización.....	36
2.2.1. <i>(International Organization for Standardization) ISO</i>	37
2.2.2. <i>IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)</i>	39
2.2.3. <i>Diagrama de procesos e instrumentación (ISA)</i>	40



2.3.	Estándares de seguridad en automatización.....	44
2.3.1.	<i>Normas internacionales</i>	44
2.3.2.	<i>Seguridad en equipos de automatización con riesgos de explosión</i>	45
2.3.3.	<i>Seguridad en el sistema mecánico bajo el estándar ASTM</i>	46
2.4.	Proceso de embobinado.....	47
2.5.	La gestión de la seguridad en empresas productoras de explosivos.....	48
2.6.	Glosario de términos básicos.....	50
CAPÍTULO 3.	DESARROLLO	51
3.1.	La empresa	51
3.2.	La organización.....	51
3.3.	Planta donde se llevó la mejora de proceso	52
3.4.	Proceso actual de la planta de embobinado de cable.....	52
3.5.	Layout de la planta de embobinado de cable	52
3.6.	Procesos de producción de cable	53
3.6.1.	<i>Proceso 1 - Corte de rollo de cable</i>	53
3.6.2.	<i>Proceso 2 -Embobinado y encintado de cable</i>	54
3.6.3.	<i>Proceso 3 -Conteo, amarrado y control de peso del cable embobinado</i>	54
3.7.	Diagrama de operaciones del proceso (DOP)	55
3.8.	Diagrama analítico del proceso (DAP)	56
3.9.	Tiempos por procesos del embobinado de cable	57
3.10.	Porcentaje de utilización.....	58
3.10.1.	<i>Producción en el proceso de embobinado de cable</i>	59
3.11.	Actividades realizadas.....	60
3.11.1.	<i>Propuesta de implementación</i>	60
3.11.2.	<i>Diseño del sistema de automatización de embobinado de cable</i>	61
3.11.3.	<i>Evaluación de comprar o alquilar una máquina de embobinado de cable</i>	61
3.11.4.	<i>Estructura de la máquina del sistema de automatización</i>	62
3.11.5.	<i>Sistema de ingreso y guía del cable</i>	64
3.11.6.	<i>Sistema de desplazamiento y corte de cable</i>	64
3.11.7.	<i>Sistema giratorio para el embobinado de cable</i>	66
3.11.8.	<i>Sistema de encintado del cable embobinado</i>	67
3.11.9.	<i>Sistemas de control</i>	70
3.11.10.	<i>Costos de estructura de maquina embobinadora automatica</i>	77
3.11.11.	<i>Costos de sistema de control de movimiento de la maquina</i>	78
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS	80
4.1.	Diagrama de operación de procesos (DOP).....	80
4.2.	Diagrama analítico del proceso (DAP)	81
4.3.	Reducción de tiempos en el proceso de embobinado de cable.....	82
4.4.	Incremento de la producción de cable.....	83
4.5.	Reducción de costos en el proceso de embobinado de cable.....	84
4.6.	Reducción de mano de obra en la producción de embobinado de cable.....	85
4.7.	Mejora de control de calidad en el proceso de embobinado de cable.....	86
4.8.	Fabricación de la máquina de embobinado de cable a medida de las necesidades de calidad de la empresa.	86
CAPÍTULO 5.	DISCUSIÓN	88

CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS	93
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N ^o . 1. Definición de letras empleadas en la identificación funcional de un instrumento.....	43
Tabla N ^o . 2. Tabla comparativa de tiempos.....	82
Tabla N ^o . 3. Tabla comparativa de producción.....	83
Tabla N ^o . 4. Tabla comparativa de costos de producción.....	84
Tabla N ^o . 5. Tabla de resultados del proceso de embobinado de cables.....	88
Tabla N ^o . 6. Tabla de proyección de ahorro y producción de cables del 2016 al 2028.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°. 1-1. Proceso de funcionamiento del sistema de embobinado de cables.....	15
Figura N°. 2-1. PLC (Control Lógico Programable).....	18
Figura N°. 2-2. Estructura básica de un PLC.....	20
Figura N°. 2-3. PLC Modular FESTO.....	21
Figura N°. 2-4. Ejemplo de programación con bloque funcional.....	22
Figura N°. 2-5. Terminal de electroválvula neumática VMPAL - FESTO.....	23
Figura N°. 2-6. Especificación técnica de servomotor EMMS-AS 70 - FESTO.....	24
Figura N°. 2-7. Especificación técnica de reductor EMGA - FESTO.....	25
Figura N°. 2-8. Datos generales de sensor de proximidad inductivo-SIES- FESTO.....	27
Figura N°. 2-9. Datos generales de encoder incremental de AUTONICS.....	28
Figura N°. 2-10. Clasificación de los actuadores según el tipo de energía empleada.....	29
Figura N°. 2-11. Especificación Técnica de pinzas neumáticas FESTO.....	30
Figura N°. 2-12. Características de eje lineal por correa dentada EGC-TB- FESTO.....	31
Figura N°. 2-13. Cuadro procedimiento básico de estudio de métodos.....	32
Figura N°. 2-14. Representación del marcado ATEX.....	45
Figura N°. 2-15. Tabla de propiedades químicas y mecánicas que cumple el materia.....	46
Figura N°. 2-16. Máquina automatizada de bobinado y corte.....	48
Figura N°. 3-1. Área de ingeniería y proyectos.....	51
Figura N°. 3-2. Layout de la planta de embobinado de cable iniciador de explosivo.....	52
Figura N°. 3-3. Proceso del embobinado de cable iniciador de explosivo.....	53
Figura N°. 3-4. Proceso de corte de rollo de cable.....	53
Figura N°. 3-5. Proceso embobinado y encintado de cable.....	54
Figura N°. 3-6. Proceso de conteo y control de peso.....	54
Figura N°. 3-7 DOP de embobinado de cable manual.....	55
Figura N°. 3-8 DAP de embobinado de cable manual.....	56
Figura N°. 3-9. Pirámide de automatización de la máquina de embobinado de cable.....	60
Figura N°. 3-10. Estructura de máquina I – parte de bobinado.....	62
Figura N°. 3-11. Estructura de máquina II – parte de encintado.....	63
Figura N°. 3-12. Sistema de ingreso y guía de cable.....	64
Figura N°. 3-13. Sistema de desplazamiento.....	65
Figura N°. 3-14. Sistema sujeción y corte de cable.....	65
Figura N°. 3-15. Sistema giratorio- vista lateral.....	66
Figura N°. 3-16. Sistema giratorio - vista frontal.....	67
Figura N°. 3-17. Sistema de alimentación de cinta adhesiva.....	68
Figura N°. 3-18. Sistema de Jalado de cinta.....	68
Figura N°. 3-19. Sistema de encintado de cable.....	69
Figura N°. 3-20. Sistema de control principal.....	70
Figura N°. 3-21. Ubicación de la pantalla HMI en la máquina.....	71
Figura N°. 3-22. Funciones de la pantalla HMI.....	71
Figura N°. 3-23. Función 1 menú manual – Pantalla HMI.....	72
Figura N°. 3-24. Función 2 menú secuencia – Pantalla HMI.....	72
Figura N°. 3-25. Metrajés – Pantalla HMI.....	73
Figura N°. 3-26. Función 3 sensores – Pantalla HMI.....	73
Figura N°. 3-27. Función 4 historial producción – Pantalla HMI.....	74
Figura N°. 3-28. Set point de ciclos – Pantalla HMI.....	74
Figura N°. 3-29. Controlador de motor.....	75
Figura N°. 3-30. Servomotores.....	75
Figura N°. 3-31. PLC modular.....	76
Figura N°. 3-32. Especificación de la unidad de alimentación.....	76
Figura N°. 3-33. Costos de fabricación.....	77
Figura N°. 3-34. Referencia de las zonas de control en la máquina de embobinado de cables.....	78
Figura N°. 3-35. Costo total del sistema de embobinado expresado en dólares americanos.....	78
Figura N°. 4-1. DOP comparativo de embobinado de cable.....	80
Figura N°. 4-2. DAP de embobinado de cable automatizado.....	81
Figura N°. 4-3. Cuadro de comparativo de producción.....	85

RESUMEN

En las últimas décadas los avances tecnológicos no han parado de evolucionar y, de hecho, se ha convertido en una fuerza impulsora en todo sector químico, petrolero, gasífero, y biotecnológico. el aumento de la productividad y aprovechamiento de los recursos, bajo esta premisa se puede afirmar que casi el 100% de la producción industrial mundial es controlada por sistemas de controles automáticos o semiautomáticos.

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

Este trabajo se centra en la empresa de explosivos S.A, que se dedica a fabricar accesorios de voladura para construcción civil o minera, el producto llamado detonador no eléctrico de retardo, tiene un proceso que consiste en unir 4 piezas,(el explosivo, el cable embobinado, la etiqueta y el conector plástico).

Dentro de este proceso se tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema de automatización para mejorar el proceso de embobinado de cable iniciador para detonación de explosivos, proceso en donde la mano del hombre intervenía el 80%, generando cuellos de botella, tiempos muertos. Este se realizó mediante un tablero de control con un PLC de control modular, que es un equipo electrónico programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en el ambiente de tipo industrial los procesos secuenciales. También las zonas de control de desplazamiento y corte, plato giratorio, sujeción de cinta por vacío, sujeción de rueda trasera para el ingreso del cable. son dispositivos de control de automatización como servomotor, controlador del motor, eje lineal, sensores de proximidad, pinzas paralelas, pinzas radiales, electroválvulas neumáticas, generador de vacío, etc.). Estos receptionan o emiten una señal la cual será procesada dando como resultados soluciones a la necesidad, del sistema de embobinado de cable para detonación de explosivo.

Mediante este sistema permite al hombre intervenir un 20% y a los sistemas de automatización un 80% del proceso, haciéndolo más eficiente, ya que se logró reducir la producción a 160 horas de trabajo, de 240 horas con una producción de 60,000 piezas., la producción aumento en un 50% y se redujo los costos en el proceso de embobinado de cable para detonación de explosivo.

ABSTRACT

In the last decades technological advances have not stopped evolving and, in fact, it has become a driving force in all chemical, oil, gas, and biotechnology sectors. The increase of productivity and use of resources, under this premise can be said that almost 100% of the world industrial production is controlled by systems of automatic or semi-automatic controls.

According to studies by TECSUP, almost 75% of the industries in Peru using technology of the seventies and eighties, which indicates that Peru is not inserted into the competitive world and in response to this problem, systems automation have become a key element to improve business competitiveness and optimize production processes, bringing great benefits to companies that choose to adopt these systems.

This work focuses on the company of explosives SA, which is dedicated to manufacture blasting accessories for civil construction or mining, the product called non-electric retarder detonator, has a process consisting of joining 4 pieces, (explosive, cable Winding, label and plastic connector).

Within this process, the objective was to design and implement an automation system to improve the process of winding initiator wire for detonation of explosives, a process in which the man's hand intervened 80%, generating bottlenecks, dead times. This was done using a control panel with a modular control PLC, which is an electronic computer programmable in non-computer language, designed to control in real time and in the industrial environment the sequential processes. Also the zones of control of displacement and cut, rotating plate, tape fastening by vacuum, rear wheel holder for the entrance of the cable. Are automation control devices such as servomotor, motor controller, linear axis, proximity sensors, parallel clamps, radial clamps, pneumatic solenoid valves, vacuum generator, etc.). These receive or emit a signal which will be processed giving as a result solutions to the need, of the wire winding system for explosive detonation.

Through this system allows man to intervene 20% and automation systems 80% of the process, making it more efficient, since it was possible to reduce production to 160 hours of work, 240 hours with a production of 60,000 pieces. Production increased by 50% and reduced costs in the cable winding process for explosive detonation.

Nota de acceso:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Moreno Ramón, Piedrofino, (2004) Ingeniería de la automatización industrial. Segunda edición ampliada y actualizada.
- Porras, Alejandro y montañero, (1991) Autómatas programables. McGraw-Hill.
- Lorenzo Lledó, Gonzalo, (2006) Automatización de una planta industrial.
- Jiménez Macías, Emilio, (2002) Técnicas de automatización avanzadas en procesos industriales.
- Millán Teja, salvador. Automatización neumática y electro neumática. Primera edición.
- W. Bolton. Mecatrónica sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica. Segunda edición.
- Reyes Cortes, Fernando. 2013. Mecatrónica. Control y Automatización. Primera edición.
- ISA -5.1. 1984. (R 1992), símbolos e identificación de la instrumentación.
- Benjamín W. Niebel, Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño de trabajo. Duodécima edición.
- F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Sholz, A. Huttner, R. Pittschellis. (2008) Libro técnico básico de la técnica de automatización

LINKOGRAFIA

- https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/376025/ProductOverview_2016_EN_low.pdf
- <https://books.google.com.pe/books?id=EOzIKA-FfUcC&pg=PA55&lpg=PA55&dq#v=onepage&q&f=false>
- <https://books.google.com.pe/books?id=VCaoCwAAQBAJ&pg=PA163&dq>
- <http://www.centroindumaq.com/reductores.html>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>
- <http://facultad.bayamon.inter.edu/arincon/encoderincrementales.pdf>
- <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Apuntes%20Tema%206%20nuevo%20formato.pdf>
- <http://es.slideshare.net/josebecenu/clase-5-elementos-neumticos-de-trabajo>
- <http://www.thomsonlinear.com/website/esm/esm/products/lms.php>
- http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/13059/1/Tesis_1039id.pdf
- http://tesis.usat.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/261/1/TL_Sanchez_Perez_Joselito.pdf
- www.festo.com/net/SupportPortal/Files/17284/Motioncontrol_es.pdf
- <http://www.interempresas.net/Seguridad/Articulos/41836-La-salud-en-el-trabajo.html>
- <http://kormee-abs.com/profile/proceso-produccion-arnes-cables/165076/0>
- <http://exsa.net/wp-content/publicacion/manual-de-voladura.pdf>

- https://www.festo.com/cat/es-pe_pe/products
- <https://higieneyseguridadlaboralcvs2.files.wordpress.com/2014/04/sistemas-de-seguridad-para-maquinaria-industrial.pdf>
- <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnicas-de-registro-de-la-informaci%C3%B3n/>