

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERIA ELÉCTRICO MÉCANICA**

TEMA:

Automatización de una máquina Cableadora tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio de la empresa Ecuacable S.A. en la ciudad de Guayaquil – Ecuador.

AUTOR

Guerrero García Kleber Francisco

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de

Ingeniería Eléctrico Mecánica con Mención Gestión

Empresarial Industrial

TUTOR:

Gallardo Posligua Jacinto Esteban M.A.E

Guayaquil, Ecuador

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por el Sr. **KLEBER FRNACISCO GUERRERO GARCIA** como requerimiento para la obtención del Título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR

f. _____

Gallardo Posligua, Jacinto Esteban, M.A.E.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Heras Sánchez, Miguel Armando, M.Sc.

Guayaquil, 18 de septiembre del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Guerrero García Kleber Francisco.

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación: “**Automatización de una máquina Cableadora tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio de la empresa Ecuacable S.A. en la ciudad de Guayaquil – Ecuador**”, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 18 de septiembre del 2019

EL AUTOR

GUERRERO GARCIA, KLEBER FRANCISCO



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Guerrero García, Kleber Francisco.**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Automatización de una máquina Cableadora tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio de la empresa Ecuacable S.A. en la ciudad de Guayaquil – Ecuador.”**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánica**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 18 de septiembre del 2019

EL AUTOR

GUERRERO GARCIA, KLEBER FRANCISCO

AGRADECIMIENTO

Primero doy gracias a Dios por permitir seguir adelante con salud, vida, ánimos y cumplir con una más de las metas propuestas en mi vida para llegar al éxito, a mi madre que con sus consejos supo guiarme por el buen camino para ser el profesional que soy ahora, a mi esposa e hijas que con su comprensión me apoyaron para terminar esta etapa de mi carrera.

A los maestros de la prestigiosa Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por los conocimientos que imparten en sus aulas que son de mucho ayuda en la vida laboral.

A mis amigos y compañeros que me ayudaban dándome ánimos para seguir y no rendirme, que me ayudaron con las dificultades que se presentaban en el transcurso de nuestro paso por las aulas de clases, que con su alegría ayudaban a que las clases sean más agradables para todos con quienes compartíamos experiencias personales como profesionales le doy las gracias a todos por ayudarme a alcanzar mis metas propuestas.

DEDICATORIA

Dedico la culminación de esta etapa de mi vida a mi madre Juana García por aconsejarme que los estudios hacen de este mundo algo mejor, a mi esposa Pamela, a mis hijas Briana y Amelia quienes son base fundamental en mi vida a mis hermanas Jazmín y María José que en su momento también me ayudaron en el camino para alcanzar mis objetivos y cumplir mis metas y llegar al éxito profesional. También quiero agradecer el apoyo a mi amiga Angie Castro, que siempre me aconsejaba sobre lo importante que es superarse y que a pesar de ya no estar con nosotros luchó hasta el final.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. MIGUEL ARMANDO, HERAS SÁNCHEZ, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. LUIS ORLANDO, PHILCO ASQUI, M.Sc.
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR CELSO BAYARDO, M.Sc.
OPONENTE

INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVI
CAPITULO I	2
Generalidades.....	2
1 Introducción	2
1.1 Justificación.....	3
1.2 Definición del problema	3
DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	6
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo general	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Metodología.....	8
1.4.1 Método descriptivo.....	8
1.4.2 Método explicativo.....	9
CAPITULO II.....	10
Marco teórico.....	10
2.0 Método de investigación.....	10
2.0.1 Método descriptivo.....	10
2.0.2 Métodos explicativos.....	10
2.1 Definición de un conductor	11
2.2 Fabricación de conductores de 7 hilos.....	12
2.3 Cableado o Trenzado del conductor	13
2.4 Logo PLC	20
2.5 Variador de velocidad.....	21
2.6 Pantalla Simatic HMI	24
2.7 Dispositivos de protección.....	25
2.7.1 Tipos de fusibles.....	25
2.8 Potenciómetro o resistencia variable.....	26
2.9 Guardamotor	28
2.10 Breaker de potencia	29
2.11 Breaker de protección.....	30

2.12 Relé.....	32
2.12.1 Tipos de Relé.....	33
2.13 El Contactor Siemens	34
2.13.1 Categoría de empleo de contactores (selección)	35
2.14 Motores trifásicos	36
2.14.1 Asíncronas o de inducción	36
2.14.2 Síncronas	36
2.15 Pulsador	37
2.16 Luces piloto	38
2.17. Sensores	39
2.17.1 Finales de carrera	39
2.17.2 Detectores de proximidad magnéticos	40
2.17.3 Detectores de proximidad inductivos.....	40
2.17.4 Detectores de proximidad capacitivos.....	40
2.17.5 Detectores ópticos	40
2.17.6 Sonda PT100	40
2.18 Neumática.....	41
2.18.1 Aplicaciones de la neumática.....	41
2.18.2 Accionamientos	44
2.19 Partes para una instalación neumática	46
2.19.1 El compresor	46
2.19.2 Unidad de mantenimiento	47
2.19.3 Simulador CADe_SIMU	48
2.19.4 FESTO FluidSIM	49
2.20 Logo! Software	50
3.1 Levantar información y diagnóstico de la situación actual de la máquina Cableadora.....	52
3.2 Diagnóstico de la situación actual de las máquinas Cableadoras	58
CAPITULO IV.....	60
4 Proponer: Automatización de una Cableadora tipo tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio.....	60
4.1 Diseño de circuito de fuerza	60
4.1.2 Diseño de circuito de control	61
4.1.3 Creación del programa de LOGO	61
4.1.4 Plan de trabajo	70

CAPITULO V.....	72
5.1 Análisis económico del proyecto para mejorar la productividad en el área de cableado.	72
5.2 Utilidad por ventas y ahorro en mano de obra.....	73
5.3 Recuperación de la inversión.....	73
5.4 Lista de materiales	74
PROGRAMA DE LOGO PLC SIEMENS	79
PLANOS ELECTRICOS DE CONEXIÓN	81
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1: Análisis causa raíz.	5
Figura 2.2: Partes de un conductor.	10
Figura 2.3: Proceso de Trefilado.....	11
Figura 2.4: Proceso de trenzado.....	12
Figura 2.5: Proceso de extrusión.....	12
Figura 2.6: Plano de Cableadora tubular.....	14
Figura 2.7: Pay off.	14
Figura 2.8: Tubo con guías.	15
Figura 2.9: Cunas.	16
Figura 2.10: Placa distribuidora.....	16
Figura 2.11: Porta molde o dado compactador.	17
Figura 2.12: Capstan.	18
Figura 2.13: Devanador o distribuidor.....	18
Figura 2.14: Take up.	19
Figura 2.15: LOGO PLC.....	20
Figura 2.16: Variadores de velocidad Altivar 312.....	21
Figura 2.17: Aplicación envase.....	21
Figura 2.18: Aplicación manipulación.....	22
Figura 2.19: Pantallas Simatic HMI.....	23
Figura 2.20: Fusible de acción rápida.	25
Figura 2.21: Fusible de acción lenta	25
Figura 2.22: Potenciómetros, resistencias variables	27
Figura 2.23: Guardamotor.....	28
Figura 2.24: Interruptor de potencia.	29
Figura 2.25: Interruptor de protección de disparo térmico con transformador de intensidad.....	30
Figura 2.26: Estructura de interruptor magnetotérmicos.	31
Figura 2.27: Relé con base.....	33
Figura 2.28: Contactores.....	34
Figura 2.29: Motores trifásicos.	35
Figura 2.30: Motores síncronos, asíncronos	36
Figura 2.31: Formula de rendimiento.	36
Figura 2.32: Pulsadores NC-NO	37
Figura 2.33: Luces piloto	38

Figura 2.34: Cilindros neumáticos.....	42
Figura 2.35: Válvulas neumáticos.....	44
Figura 2.36: Compresor	45
Figura 2.37: Compresor de aire comprimido.....	46
Figura 2.38: Unidad de mantenimiento	47
Figura 2.39: CADe_SIMU.....	48
Figura 2.40: Circuito neumático FluidSIM.....	48
Figura 2.41: Circuito electroneumaticos FluidSIM	49
Figura 2.42: .LOGO Soft Comfort.....	50
Figura 3.43: Sujetadores de bobina.....	52
Figura 3.44: Bobina ajustada en tambor de Cableadora.	52
Figura 3.45: Tambor de Cableadora.	53
Figura 3.46: Transmisión mecánica.....	54
Figura 3.47: Plano circuito de fuerza.....	54
Figura 3.48: Plano circuito de fuerza.....	55
Figura 3.49: Plano circuito de fuerza.....	56
Figura 3.50: Placa de características motor principal	58
Figura 3.51: Placa de características motor principal	58
Figura 4.52: Plano circuito de fuerza.....	59
Figura 4.53: Tablero eléctrico de control.....	61
Figura 4.54: Logo con módulo de expansión.....	62
Figura 4.55: Fuente de voltaje 24VDC.	62
Figura 4.56: Pantalla HMI KTP 400 Siemens.	63
Figura 4.57: Micro relés enchufables.....	63
Figura 4.58: Arranque directo.....	64
Figura 4.59: Motor principal con caja de cambio de velocidades para paso de torsión.	65
Figura 4.60: Motor de take up o bobinador.	65
Figura 4.61: Cambio de sentido de giro derecha o izquierda.	66
Figura 4.62: Configuración de velocidad en porcentaje de 0 a 100%.	66
Figura 4.63: Pantalla de regulación de torque take up.....	67
Figura 4.64: Teclado alfanumérico.....	67
Figura 4.65: Encoder Autonics 120 ppr.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1: Datos técnicos Cableadora tubular	13
Tabla 2.2: Accionamiento de válvulas	43
Tabla 4.3: medidas de tablero de control.	60
Tabla 5. 4: Costo del proyecto	71
Tabla 5.5: utilidad por excedente de venta	72
Tabla 5.6: Ahorro de mano de obra	72
Tabla 5.7: Recuperación de la inversión.....	73
Tabla 5.8: Lista de materiales	77
Tabla 5.9: Cuadro comparativo de producción.....	85

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como propósito, la Automatización de una maquina Cableadora tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio de la empresa Ecuacable S.A; con el fin de mejorar los procesos en el área de cableado se necesitara reemplazar las Cableadoras convencionales de baja RPM por una Cableadora tipo tubular que trabaja a altas RPM, para esto se instalará un tablero automatizado con el fin de habilitar eléctricamente y poner en marcha esta máquina tubular, optimizando la producción de fabricación de cable, se llevara a cabo un levantamiento de información de los problemas y un diagnóstico de la situación actual. Se propondrá la automatización de la Cableadora tubular para disminuir paradas por tiempo de carga y fallas eléctricas y mecánicas, aumentando el rendimiento y la eficiencia en el área de cableado, se expondrá los costos de la inversión para la habilitación de la Cableadora tubular. Con la automatización de la Cableadora tipo tubular se lograra un mejor rendimiento y operación de los procesos en el área de cableado, haciendo que la operación o manipulación de la máquina sea más didáctica, permitiendo al operador visualizar los parámetros de operación y fallos de la máquina. Se realizara el circuito de fuerza con sus debidas protecciones para el motor principal, bomba de lubricación, distribuidor de cable, bobinador y bomba hidráulica del elevador de bobinas. El circuito control manejara todo el proceso de los equipos eléctricos de la máquina, desde el tablero principal, con pulsadores para el arranque y una pantalla HMI conectado vía Ethernet con un LOGO Siemens para la configuración de la velocidad de los motores, tensión del cable desde el bobinador, junto con la activación del distribuidor de cable, también se activara desde la pantalla el sentido de giro y se podrá visualizar el metraje del producto a fabricar en la pantalla HMI justo en el recuadro que indica contador de metros. Las paradas constantes de las Cableadoras convencionales, limitan la capacidad de producción de la planta generando un cuello de botella para la producción de cable de 7 hilos, por lo que era necesario mejorar el proceso en el área de cableado haciendo una buena inversión para habilitar una máquina tubular repotenciada en todos sus aspectos que produzca con mayor rapidez aumentando capacidad de producción en un 10%.

PALABRAS CLAVES: capacidad, velocidad, trenzado, Cableadora tubular, producción, automatización, circuito, RPM, HMI.

ABSTRACT

The purpose of this titling work is to automate a tubular cable braiding machine for 7-wire copper and aluminum conductors from Ecuacable S.A; In order to improve the processes in the wiring area, it will be necessary to replace the conventional Low RPM (revolutions per minute) wiring by a tubular type Wiring that works at high RPM, for this an automated panel will be installed in order to enable electrically and start this tubular machine, optimizing the production of 7-wire conductors made of copper or aluminum, for this purpose, a survey of problem information and a diagnosis of the current situation of the conventional Cable Harness will be carried out. The automation of the Tubular Cable Maker will be proposed to reduce downtime and electrical and mechanical failures, increasing performance and efficiency in the wiring area. The investment costs for the qualification of the Tubular Cable Maker will be exposed. With the automation of the Tubular Cable Maker it is intended to achieve a better performance and operation of the processes in the wiring area, making the operation or manipulation of the machine more didactic, allowing the operator to visualize the operating parameters and faults of the machine. The power circuit is carried out with its proper protections for the main motor, gearbox lubrication pump, cable distributor, winding and hydraulic coil elevator pump. The control circuit will handle the entire process of the electrical equipment of the machine, from the main board, with push-buttons for starting and an HMI screen connected via Ethernet with a Siemens LOGO for the configuration of the motor speed, cable tension from The winder, together with the activation of the cable distributor (spacer), will also activate the direction of rotation from the screen and the footage of the product to be manufactured on the HMI screen can be displayed right in the box indicating meter. The constant stops of conventional Cableadoras, limit the production capacity of the plant generating a bottleneck for the production of 7-wire cable, so it was necessary to improve the process in the wiring area making a good investment to enable a Tubular machine repowering in all its aspects that produces more rapidly increasing production capacity by 10%.

KEY WORDS: capacity, speed, braiding, tubular cable harness, production, automation, circuit, RPM, HMI.

CAPÍTULO I

Generalidades

1 Introducción

La empresa ECUACABLE S.A. de la ciudad de Guayaquil se dedica a la fabricación de conductores eléctricos, en el año 2012 debido al incremento de las ventas de estos productos, ha llegado a ocupar un puesto importante en la fabricación de conductores de cobre y aluminio desnudos y aislados con sello de calidad INEN. También cuenta desde el año 2012 con la certificación ISO 9001-2008.

ECUACABLE S.A. tiene como objetivo principal la mejora continua para todos los procesos de producción, por esta razón se ve en la necesidad de reemplazar la Cableadora artesanal, con una máquina Cableadora tipo tubular para aumentar la capacidad de producción en el proceso de trenzado de conductores de 7 hilos de aluminio y cobre, esta Cableadora debido a su diseño de montaje sobre rodillos, es capaz de trabajar a una velocidad máxima de 500 PRM, ayudando a aumentar la capacidad de producción en el área de cableado. («La Empresa | Ecuacable», s. f.)

La diferencia entre la cableadora tubular y la convencional, son las velocidades y la forma de cargar la materia prima, para alimentar a la cableadora convencional se toma alrededor de 2 horas y la producción de 50000 metros de cable salía en 12 horas aproximadamente, con la cableadora tubular se tomara un tiempo aproximado de 1 hora y la producción de 120000 metros de cable saldría en 12 horas, el tiempo de producción de los cables o conductores dependerá del calibre o diámetro del mismo. («CABLEADORA TIPO TUBULAR», s. f.)

1.1 Justificación

Durante mis actividades diarias como jefe de mantenimiento de la empresa ECUACABLES S.A. Tengo como objetivo conservar en condiciones óptimas de funcionamiento, equipos, maquinarias y servicios con el fin de que se preste eficientemente el servicio cuando se requiere. Para lo cual efectuó el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

En esencia el TPM se orienta en crear un sistema sistémico que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo de la empresa, estableciendo un procedimiento para prevenir las pérdidas en todas las operaciones, esto incluye la política de cero accidentes, cero defectos y cero fallos, en todo el ciclo de vida del sistema a mi cargo. Mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

En este contexto, considero necesario habilitar eléctricamente la maquina Cableadora tipo tubular, que la empresa adquirió para mejorar sus procesos en el área de cableado; en la actualidad la maquina cuenta con un motor de 60 HP de voltaje de corriente continua (VDC) y sin tablero de control, así como también le falta accesorios de frenado; la maquina no posee accesorios eléctricos de seguridad ni de señal de control. Con el fin de reducir los tiempos por cargas y principalmente las paradas por fallos mecánicos y eléctricos que es uno de los problemas más comunes de las Cableadoras artesanales existente dentro de la empresa.

1.2 Definición del problema

La máquina a intervenir es la Cableadora de tipo tubular, es muy vetusta, sus estructuras están desgastadas, por su tiempo de uso, no soporta elevados pesos, sus accesorios como los sujetadores de bobinas también presentan desgaste, debido a la fricción a la que son sometidas por el trabajo, el sistema de frenado es activado mecánicamente con una palanca, presionada por el pie del operador para detener la marcha en caso de paradas emergentes.

El sistema de carga es antiguo y toma alrededor de 2 horas la carga, lo complicado es asegurar las bobinas al tambor de la máquina y de que los sujetadores sean manuales, lo cual conlleva más tiempo y trabajo, además no cuenta con un sensor de rotura de hilo, lo cual hace que el operador deba tener más cuidado al momento de producir. Todos los componentes de la máquina son de transmisión mecánica como piñones, sujetadores, cadenas, ejes sin fin, etc.; y el desgaste de los mismos genera paradas emergentes.

El común denominador de este tipo de Cableadora tipo tubular, son las fallas eléctricas. Generados por sobrecarga y por el desorden en el proceso de operación, con lo cual se pierde mucho tiempo para encontrar un daño, ya que tampoco existen planos eléctricos del tablero de control. Lo cual afecta la producción.

Considerando lo expresado y haciendo uso del diagrama de Ishikawa, comúnmente conocido como diagrama de espina de pescado o causa efecto, es una forma de representar varias suposiciones propuestas de las causas de un problema. Nos ayuda mediante la representación de un gráfico del conjunto de causas que dan lugar a una consecuencia, o bien el conjunto de factores y sub-factores (en las "espinas") que contribuyen a generar un efecto común (en la "cabeza" del diagrama), tal como se puede apreciar en la siguiente ilustración. (Garza, 2008, p. 145)

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

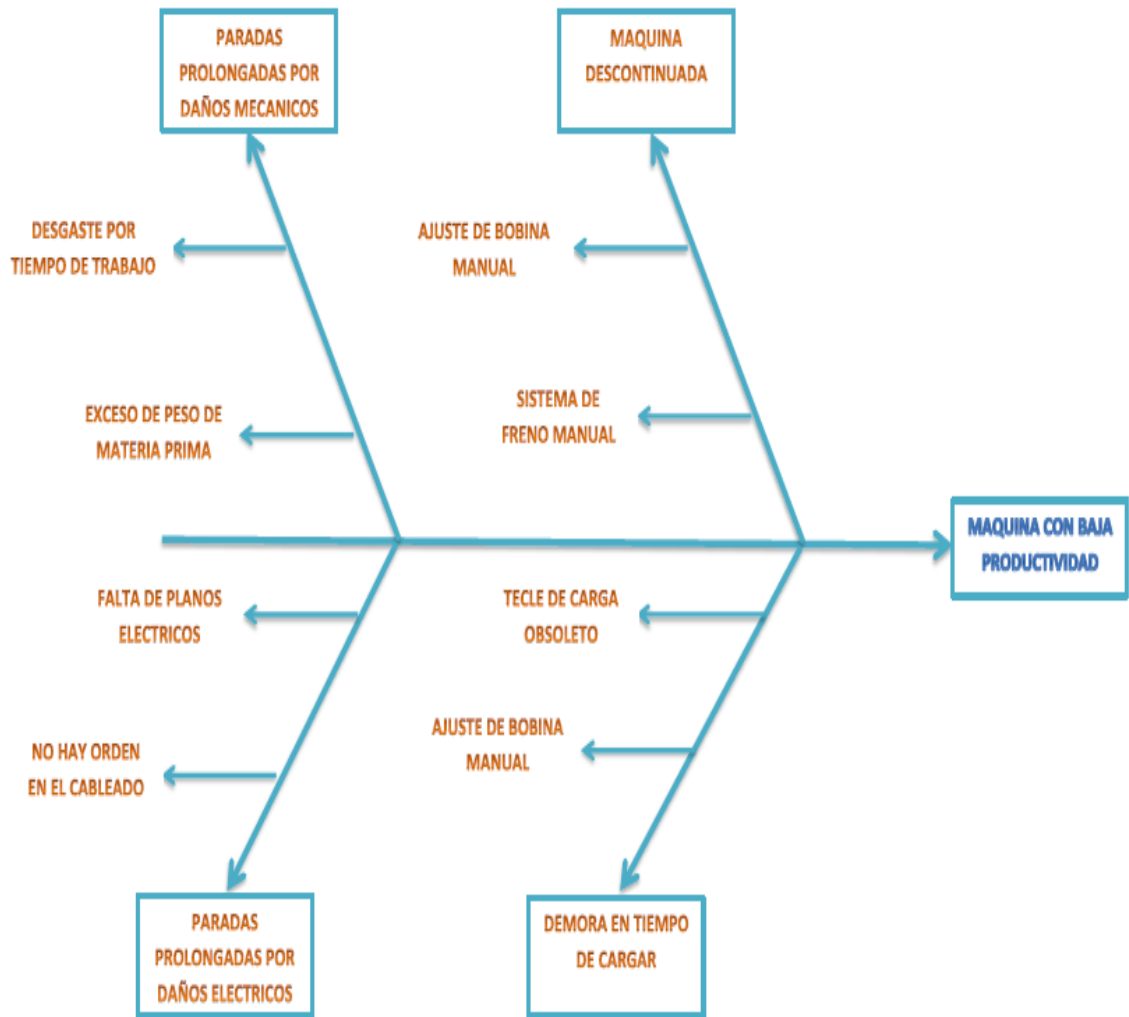


Figura 2. 1: Análisis causa raíz.
Obtenido: Ecuacable S.A.

Habiendo realizado el análisis causa raíz a la Cableadora convencional, se nota que las Cableadora convencional son de **baja productividad**, esto derivado de las siguiente probabilidades.

Máquina descontinuada, sistemas de ajuste manual y desgastado por tiempo de uso ya ha pasado su tiempo de vida útil y generan muchos gastos en reparación.

Demora en tiempos de carga de materia prima debido a que los sujetadores de ajuste de bobina son mecánicos y el teclé de carga es muy lento y presenta demasiado desgaste en sus componentes mecánicos.

Paradas prolongadas por daños mecánicos esto debido al desgaste de la maquina por el tiempo de uso de la misma debido al aumento en la demanda de producción se colocan muchos pesos en la máquina y eso genera demasiados gastos por reparación.

Paradas prolongadas por daños eléctricos este problema es por desorden en el cableado de control y falta de planos del mismo, por esta razón le toma mucho tiempo al técnico reactivar las actividades de la máquina.

Debido a las fallas constantes, se debe reemplazar la Cableadora convencional por un tipo tubular, y así obtener una mejor productividad y rendimiento de esta máquina.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Optimar el proceso en el área de trenzado, aumentando la capacidad de producción, reemplazando la Cableadora artesanal discontinuada con una máquina Cableadora tubular que trabaja a una velocidad máxima de 500 revoluciones (rpm), para la habilitación de esta Cableadora tipo tubular se construirá e instalará un tablero automatizado a dicha máquina y así ponerla en funcionamiento con el fin de optimizar la producción en el proceso de cableado de los conductores de 7 hilos de cobre y aluminio.

La Cableadora artesanal su diseño son muy lentas en el proceso de cableado, debido a la demanda de los conductores de 7 hilos la empresa necesita aumenta capacidad de producción por esta razón se reemplazara con las Cableadora tipo tubular, ya que debido a su diseño son capaz de trabajar a mayor velocidad.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Levantar información de los problemas y diagnóstico de la situación actual de la Cableadora convencional.
- ✓ Proponer: la automatización de la Cableadora tubular para disminuir paradas por tiempo de carga y fallas eléctricas y mecánicas, aumentando el rendimiento y la eficiencia en el área de cableado.
- ✓ Exponer los costos de la inversión para la habilitación de la máquina tubular y los gastos por paradas de máquina.

1.4 Metodología de investigación.

La investigación es el conjunto de métodos seleccionados por el investigador, el define como se va a seleccionar los datos y que métodos e instrumentos que se utilizaran para plantear el problema. (Padua, 2018)

Para la presentación del siguiente trabajo se utilizara las siguientes metodologías que nos permitirán describir, explicar y documentar toda la información referente al tema de automatización de una maquina Cableadora tipo tubular.

1.4.1 Método descriptivo

El método descriptivo por lo general proporciona información con fundamentos para la investigación, la cual a su vez sirven para dar un sentido de entendimiento altamente estructurado. Las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento determinado pueden incluir varios alcances en diferente proceso de su desarrollo. Es posible que se inicie una investigación exploratoria, luego puede ser descriptiva, y finalmente está termine como explicativa. (Sampieri, Collado, & Lucio, s. f., p. 78)

El método o investigación descriptiva necesita de datos que le permita monitorear los eventos que se proporcionan, con este método se pretende especificar todo lo relacionado, que pueda ser analizado con el proyecto. Únicamente se necesita recoger toda la información necesaria sobre la operación de la maquina Cableadora tubular para la correcta selección de los elementos a utilizar para la automatización.

Este método descriptivo se usa para dar a conocer la mejora en automatización que se va a realizar en la Cableadora tubular, los equipos a instalar, los materiales que se utilizaran para armar el tablero de control para la Cableadora tubular y al mismo tiempo como utilizar estos equipos para garantizar un buen funcionamiento preservando la vida útil de los mismo como lo indique el fabricante, para llevar a cabo esto se necesitara buscar información de libros, catálogos o manuales de fabricantes de equipo a instalar, páginas web que muestren y orienten al investigador a hacer una buena instalación, garantizando un correcto funcionamiento de los equipos eléctricos a instalar (Grande & Abascal, s. f., p. 44)

1.4.2 Método explicativo

Este método se enfoca un poco más en explicar y describir el porqué de las cosas, cuales son las condiciones en las que se fundamentan, este método es más estructurado, ya que busca hallar las razones, causas en las que se genera una o más situaciones. (Sampieri et al., s. f., p. 83)

Con este método se trata de analizar lo pensado y expresado sobre un problema, cómo afrontarlo, cómo resolverlo, y a qué conclusiones llegar, cómo definir los conceptos, cómo determinar sus observaciones. En este nivel el investigador comienza a definir preguntas específicas, el cual debe plasmar en papel. Se puede ayudar consultando resultados de otras investigaciones realizadas en el mismo tema, es muy importante buscar información teórica.

En este caso se va a explicar el problema que tiene la empresa con respecto al bajo rendimiento en la producción en el área de cableado y al beneficios que va a obtener al automatizar y habilitar eléctricamente la máquina Cableadora tipo tubular y como dar solución inmediata para evitar las paradas prolongadas y los posibles fallos o anomalías que surjan en el proceso de producción o fabricación de los conductores de 7 hilos de cobre y aluminio. (Padua, s. f., p. 30)

CAPÍTULO II

Marco teórico

2.0 Método de investigación

Los métodos investigativos son de varios tipos, y se pueden clasificar de distintas maneras, por lo general, para abordarlos es necesario aplicar no uno sino una mezcla de diferentes tipos de investigación. Es muy común que hallar investigaciones que son simultáneamente descriptivas y transversales. Este se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio.(Morales, 2010, p. 2)

2.0.1 Método descriptivo.

Este método consiste en a conocer las situaciones, costumbres y actitudes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.(Morales, 2010, p. 3)

2.0.2 Métodos explicativos

Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas, como de los efectos, mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

La investigación explicativa intenta dar cuenta de un aspecto de la realidad, explicando su significatividad dentro de una teoría de referencia, a la luz de leyes o generalizaciones que dan cuenta de hechos o fenómenos que se producen en determinadas condiciones. (Morales, 2010, p. 12)

2.1 Definición de un conductor

Con el fin de que haya una correcta comprensión del presente trabajo, es necesario aplicar un concepto básico para los cables. El cable es el conjunto de elementos que transportan fuerza, movimiento y energía de un punto a otro para un propósito definido, en la siguiente figura se muestran los componentes para los distintos conductores.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 3)

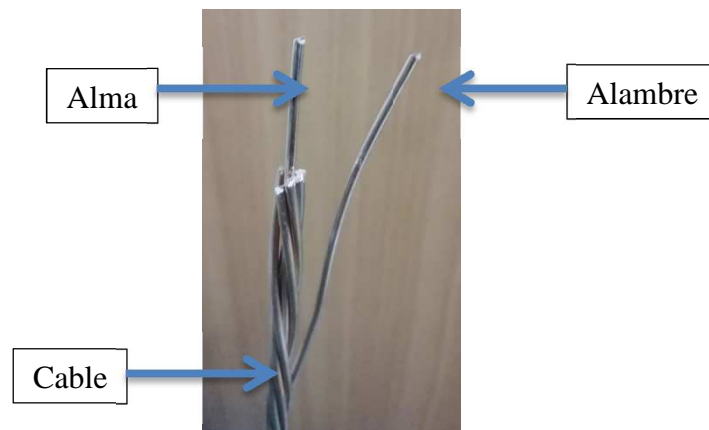


Figura 2.2: Partes de un conductor.
Obtenido: Ecuacable S.A.

Alambre

Es el material básico para la construcción del cable ya sea de cobre o aluminio, el cual se fabrica de diferentes calidades y medidas según la aplicación que valla a ejercer el cable.

Alma

Es el eje central donde se trenzan los alambres, esto sirve como base para el conductor conservando su forma redonda, soportando la presión y manteniendo la distancia entre sí.

Cable.

Se llama cable al producto final constituido por un conjunto de alambres torcidos alrededor de un alma central.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 4)

2.2 Fabricación de conductores de 7 hilos

Las fábricas de cable están divididas en varias áreas de procesos para la fabricación de los conductores según el producto, estas áreas son las siguientes:

- ❖ Trefilado
- ❖ Cableado o trenzado
- ❖ Extrusión

Trefilado

Este es el primer proceso, el cual consiste en reducir el diámetro del alambroón de cobre o aluminio hasta conseguir el diámetro deseado para el siguiente proceso que es el trenzado o cableado de los hilos para los diferentes productos a fabricar . (Menares & Alberto, 2012, p. 26)

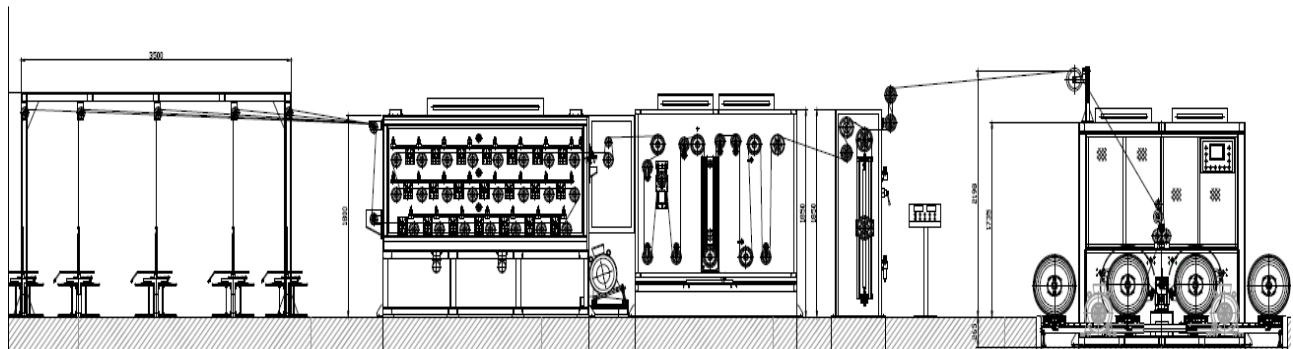
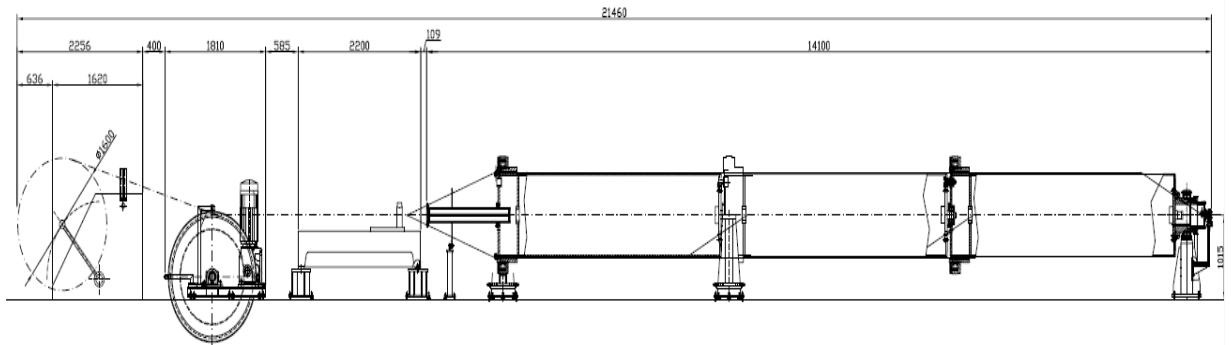


Figura 2.3: Proceso de Trefilado.
Obtenido: Ecuacable S.A.

Cableado o trenzado

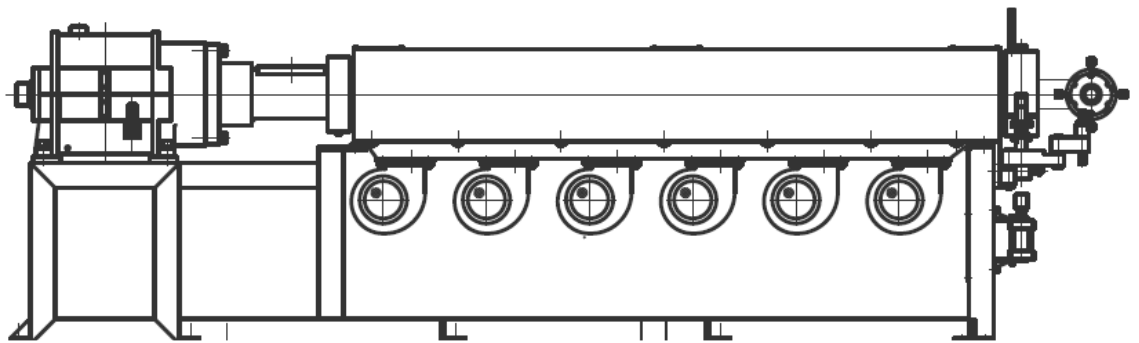
En este proceso se montan los hilos de alambre a una Cableadora o trenzadora donde se agrupan los alambre para formar el cable y poder pasar al siguiente proceso, dependiendo el conductor a fabricar de cobre o aluminio, será el sentido de la torsión.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 6)



*Figura 2.4: Proceso de trenzado.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Extrusión

En este proceso se le coloca el recubrimiento de plástico sea de PVC, XLPE, PE, NYLON, etc, derritiendo el material al grado de fundición para enchaquetar los cables que van con aislamiento plástica, siendo este el proceso final para la fabricación de conductores de 7 hilos. (Kalpakjian & Schmid, 2002, p. 483)



*Figura 2.5: Proceso de extrusión.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

2.3 Cableado o Trenzado del conductor

El cableado o trenzado lo realiza la Cableadora tubular esta máquina se encarga principalmente del trenzado de 7 hilos de alambre para la conformación del conductor, ya sea de cobre o aluminio. (Martijena, 1966, p. 37)

Esta máquina está constituida por los siguientes complementos:

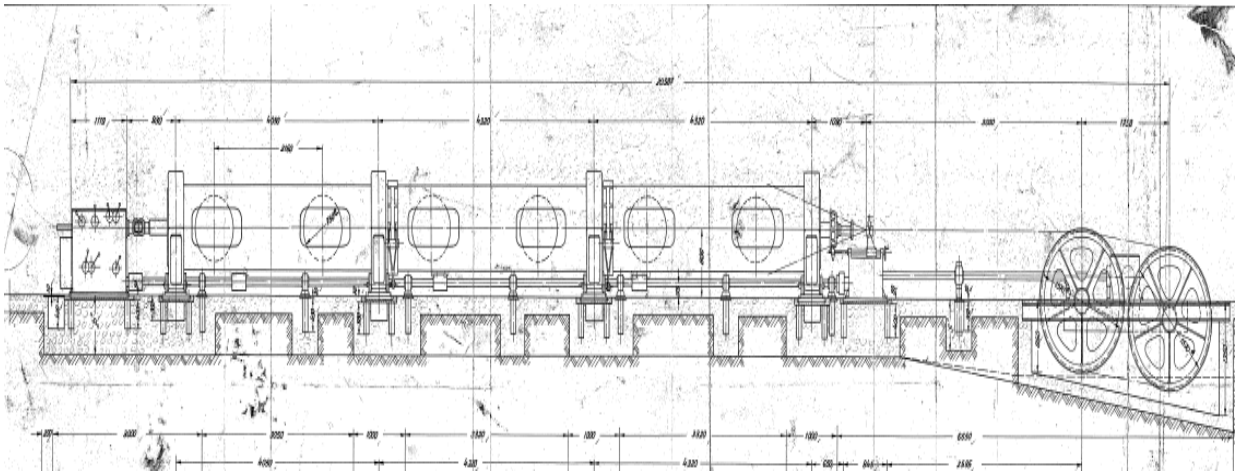
- Pay off
- Tubo con guías
- Cunas
- Placa distribuidora

- Porta molde o dado compactador
- Capstan
- Devanador o distribuidor
- Take up

	500	630
Single wire diameter	Cu: Ø 1.2-5.0mm Al: Ø 1.5-5.0mm	Cu: Ø 1.2-5.0mm Al: Ø 1.5-5.0mm
Max twisting diameter	Ø 21mm	Ø 21mm
Cage speed	500 r/min	500 r/min
Pitch	40-448	40-448
Capstan speed	15-138m/min	15-138m/min
Main motor power	37KW	45KW
Motor	45KW(JT) 22KW(QY)	55KW(JT) 22KW(QY)
Cage bobbin	PND500	PND630
Capstan wheel	1250mm	1250mm
Take-up bobbin	PN1600	PN1600
Height of center	850mm	850mm
External dimensions	25*2.5m	28*2.5m

*Tabla 2. 1: Datos técnicos Cableadora tubular
Obtenido: Handing machinery*

En esta tabla se muestran los datos técnicos de la máquina, como diámetros mínimo y máximo de los alambres para el proceso de fabricación del cable, el diámetro máximo del cable, la potencia del motor, velocidad máxima de la máquina, capacidad del bobinador como diámetro de bobina receptora, y diámetro de bobinas para las cargas de materia prima. («CABLEADORA TIPO TUBULAR», s. f.)



*Figura 2.6: Plano de Cableadora tubular.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Pay off

Este equipo o complemento está ubicada en la parte de atrás de la maquina Cableadora tubular, la cual lleva o sostiene el carrete que tiene el alambre que se ubica en posición central del conductor de 7 hilos, en ciertas maquinas el alambre central se ubica en la primera cuna, y el Pay off sostiene otro alambre de los 6 restantes.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 9)



*Figura 2.7: Pay off.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Tubo con guías

En la parte del tubo se encuentran las guías, en muchas maquinas suelen ser de rodillos o anillos construidos de un material resistente a la fricción, estas guías están ubicadas a lo largo del tubo principal de la máquina, las guías reducen la fricción entre los alambres que se dirigen desde las cunas que están en el interior del tubo hasta la

parte delantera de la máquina, recorriendo todo el largo del tubo de la máquina, encontrándose en el punto de formación.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 10)



*Figura 2.8: Tubo con guías.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Cunas

Esta parte de máquina Cableadora tubular, es la designada a cargar las bobinas de alambres, el número de cunas es el que define el máximo de alambres a cargar en la máquina para la fabricación del conductor o cable.



*Figura 2.9: Cunas.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Placa distribuidora

Esta placa como lo indica su nombre, es la que distribuye el alambre evitando que se encuentren entre sí, para que no se enreden en el proceso de trenzado, ubicando cada alambre en la posición correspondiente según sea la construcción del cable.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 10)

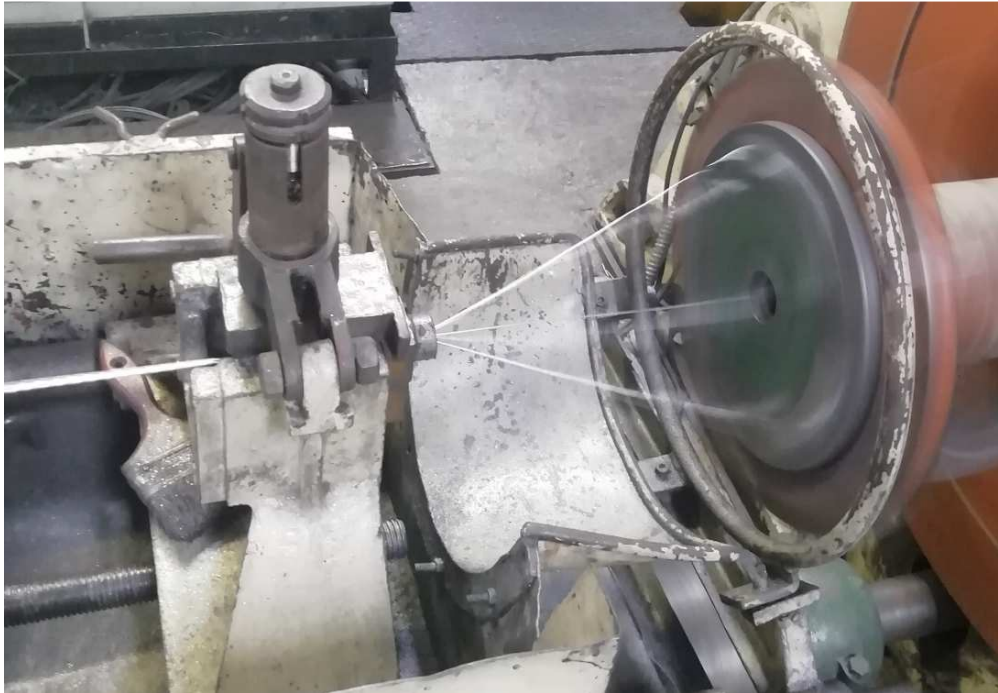


Figura 2.10: Placa distribuidora.

Obtenido: Ecuacable S.A.

Porta molde o dado compactador

En esta parte de la maquina se coloca el dado, el cual es construido de varios materiales resistentes a la fricción, perforado en el centro según el diámetro del cable, partido a la mitad para facilitar el montaje y desmontaje del mismo, estos moldes son construidos según los diámetros de los diferentes cables que la empresa fabrique.



*Figura 2.11: Porta molde o dado compactador.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Capstan

Este dispositivo o equipo es el encargado de jalar el cable enrollando el cable, produciendo un torque para jalar el cable, con esta fuerza se jalan los alambres desde las cunas por toda el tubo de la máquina, existen dos tipos de Capstan, uno simple y liso la cual consiste de 1 solo volante, uno doble y con canales que consta de dos volantes, los dos cumplen la función la cual es jalar y mantener la torsión del cable según el paso del mismo.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 13)



*Figura 2.12: Capstan.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Devanador o distribuidor

Este equipo ubicado en el Take up o bobinador, es el encargado de distribuir el cable homogéneamente en la bobina o carrete, distribuyendo el cable en el interior de la bobina, trasladándolo de derecha a izquierda.



*Figura 2.13: Devanador o distribuidor.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Take up

El Take up o bobinador es el encargado de receiptar el cable fabricado por la maquina Cableadora tubular ya entorchado en una bobina, este equipo necesita enrollar el cable ejerciendo una tensión desde el Capstan para un buen bobinado del cable y así evitar que se enrede en la bobina.(Caruz & Nicolás, 2018, p. 14)



*Figura 2.14: Take up.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

2.4 LOGO PLC

Es un controlador compacto que se compone de un módulo básico y módulos de expansión que el usuario selecciona en base a los requerimientos de cada aplicación.

Este concepto modularlo convierte en una solución flexible, económica y fácil de usar para tareas de mano simple.

El diseño robusto y compacto de LOGO! Lo convierte en un equipo de aplicación universal tanto para la industria como para edificios funcionales y residenciales.

El LOGO! Presenta una completa gama de módulos lógicos básicos que permiten implementar una gran cantidad de soluciones de automatización básica.

LOGO! Soporta una capacidad máxima de 24 entradas digitales (DI), 16 salidas digitales (DO), 8 entradas analógicas (AI) y 2 salidas analógicas (AO). (Siemens, s. f., p. 186)



*Figura 2.15: LOGO PLC
Obtenido: catalogo lista de precios 1 de enero2019*

2.5 VARIADOR DE VELOCIDAD

El variador de velocidad es un convertidor de frecuencia para motores asincrónicos trifásicos. Estos equipos son muy resistentes, compactos y de fácil instalación, sus características están especialmente diseñadas para trabajar en aplicaciones industriales sencillas.

La instalación y utilización de estos equipos desde su compra permite proponer una solución económica fiable a los fabricantes de máquinas, y a los instaladores. Con su variedad en tarjetas de comunicación opcional, el variador se acopla muy bien a los principales diseños de automatismo.(Shneider Electric, s. f., p. 16)



*Figura 2.16: Variadores de velocidad Altivar 312
Obtenido: tomada catalogo Schneider Eléctric Altivar312*

Aplicaciones

Estos equipos cuentan con funciones que responden a las aplicaciones más utilizadas, como por ejemplo:

- Cintas transportadoras pequeñas, elevadores, etc.
- Envasadores pequeñas, etiquetadoras, etc.
- Mescladores, trituradores, maquinaria textil, etc.),
- Sistemas de bombeo,
- Sistemas de compresión de aire.
- Ventiladores.



*Figura 2.17: Aplicación envase
Obtenido: tomada catalogo Schneider Eléctric Altivar312*



*Figura 2.18: Aplicación manipulación.
Obtenido: tomada catalogo Schneider Eléctric Altivar312*

Funciones

El dispositivo cuenta con entradas lógicas, entradas analógicas, una salida lógica y dos salidas relé.

Las principales funciones son las siguientes:

- Protecciones entre los 2 equipos variador y motor,
- Rampas de aceleración y desaceleración, lineales o en curvas
- Control local para regular la velocidad desde a consola del equipo.
- Variación de la velocidad por medio de la frecuencia.
- Velocidades programables ,
- Configuración de regulación PI,
- 2 opciones de control a distancia.
- Programación de frenado.
- Restauración automática para encontrar velocidad y arrancar automáticamente.
- Programación de anomalías y tipo de paradas.
- Memoria para guardar la configuración del variador.

Se pueden configurar varias funciones a una misma entrada lógica.(Arana, 2017, p. 17)

2.6 Pantalla Simatic HMI

Las pantallas de operación Simatic HMI sin importar el tamaño de la pantalla nos dan las siguientes opciones:

- Sistema de alarmas.
- Administración de recetas.
- Curvas y tendencias.

La comunicación de la pantalla Simatic HMI nos dan la opción de comunicación Profineth y Ethernet, este equipo se acopla de manera muy fácil a los controladores, debido a la funcionabilidad y eficiencia del software TIA PORTAL, la flexibilidad en comunicación de estos paneles permite además comunicarlos de otros fabricantes.

Estas pantallas cuentan con tarjetas de memoria que pueden almacenar automáticamente los proyectos y los parámetros de los equipo, también se pueden copiar los proyectos de un equipo a otro del mismo modelo.(SIEMENS, s. f.-b)



Figura 2.19: Pantallas Simatic HMI

Obtenido: tomado de lista de precios productos industriales electricos enero 1 de 2019

2.7 Dispositivos de protección

Se utiliza fusibles y cortacircuitos habitualmente para cortar circuitos cuando exceden el fin especificados de amperios a raíz de alguna abertura o estado alterado que presente una instalación. Por ejemplo, un interruptor o cortocircuito de 10 amperios se abrirá continuamente cuando la corriente exceda el límite consentido que indica el fusible en sus datos de características que en este caso son 10 amperios.

La semejanza entre el fusible y el cortacircuitos es que cuando un fusible se abre “fundándose” debe ser cambiado o reemplazado por uno nuevo, al contrario del cortacircuitos que al instante de abrirse, puede ser puesto en funcionamiento rápidamente cerrando el circuito de nuevo. Estos dos protegen al circuito frente a daños causado por corrientes excesivas o evitan una situación peligrosa por sobrecalentamiento de conductores y otros componentes cuando la corriente es exageradamente alta, abriendo el circuito impidiendo a la vez el paso de energía del mismo. (Betancourt, 2019, p. 29)

2.7.1 Tipos de fusibles

Existen dos tipos de fusibles los cuales son de trabajo rápido y de trabajo lento. Los de trabajo rápido son tipo F y los de trabajo lento son tipo T. en operación normal, generalmente los fusibles están sometidos a sobrecorrientes intermitentes que sobrepasan la corriente nominal, a medida que pasa del tiempo se reduce el potencial del fusible que soporta corrientes elevadas en tiempos cortos o inclusive corrientes de equivalencia nominal. Un corta circuitos de función lenta puede aguantar sobrecorrientes más intensas y de superior estabilidad que el fusible de acción rápida.(Floyd, 2007, p. 44)



Figura 2.20: Fusible de acción rápida.
Obtenido: Principios de circuitos Electricos. (Floyd, 2007)



Figura 2.21: Fusible de acción lenta
Obtenido: Principios de circuitos Electricos. (Floyd, 2007)

2.8 Potenciómetro o resistencia variable.

Hay dos tipos de resistencias variables. El potenciómetro tiene tres terminales. La revolución del eje cambia la resistencia entre el terminal intermedio y los dos terminales extremos. La mayoría de los potenciómetros son lineales. Es decir, un valor de movimiento del eje da por consecuencia continuamente la misma diferenciación de resistencia, independientemente de la postura del eje. Existen potenciómetros con salidas no lineales. Esto significa que el valor del cambio de la resistencia varía al rotar el eje.

Se encuentra una gran diversidad de regímenes de desviación en los potenciómetros, estos potenciómetros de conmutación progresiva se usan ciertas ocasiones para el control de volumen y tono en amplificadores estéreo. Los potenciómetros a menudo se asocian para poder cambiar la resistencia de varios circuitos simultáneamente.

Los reóstatos, tienen simplemente dos terminales. Al rodar el eje cambia la resistencia entre estos dos terminales, los reóstatos se usan para amoldar la corriente en un circuito a una equivalencia dada. Frecuentemente los potenciómetros se usan como reóstatos, usando únicamente dos de los tres terminales.

Los reóstatos, tienen simplemente dos terminales. Al rodar el eje cambia la resistencia entre estos dos terminales. Los reóstatos se usan para amoldar la corriente en un circuito a una equivalencia dada. Frecuentemente los potenciómetros se usan como reóstatos, usando únicamente dos de los tres terminales.

En la siguiente figura se muestra los tipos de resistencias con derivación, múltiples derivaciones, resistencias ajustables que se utilizan generalmente en circuitos de potencias mayores a 2W. (Fowler, 1994, p. 74)

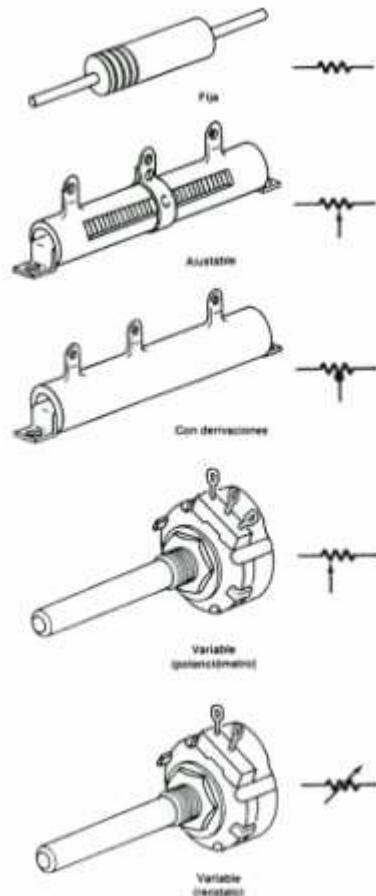


Figura 2.22: Potenciómetros, resistencias variables
 Obtenido: *Electricidad Principios y aplicaciones* (Fowler, 1994, p. 74)

2.9 Guardamotor

Los Guardamotores son interruptores que se usan para maniobrar simultáneamente todos los polos de un motor, al igual tiempo que se le protege contra la pérdida por anomalía del arranque, sobrecarga, disminución de la tensión de la red y deterioro de un conductor en redes trifásicas. Disponen de un dispositivo de disparo térmico para resguardar el devanado del motor (protección contra sobrecarga) y, habitualmente, de un componente de descarga electromagnético (protección contra corto-circuito). Como todos los interruptores de resguardo, tienen una herramienta de desenganche constante.

El aparato de descarga térmico del Guardamotor se ajusta a la corriente nominal del motor **I_n** .

Se pueden ajustar dispositivos suplementarios en los Guardamotores, por ejemplo, mecanismos de descarga por limitación de la tensión o de corriente de operación, conmutadores auxiliares y avisadores de disparo. (Bastian, 2001, p. 91)



Figura 2.23: Guardamotor
Obtenido: *Electrotecnia* (Bastian, 2001, p. 91)

2.10 Breaker de potencia

Los interruptores de fuerza pueden seccionar o abrir con seguridad las corrientes de trabajo, sobrecarga y de cortocircuito. Cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito en un solo conductor externo, abren el flujo de la corriente en todos los polos y evitan también que los motores trifásicos funcionen en dos fases.

Los mecanismos de descarga térmico y electromagnético se pueden regular independientemente. Además se alcanza la selectividad en cuanto a los dispositivos de resguardo conectados antes y después. Montando un dispositivo de disparo por disminución de la tensión, se hace viable activar a distancia el interruptor.

Según la técnica de apagado del arco, se distingue entre los interruptores de fuerza con apagado de marcha por ausencia y aquellos con restricción de corriente de cortocircuito. Los primeros apagan el arco eléctrico de alterna cuando pasa por cero.

Los segundos limitan la corriente transitoria de cortocircuito a una corriente de paso menor. La iniciación rápida de los contactos no se consigue únicamente con el cerrojo, sino mediante un blindaje de pulsación o la potencia de la corriente cruzando por dos soportes de contactos paralelos. (Bastian, 2001, p. 92)



Figura 2.24: Interruptor de potencia.

Obtenido: Tomado de lista de precios productos industriales electricos enero 1 de 2019

2.11 Breaker de protección

Estos interruptores de protección abre los circuitos automáticamente aislando a los consumidores de la red cuando se genera una falla o sobrecarga o surja u voltaje peligroso en un lugar accesible.

Los Interruptores de protección tienen accesorios y mecanismos permanentes que permiten abrir los circuitos, estos mecanismos no se pueden volver a cerrar mientras exista el fallo, causa de la desconexión, no se puede restablecer el interruptor de un cortocircuito, aunque se mantenga activado el interruptor con la en la posición ON.

2.11.1 Breaker de protección con disparo térmico

Los dispositivos de disparo térmico usualmente tienen un bimetálico, este se compone de dos fajas metálicas unidas por laminación de diferente coeficiente de dilatación térmica. La corriente en operación pasa por una resistencia, calentando la faja bimetálica, que se dobla desmoldándose, si la lámina se dobla más de lo debido en el dispositivo de disparo se activa un bloqueo en el Breaker de cerrojo.

Los Breaker de protección con disparo térmico tienen mecanismos que se ejecutan al cabo de un tiempo determinado, esto para proteger las instalaciones y los aparatos contra sobrecargas, pero no contra cortocircuitos.(Bastian, 2001, p. 89)

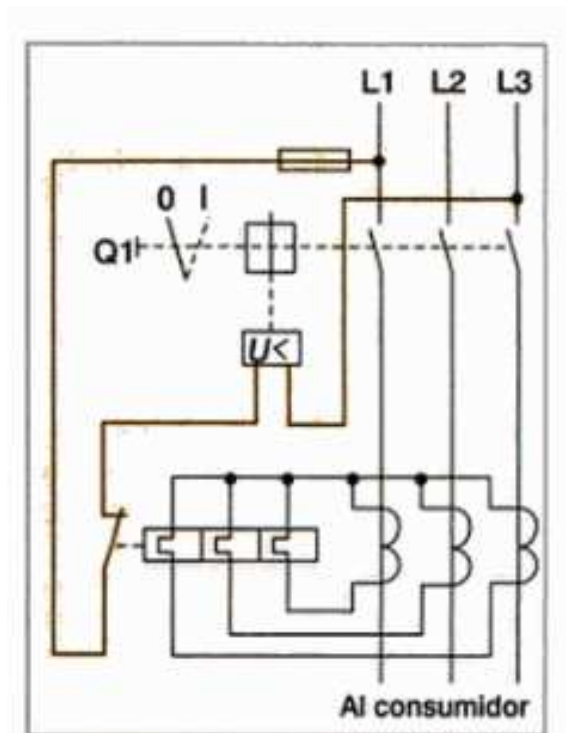


Figura 2.25: Interruptor de protección de disparo térmico con transformador de intensidad.
Obtenido: Electrotecnia.

2.11.2 Breaker magnetotérmicos

Los Breaker magnetotérmicos son equipos de protección contra sobrecorriente que pueden volver a reactivarse después de haberse disparado, tienen un dispositivo de disparo térmico y otro electromagnético que protegen las líneas y las instalaciones de sobrecargas y cortocircuitos, ambos dispositivos de disparo están conectados en serie. En caso de sobrecarga, se calienta el bimetálico y se acciona el interruptor LS. Si se genera un cortocircuito, el mecanismo de disparo electromagnético libera automáticamente el cerrojo del Breaker.

La armadura de protección abre el contacto antes de que la corriente de cortocircuito alcance su valor máximo.

Los interruptores LS de tipo B se usan para salvaguardar las líneas.

Los interruptores LS de tipo C, se usan para proteger aparatos que tienen elevadas corrientes de conexión, como por ejemplo:

Motores pequeños, transformadores o grupos de lámparas fluorescentes con capacitores de compensación incorporados. (Bastian, 2001, p. 90)



Figura 2.26: Estructura de interruptor magnetotérmicos.
Obtenido: Electrotecnia. (Bastian, 2001)

2.12 Relé

Los relés son equipos de conmutación electromagnéticos de potencias conmutada reducidos según el tipo y el material de los contactos, estos relés pueden soportar conmutaciones de corrientes de hasta unos 10 Amperios a tensiones de hasta 250 V. Estos relés se fabrican con bobinas para su activación tanto de corriente continua como alterna y voltajes desde 2,5 V y 230 V. Los relés generalmente se usan en sistemas de telecomunicaciones, automatizaciones para proteger los sistemas de control electrónicos de las instalaciones de potencia.

Los relés monoestables regresan a su estado de reposo siempre y cuando se haya desconectado la corriente quitando la energía de la bobina. Los relés biestables se mantienen abiertos o cerrados de sus contactos después de recibir una señal de mando, debido al magnetismo remanente de su núcleo de hierro que se encuentra en el centro de la bobina. Se activa únicamente con corriente continua y pueden tener una o dos bobinas. Los impulsos de polaridad desigual causan un cambio en los contactos de los relés que tienen únicamente una bobina.

Los relés biestables con dos bobinas generalmente tienen una conexión en común para ambas bobinas y otras dos conexiones, una para activar y otra para desactivar, los

relés biestables se usan, en los circuitos de vigilancia de calderas de gas, para el sistema control de las instalaciones de telecomunicaciones por frecuencia vocal o en sistemas de control alimentados por baterías.

Los relés monoestables regresan a su estado de reposo siempre y cuando se interrumpe el voltaje, mientras que los relés biestables mantienen su estado.(Bastian, 2001, p. 88)

2.12.1 Tipos de Relé

Los relés de contactos de resorte se fabrican usualmente en forma de relé de peine o de relé telefónico, estos tienen tiempos de respuesta de unos 10 ms y tiempos de reposición de unos 3 ms. La corriente que necesita la bobina para activarse se calcula a partir de la potencia de respuesta o de valores de voltaje y resistencia de la bobina.

Los relés de láminas tienen lengüetas de una aleación de hierro y níquel dentro de una ampolla de cristal cerrada y llena de gas para protegerlas de la polución y de la corrosión. Al energizarlos, en las lengüetas se forman polos magnéticos distintos y se cierra el contacto.

Los relés de impulsos o los relés temporizados tienen un dispositivo de excitación secundario, estos relés de impulsos conmutan después de cada activación. Al conmutar cargas inductivas como bobinas, se generan voltajes inducidos que pueden afectar los componentes electrónicos, como los transistores, o quemar los contactos. En los circuitos de corriente continua se limitan las tensiones inducidas mediante diodos de paso en paralelo o mediante varistores, en los circuitos de alterna mediante circuitos RC o varistores.(Bastian, 2001, p. 88)



Figura 2.27: Relé con base

Obtenido: tomado de lista de precios productos industriales electricos enero 1 de 2019

2.13 El Contactador

Es un dispositivo de manipulación para circuitos de potencia y es calificado un aparato de conmutación, bajo circunstancias normales puede cerrar y abrir circuitos de corrientes, incluso varios niveles de sobrecarga. Los contactores según la norma IEC deben estar seleccionados de acuerdo al tipo de protección y categoría de empleo requeridos. Su duración de trabajo promedio se establece en función de su rigidez eléctrica por la cantidad de ciclo (abierto o cerrado) de acuerdo a su tecnología aplicando corriente nominal en AC-1 o AC-3, Convencional más de 1'000.000 de ciclos hasta 480VAC en la mayoría de los casos, en vacío más de 2'000.000 de ciclos y estado sólido (1F y 3F, para carga resistiva o motores) alrededor de 100'000.000.

Los contactores son dispositivos electromagnéticos de potencias altas de corte y reconexión. Usualmente los platinos del contactor se mueve y se mantiene en su posición de cierre mediante la armadura de un electroimán. El mecanismo de interrupción vuelve a su posición de reposo cuando no circula energía a través de la bobina del electroimán. Al energizar la bobina del contactor, se excita un electroimán cuya armadura atraen las piezas móviles (platinos) contra las piezas fijas, cerrando así el circuito eléctrico del consumidor. Al mismo tiempo se puede aprovechar para abrir o cerrar otro contacto adicional para circuitos eléctricos de control y señalización.(Senner, 1992, p. 97)



*Figura 2.28: Contactores
Obtenido: tomada Catálogo de baja tensión, control y distribución.*

2.13.1 Categoría de empleo de contactores.

En la placa del contactor se aprecia la corriente nominal de uso, según la categoría de empleo que debe estimar el técnico. Un mismo contactor debe tener distintas corrientes nominales para cada categoría de empleo. Normalmente la corriente nominal referencia AC-3. La corriente nominal en AC-4 generalmente contempla uno o dos modelos menos que para AC-3 debido a que se tiene previsto cortar corrientes de arranque.

AC-1: Este contactor se usa para cargas eléctricas de intensidad alterna cuyo factor de potencia es mayor o igual a 0.95 y no demandan un pico de corriente al momento de energizar.

AC-2: Estos contactores se usan para motores de anillos rozantes, que incluye su arranque, frenado contracorriente y la marcha por impulso.

AC-3: Se utilizan para arranque directo de motores de inducción de jaula de ardilla una vez que el motor ha finalizado su arranque se desenergiza; su frenado es estándar.

AC-4: Aplicable a arranque directo con frenado a contracorriente, con inversión de giro y o marcha paso a paso, los motores de jaula de ardilla, o anillos rozantes, cuya

desenergización se presenta antes de que el motor haya finalizado su arranque como en el caso del jogging donde la apertura de los contactos se da incluso durante el proceso de arranque hasta con 8 veces la corriente nominal del motor. La fortaleza del AC-4 radica en que su contactor puede interrumpir la corriente de arranque directo del motor.(Castillo, 2017, p. 207)

2.14 Motores trifásicos

Los motores convierten la energía eléctrica en energía mecánica, según las velocidades de giro, las maquinas rotativas de corriente alterna se clasifican en, asíncronas o de inducción y síncronas. (Kosow, 1977)

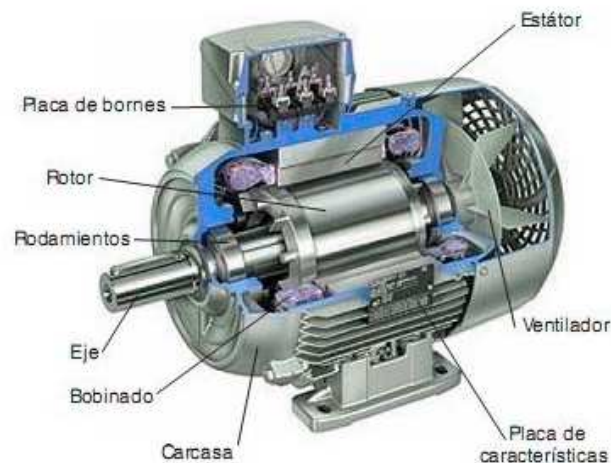


Figura 2.29: Motores trifásicos.

Obtenido: («Motor eléctrico» Talleres Meia □ Reparación de motores», s. f.)

2.14.1 Asíncronas o de inducción

Los motores asíncronos o de inducción las velocidades de giro del rotor son inferiores a la de rotación de campo magnético. Los motores asíncronos son los más utilizados debido a su sencillez, rendimiento y robustez, se pueden hacer trabajar un trifásico en una red monofásica mediante la conexión de un condensador.

2.14.2 Síncronas

Los motores síncronas son aquellas en la que las velocidades de giro son iguales tanto en el rotor como en el campo magnético. Son poco utilizadas, se emplean solo en aplicaciones muy definidas. Si hacemos girar un imán alrededor de la aguja imantada de una brújula, esta girara a la misma velocidad que el imán trabajando como

un motor síncrono. Pero si hacemos girar el imán sobre un núcleo metálico, esta girara por efecto de la corriente inducida a una velocidad inferior que el imán, tal como trabaja un motor asíncrono.(Castillo, 2017, p. 207)

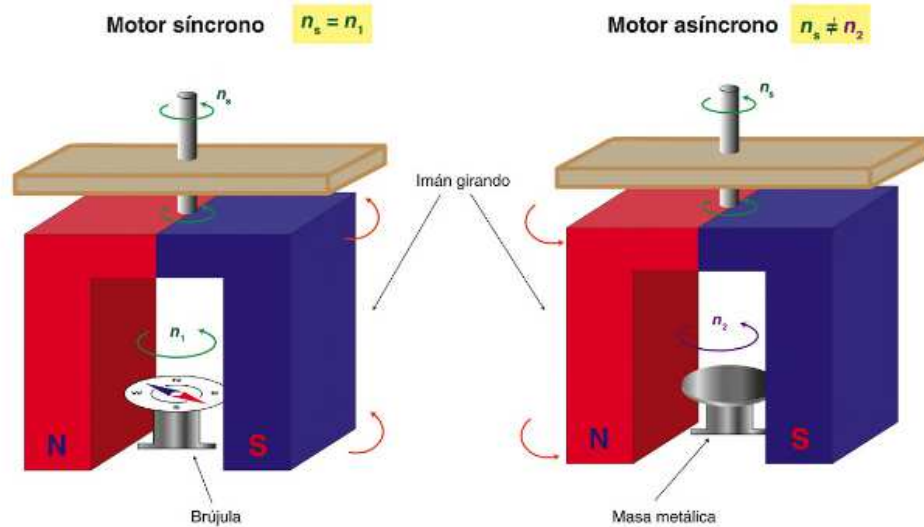


Figura 2.30: Motores síncronos, asíncronos
Obtenido: Máquinas rotativas de corriente alterna (Castillo, 2017)

Rendimiento

El rendimiento de motor es la relación existente entre la potencia útil y el eje del motor y la potencia total absorbida de la red.

La potencia útil es la que se encuentra siempre en la placa de datos del motor, que es la potencia nominal, para hacer cálculos eléctricos es necesario calcular la potencia absorbida con la siguiente formula.(Castillo, 2017, p. 207)

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{absorbida}}}$$

Figura 2.31: Formula de rendimiento.
Fuente: Máquinas rotativas de corriente alterna.(Castillo, 2017)

2.15 Pulsador

Estos periféricos son elementos de accionamiento manual, permiten al usuario abrir o cerrar un circuito, mediante un simple accionamiento sobre los mismos. Una vez que

se retira el dedo, un resorte o muelle hace que el pulsador vuelva a su posición inicial. Son muy utilizados en los tableros de controles eléctricos de líneas de producción.

Hay dos tipos principales de pulsadores: normalmente abiertos (NA) y normalmente cerrados (NC). En los pulsadores NA, los contactos inicialmente están abiertos y, cuando los presionamos, los contactos se cierran. En los pulsadores NC, son lo contrario, los contactos inicialmente están cerrados y, cuando presionamos, los contactos se abren.

Los pulsadores NA se utilizan normalmente para la puesta en marcha de máquinas, mientras que los NC se utilizan para el paro de las mismas. También son muy utilizados los pulsadores de paro de emergencia, que son pulsadores NC con enclavamiento, si hay que parar la máquina por una acción insegura o emergencia, se pulsa y se queda enclavado hasta que se retire el enclavamiento. (CARRILLO, 2018, p. 68)



Figura 2.32: Pulsadores NC-NO
Obtenido: Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas (carrillo, 2018)

2.16 Luces piloto

Las luces piloto son de señalización luminosa, se los encuentra ubicados generalmente en tableros de control o pupitres de mando. Son muy necesarios ya que permiten conocer si un circuito está en marcha (verde) o si alguna acción es requerida (azul); si algún equipo ha tenido anomalías (amarillo); o si hay una emergencia (rojo). Es fácil saber si un motor se ha puesto en marcha en máquinas o líneas pequeñas, pero cuando la estructura de una maquina es muy grande y compleja, se hacen indispensable

estas señales luminosas para saber que todo está funcionando correctamente y en regla. (CARILLO, s. f., p. 68)



*Figura 2.33: Luces piloto
Obtenido: Amazon 2017*

2.17. Sensores

Para controlar una línea de producción se debe disponer de sensores. Un sensor es un elemento que mide una determinada variable como temperatura, presión, velocidad, etc. Estas variables se transforman en otra variable eléctrica, como voltaje o resistencia.

Existen varios tipos de sensores ya sean de temperatura, proximidad o ultrasonido, estos son: finales de carrera, sensores magnéticos, sensores inductivos, sensores capacitivos, sensores ópticos, sonda de temperatura PT100 y sensores de ultrasonidos. (Pérez, Acevedo, & Silva, 2009, p. 429)

2.17.1 Finales de carrera

Los finales de carrera son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos que trabajan de manera automática cuando un objeto llega al final de su recorrido y entra en contacto con él. Internamente contienen interruptores normalmente abiertos (NA) o normalmente cerrados (NC). Están compuestos en su interior por una parte fija y una parte móvil, la parte fija es la base donde se sujeta el final de carrera, a una

distancia adecuada; la parte móvil es la que entra en contacto con el objeto en movimiento, este puede ser de palanca rodillo etc.

Existen distintos tipos de finales de carrera, en función de la forma que adquiera la parte móvil como Palanca con rodillo, bisagra, varilla etc.

2.17.2 Sensores de proximidad magnéticos

El sensor magnético se activa cuando tiene cerca un material imantado. Son muy utilizados en los sistemas neumáticos, para detectar la posición de los cilindros neumáticos. Tienen la ventaja de trabajar con la mayoría de los materiales (metales no ferrosos, acero inoxidable, aluminio, plástico o madera), estos pueden ser de dos o tres hilos. (CARILLO, s. f., p. 69)

2.17.3 Sensores de proximidad inductivos

Un sensor inductivo se activa cuando tiene cerca un material metálico. Está compuesto de una bobina, que genera un campo magnético. Cuando le acercamos una pieza de metal, el campo magnético se altera activando el sensor.

2.17.4 Sensores de proximidad capacitivos.

El sensor capacitivo trabaja cuando tiene presencia de un material, conductor o no conductor. Este sensor consta de unos electrodos, y el material a medir se utiliza como dieléctrico. En función del material y del tamaño, la señal varía de modo que un sistema bien realizado es capaz de detectar varias de piezas diferentes.

2.17.5 Sensores ópticos.

Estos sensores cuentan con un emisor y un receptor de luz, el emisor envía una señal luminosa que es recibida por el receptor. Cuando un objeto o persona intercepta la señal, el receptor deja de recibirla. Para este tipo de detectores, el emisor y receptor se pueden montar juntos o por. En este último caso, hay que contar con un espejo que devuelva la señal luminosa.

2.17.6 Sensor PT100

El sensor PT100 transforma una variación de temperatura en una variación de resistencia eléctrica. Esto se puede realizar gracias a la existencia de materiales, como

el platino, que varían linealmente su resistencia eléctrica conforme se incrementa y decrecienta su temperatura. Un autómata programable puede escalar fácilmente esta señal analógica y transformarla en temperatura. (CARILLO, s. f., p. 69)

2.18 Neumática

La neumática al igual que la oleohidráulica es hoy en día el mejor complemento de la mecánica para cualquier proceso de producción. La mayoría de los problemas en la ingeniería, a lo largo de los años, se han resueltos por medio de la mecánica, pero incorporando estas tecnologías se ha conseguido simplificar las maquinas haciéndolas más sencillas, también se ha logrado cierto grado de automatización de forma sencilla y económica.

La automatización con el paso del tiempo se han vuelto una necesidad diaria, que ha beneficiado a cualquier industria independientemente de su capacidad de producción. Automatizar es tratar de reemplazar el trabajo manual, por mecanismos y máquinas automáticas, que eviten en la mayor parte la intervención directa del hombre para lograr mayor rapidez y seguridad en los sistemas productivos. (Nicolás, 2010, p. 18)

2.18.1 Aplicaciones de la neumática.

La neumática ocupa un buen y destacado lugar debido a la fácil aplicación y a su bajo costo de aplicación. Se usa de muchas formas en los sectores industriales y en sistemas mecánicos más variados. Al igual que la energía eléctrica, se encuentra disponible en todas las empresas o pequeños talleres de producción. Generalizada la neumática en la industria es relativamente reciente, al igual que otras formas de transmisión de energía, fue implantándose poco a poco hasta lograr el nivel de utilización alcanzado hoy día.

Continuamente ha ido desarrollando un ampliando campo de aplicación, no hace mucho en el mercado solo se encontraba el clásico cilindro, algunas válvulas elementales y muy poco accesorios. Aun con esta escasez de equipos, a través de este valioso elemento de fuerza, se construyeron miles de mecanismos, con aplicación de fuerza directa del cilindro en unos, y transformando el movimiento lineal en otros.

Actualmente de los cilindros siguen existiendo, y con mucha ventaja, el dispositivo más comúnmente empleado para desarrollar trabajo. Además del cilindro clásico convencional, existen en la actualidad otros cilindros y actuadores con características peculiares que facilitan mucho a la solución de problemas mecánicos tales como: (Nicolás, 2010, p. 28)

- Cilindros cortos, de membranas.
- De varias etapas.
- Multiplicadores de presión.
- Accionadores de giro y de cremallera.
- Motores neumáticos.
- Unidades de avance oleoneumáticos.

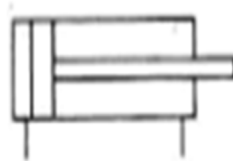
Cilindros



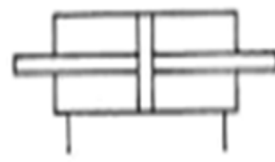
De simple efecto por retorno por fuerza exterior



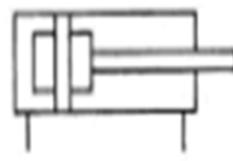
De simple efecto con retorno por muelle



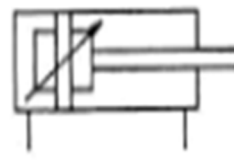
De doble efecto



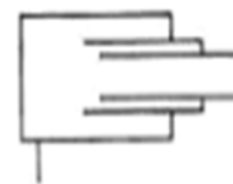
De doble vástago



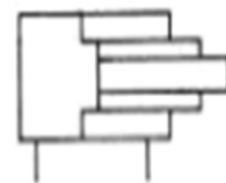
Con amortiguación fija en dos cámaras



Con amortiguación regulable en las dos cámaras



Telescópico de simple efecto












Telescópico de doble efecto

Figura 2.34: Cilindros neumáticos.
Obtenido: (Nicolás, 2010, p. 49)

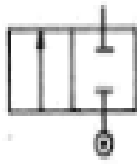
2.18.2 Accionamientos.

El accionamiento de las válvulas se representa de acuerdo a la forma en la que actúan, estos accionamientos pueden ser mecánicos o electropneumáticos. **(Martín & García, 2016, p. 360)**

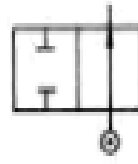
Elemento	Simbolo
Accionamiento en general	
Accionamiento manual con enclavamiento mecánico	
Pulsador	
Accionamiento por palanca	
Pedal	
Accionamiento por rodillo (final de carrera)	
Accionamiento por rodillos unidireccional	
Accionamiento eléctrico (solenóide o bobina)	
Pilotaje neumático	

*Tabla 2.2: Accionamiento de válvulas
Obtenido: (Martín & García, 2016, p. 360)*

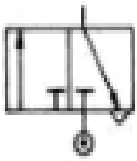
Válvulas distribuidoras



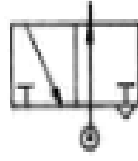
Válvula de dos orificios y dos posiciones 2/2



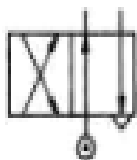
Válvula de dos orificios y dos posiciones 2/2



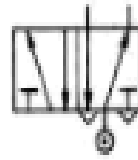
Válvula de tres orificios y dos posiciones 3/2



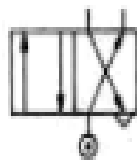
Válvula de tres orificios y dos posiciones 3/2



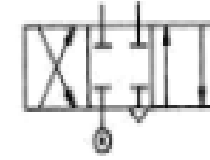
Válvula de cuatro orificios y dos posiciones 4/2



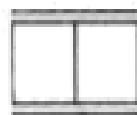
Válvula de cinco orificios y dos posiciones 5/2



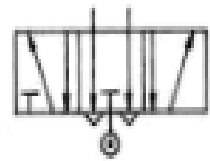
Válvula de cuatro orificios y dos posiciones 4/2



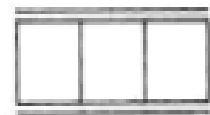
Válvula de cuatro orificios y tres posiciones 4/3



Válvula con estrangulamiento de dos posiciones extremas y un número infinito de posiciones intermedias que varían con el grado de estrangulamiento



Válvula de cinco orificios y tres posiciones 5/3



Válvula con estrangulamiento de dos posiciones extremas y una central con número

Figura 2.35: Válvulas neumáticas
Obtenido: (Nicolás, 2010, p. 50)

2.19 Partes para una instalación neumática.

Las principales partes de una instalación de aire comprimido cuyo fin es la aplicación de circuitos electroneumáticos son las siguientes:

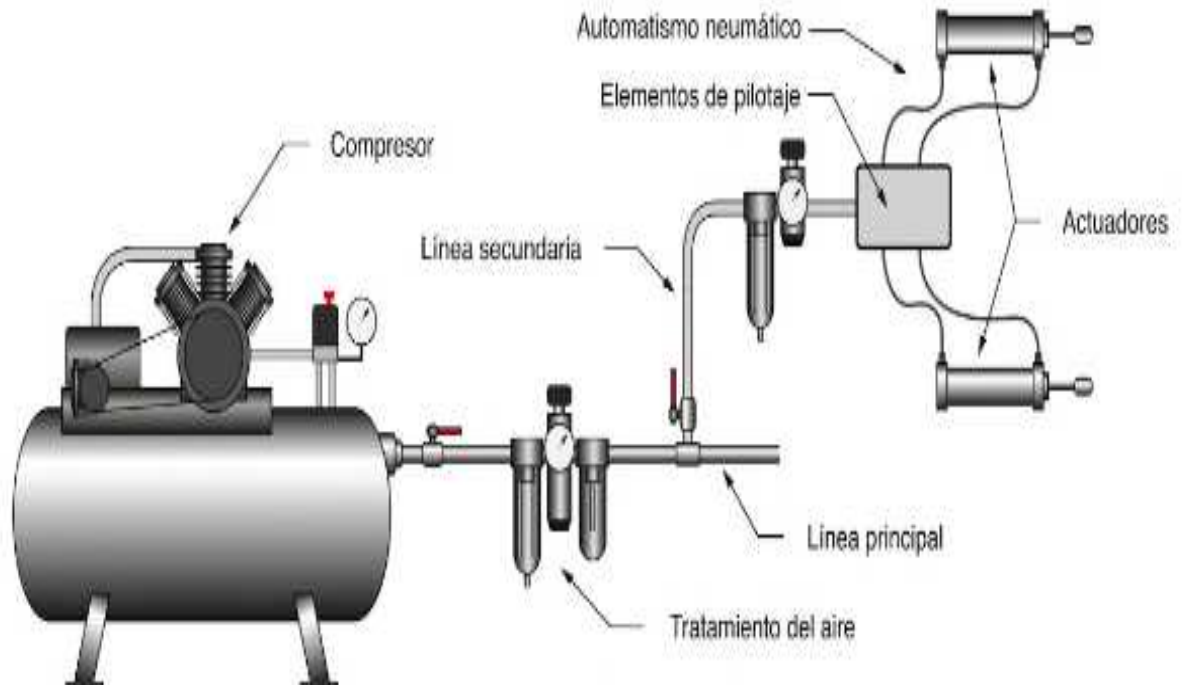


Figura 2.36: Compresor
Obtenido:(Martín & García, 2016, p. 345)

2.19.1 El compresor.

El compresor es un equipo que permite comprimir y almacenar el aire a presión para poder emplearlo posteriormente en la instalación. Los compresores pueden ser: de paleta, soplantes o de tornillo. En cualquier caso, para su funcionamiento, todos ellos requieren un sistema de alimentación eléctrica y un acumulador o pulmón para el almacenamiento del aire comprimido. Los compresores disponen de un presostato que permite detener el proceso de compresión del aire, una vez conseguida la presión de salida necesaria para las aplicaciones a él conectadas. (Martín & García, 2016, p. 345)



Figura 2.37: Compresor de aire comprimido
 Obtenido: («Pierdele el miedo a la neumática») 2017.

2.19.2 Unidad de mantenimiento

La unidad de tratamiento de aire permite llevar el aire, en las mejores condiciones posibles, a los dispositivos del sistema para evitar así su deterioro y posteriores fallos de funcionamiento. Esta consta de los siguientes elementos:

- ✓ **Filtro de aire:** mantiene el aire limpio de partículas e impurezas que podrán ser enormemente perjudiciales para los componentes del sistema.
- ✓ **Purgador:** permite la evacuación de la condensación del agua que producir la oxidación y el deterioro de los elementos.
- ✓ **Lubricador:** lubrica los componentes, para una mejor respuesta, mediante la pulverización de una pequeña cantidad de aceite en el interior de la instalación.
- ✓ **Regulador:** ajusta la presión de salida mediante un sistema de regulación manual.
- ✓ **Manómetro:** muestra, mediante un indicador de aguja, la presión que existe en este punto de la instalación. (Martín & García, 2016, p. 345)



Figura 2.38: Unidad de mantenimiento
 Obtenido: («Pierdele el miedo a la neumática.») 2017

2.19.3 Simulador CADe_SIMU

Este programa nos permite crear circuitos eléctricos insertando varias simbologías que se encuentran en la biblioteca de dichos programa y conectándolos entre sí para después ejecutar la simulación. En el modo simulación nos permite revisar el estado de cada elemento en funcionamiento y resalta los conductores por donde se encuentra un flujo de energía. (Martin, 2018)

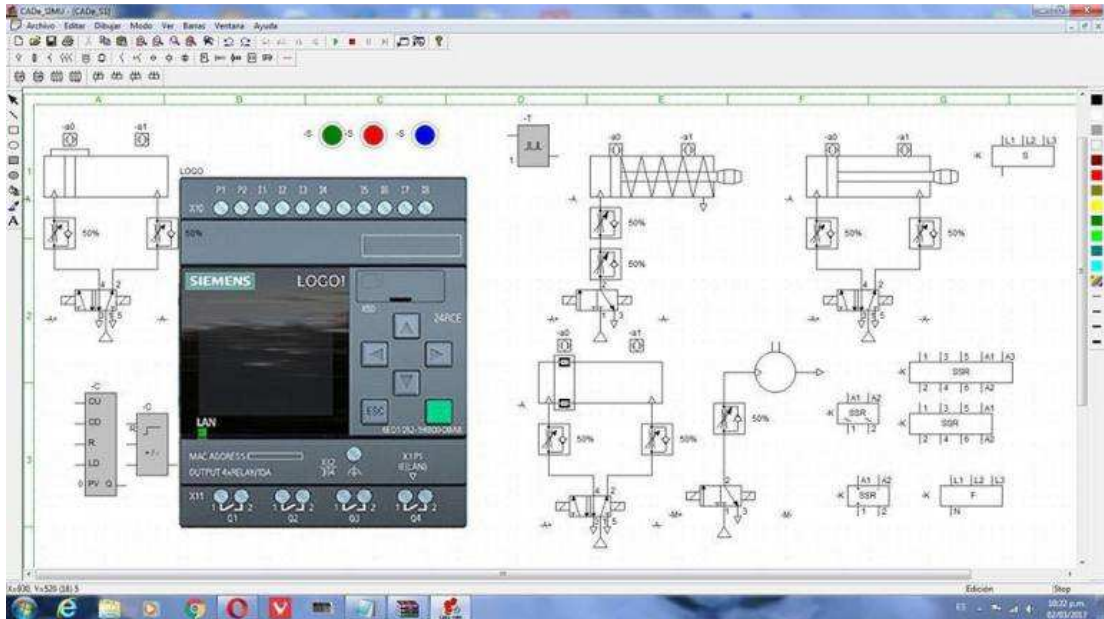


Figura 2.39: CADe_SIMU.
Obtenido: (Martin, 2018)

2.19.4 FESTO FluidSIM

Es un software que nos permite crear y simular circuitos de sistemas neumáticos e hidráulicos de forma muy didáctica de fácil manejo, este sistema tiene cuenta con editor de circuitos didácticos que contiene información detallada de todos los componentes incluye videos, todas sus funciones son muy fáciles de usar, contiene basta posibilidades de comunicación, además de animaciones y dibujos de cilindros y válvulas neumáticas. («FluidSIM 4.5 Neumatica e Hidraulica Full», s. f.)

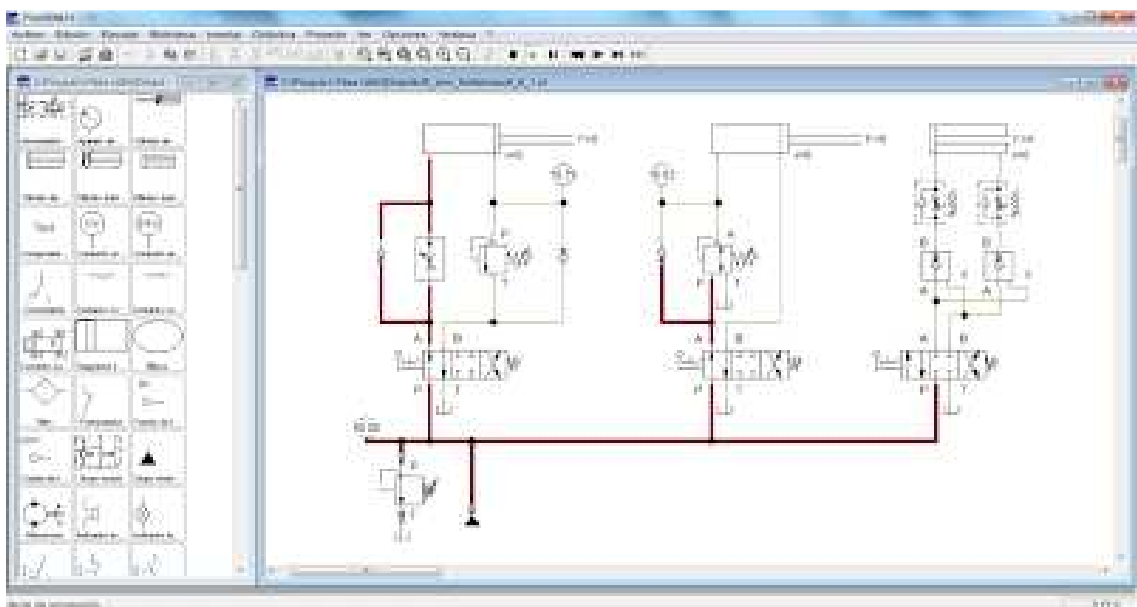


Figura 2.40: Circuito neumático FluidSIM

Obtenido:(«FluidSIM 4.5 Neumatica e Hidraulica Full», s. f.)

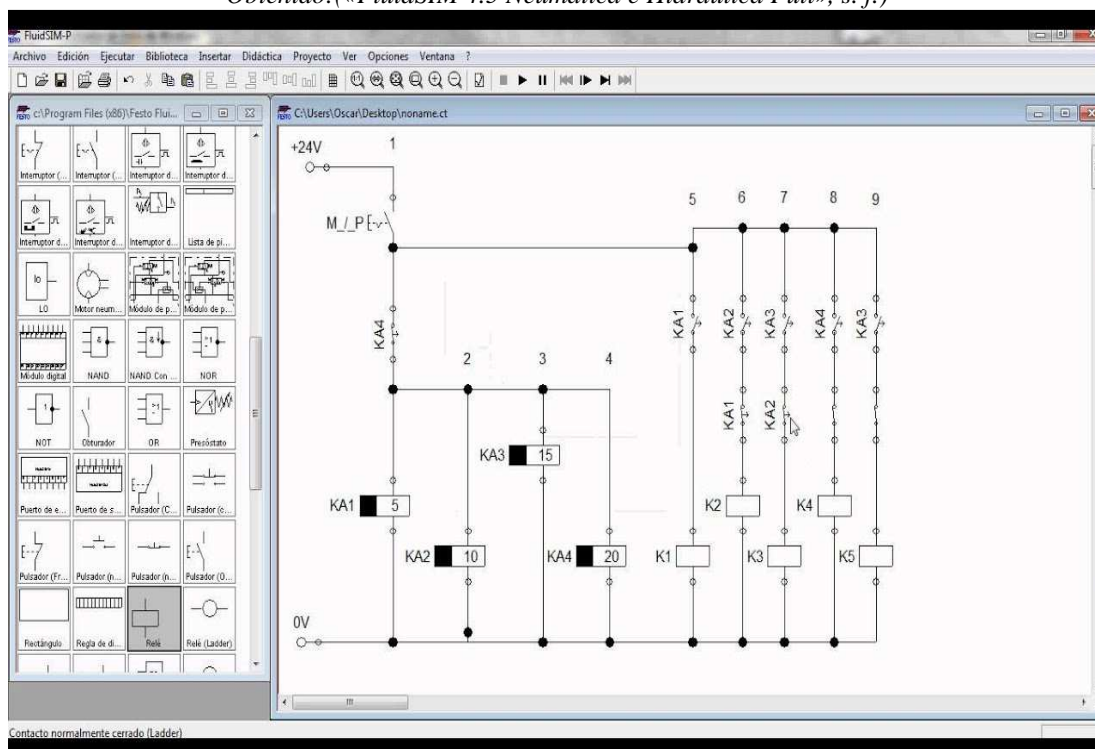


Figura 2.41: Circuito electroneumaticos FluidSIM
Obtenido:(«FluidSIM 4.5 Neumatica e Hidraulica Full», s. f.)

2.20 LOGO! Software

El software LOGO Soft Comfort permite una creación y configuración de programas de usuarios muy fácil y rápido, utilizando sus funciones respectivas y su conexión mediante arrastrar y soltar. Se puede configurar automáticamente las comunicaciones y visualizaciones en vista de red. Así como también se pueden visualizar hasta un máximo de tres programas a la vez uno atrás del otro. Pueden arrastrarse fácilmente las señales entre los programas. (SIEMENS, s. f.-a)

Es muy útil hacer programas de conmutación paso a paso, simularlo y probarlo en la computadora, esto ayuda a solucionar problemas en menos tiempo, Los bloques que se usan frecuentemente se guardan en una biblioteca de macros para así reducir tiempos cuando se valla a crear un nuevo programa. (SIEMENS, s. f.-a)

El software proporciona documentación detallada y de los proyectos, como cambio en los programas, comentarios y configuración de parámetros. Se pueden actualizar y procesar los programas que fueron creados en versiones antiguas cuando trabajas con la última versión, la visualización de la última versión de LOGO! 8 contiene 6

caracteres por cada 16 líneas por mensaje de texto. En la pantalla externa, se pueden mostrar 6 caracteres por cada 20 líneas.(SIEMENS, s. f.-a)

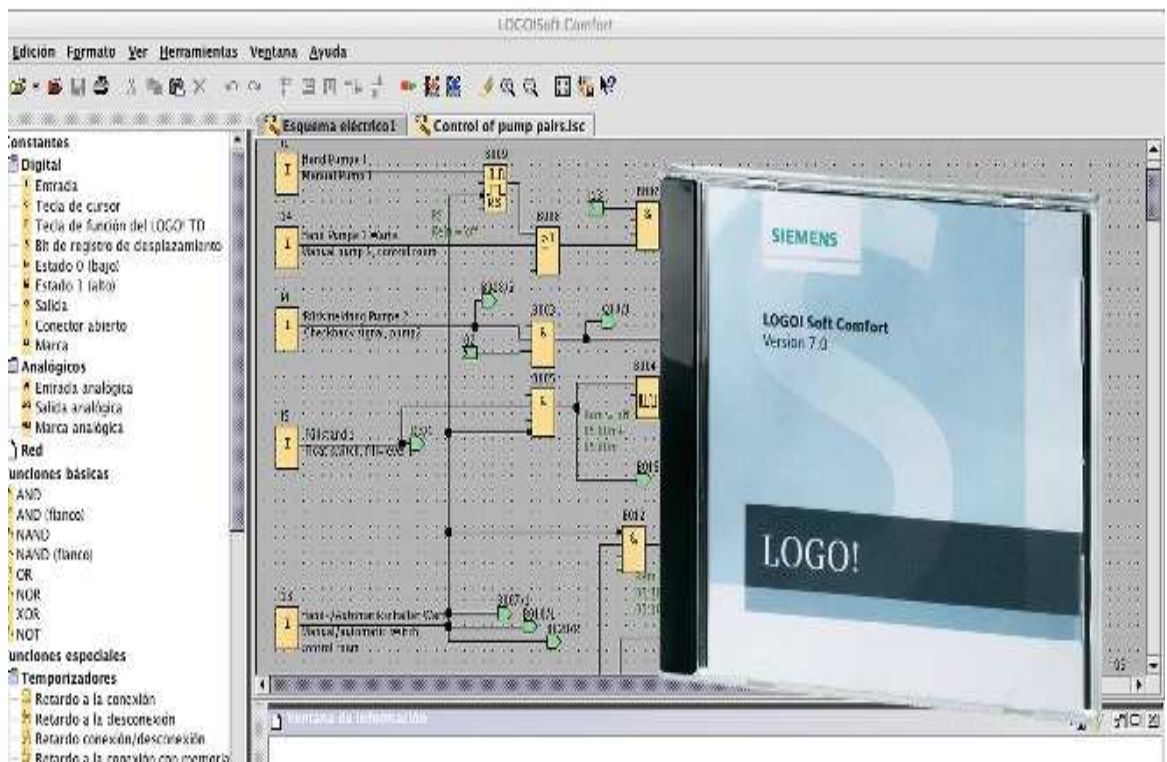


Figura 2.42: .LOGO Soft Comfort
Obtenido:(Logo, 2014)

CAPÍTULO III

3.1 Levantar información y diagnóstico de la situación actual de la máquina Cableadora.

En el siguiente capítulo se procederá al levantamiento de información del estado actual de la Cableadora tubular y los problemas de la Cableadora convencional.

La Cableadora no tiene gabinete eléctrico de control, la máquina llega un motor de 60 hp de corriente continua sin tablero de control, en la caja de cambio vino incorporada una bomba de lubricación con motor eléctrico de voltaje 220v-380v, los mecanismos de frenado no cuentan con los actuadores para el accionamiento de frenado del tubo.

La máquina cuenta con un Capstan de doble polea para la tracción de cable que está ligado a la caja de transmisión con un eje de transmisión, este Capstan es el que da de acuerdo al cambio que el operador habilite, el paso de torsión.

El bobinador es independiente y tampoco cuenta con gabinete eléctrico de control, el sistema elevador de bobina es hidráulico, el ajuste de bobina cuenta con motores de 1 hp a 440 v

Para la automatización de Cableadora tubular se necesita saber las deficiencias y problemas frecuentes de la Cableadora convencional los cuales se muestran a continuación:

1. Daños mecánicos frecuentes.
2. Falta de planos eléctricos de tablero de control.
3. Dimensionamiento incorrecto de los equipos de fuerza y control.
4. Demora en cargar la máquina.
5. Operación insegura.

Se encontró que el operador se toma alrededor de 2 horas para cargar la máquina con la materia prima, y el proceso de producción es inseguro debido a que las bobinas son colocadas en el tambor, girando las bobinas para entorchar el cable.

El sistema de ajuste de las bobinas está compuesto de un juego de sujetadores, el sujetador superior pin y el sujetador inferior tipo plato donde se asienta la bobina, este sistema problemas al momento de cargar la maquina debido a que el operador debe asegurarse de ajustar bien los sujetadores para evitar que la bobina se salga y cause un accidente o la muerte de algún compañero.



*Figura 3.43: Sujetadores de bobina.
Obtenido: Ecuacable S.A.*



*Figura 3.44: Bobina ajustada en tambor de Cableadora.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

El sistema de frenado de la Cableadora tubular es manual, el operador debe pisar un pedal que está ubicado en la parte baja de la máquina para accionar la zapata de asbesto para detener la marcha, la cual toma varios minutos.

La protección está hecha con malla y tubos, no está fija al piso y se desliza sobre 2 ángulos, por lo cual no garantiza la seguridad del operador y la de sus compañeros al momento de poner en marcha la Cableadora.



*Figura 3.45: Tambor de Cableadora.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Todo el movimiento de la máquina es por transmisión mecánica por poleas con bandas, ejes, piñones y cadenas, desde el tambor hasta el bobinador.



*Figura 3.46: Transmisión mecánica.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

El sistema de inversión de giro es muy inseguro ya que se lo realiza por transmisión mecánica, donde el operador tiene que intervenir metiendo sus manos en la caja de piñones para cambiar el giro dependiendo del producto fabricar.



*Figura 3.47: Plano circuito de fuerza
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Los principales gastos de esta máquina se dan en los ejes sin fin elevadores de bobinas, debido al peso excesivo se desgasta muy rápido el hilo de las tuercas y también hilo de los mismos ejes, en muchas ocasiones han llegado a doblarse dichos ejes, y por estos daños la máquina para por muchas hora o incluso días.

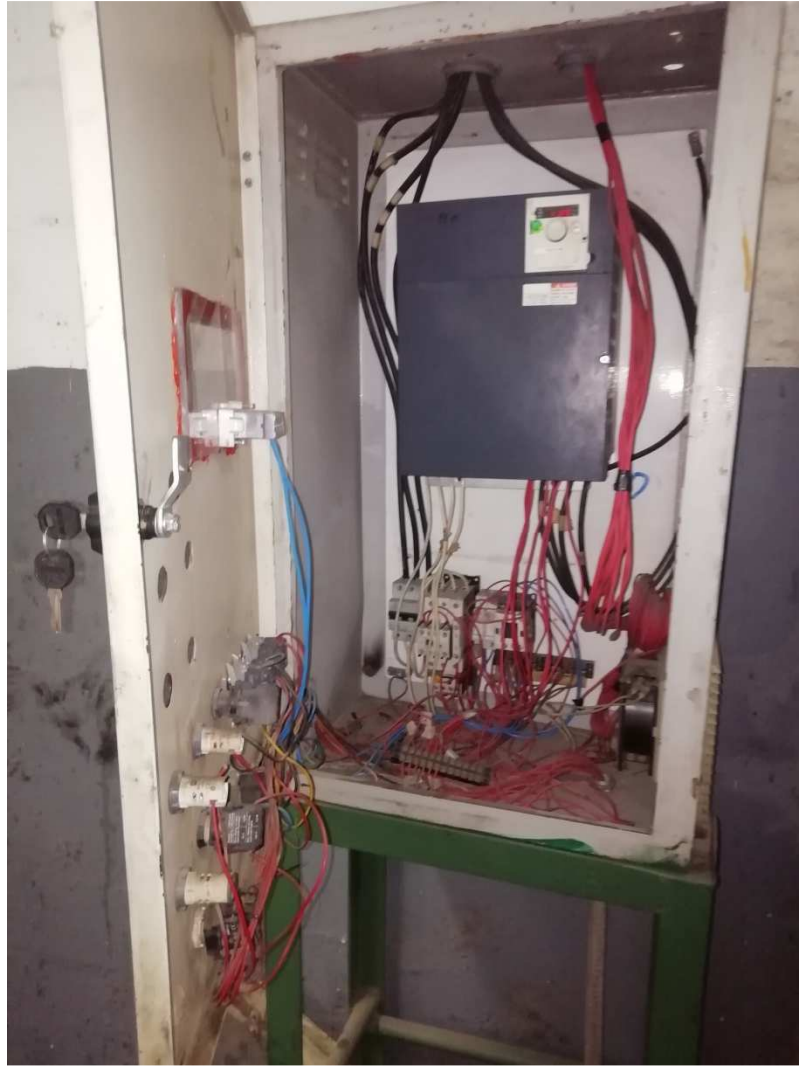


*Figura 3.48: Plano circuito de fuerza
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Otros daños frecuentes en el mismo bobinador son las transmisiones de cadena de los elevadores y los rodamientos del mismo.

El tablero de control es muy pequeño y en el sistema eléctrico no hay una buena distribución de los equipos, no hay orden en el cableado, y no existen planos de dicho tablero de control, por lo que al presentarse un problema de índole eléctrico, es difícil resolverlo con rapidez.

Los elementos de protección no están bien dimensionados de acuerdo con equipos instalados, como motor principal y el motor elevador del bobinador, esto ocasiona que se quemen los motores generando gastos innecesarios que se reflejan en el costo del producto debido a que tienen que parar la máquina por varios días.



*Figura 3.49: Plano circuito de fuerza.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

3.2 Diagnóstico de la situación actual de las máquinas Cableadoras.

Habiendo revisado el estado de la Cableadora tubular se debe realizar lo siguiente pasos, para el diseño y selección del tablero de control de la Cableadora tubular con las debidas protecciones.

Para la fabricación del tablero de control se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Toma de datos de placa de características de los motores.
2. Selección de protecciones para los motores y sistemas de control.
3. Selección de variadores según placa de características de motores
4. Diseño del cableado de fuerza y control del tablero de la máquina.
5. Creación del programa con el software LOGO Soft Comfort.
6. Simulación de programa y corrección de posibles fallas.
7. Creación del programa con el TIA PORTAL.
8. Simulación de programa y corrección de posibles fallas.
9. Corrección de fallas en programa.
10. Configuración de los variadores.
11. Configuración de comunicación entre LOGO y HMI.
12. Ingresar programa en LOGO.
13. Ingresar programa en pantalla HMI SIEMENS
14. Pruebas y puesta en marcha.

Para el proceso de trenzado del cable en la Cableadora tubular, el motor principal de (75H/460V/1780 rpm/91.5Amp/60Hz), debe hacer girar el tubo en ambos sentidos, el sentido de giro de la tubular dependerá del producto a fabricar, para el caso del trenzado de cable de aluminio, el giro será a la derecha y para el trenzado de cable de cobre, el giro será a la izquierda.



Figura 3.50: Placa de características motor principal
Obtenido: Ecuacable S.A.

El tubo contara con un sistema de frenado neumático que consta de una unidad de mantenimiento, 4 cilindros neumáticos controlados por una electroválvula biestables 5/2 con retorno por muelle, este sistema ayudara a que la maquina se detenga en un corto tiempo en caso de emergencias y para el proceso de carga de materia prima.



Figura 3.51: Placa de características motor principal
Obtenido: Ecuacable S.A.

Se instalara en el Capstan de la Cableadora tubular, un encoder de 1024 PPR/24vdc para medir velocidad en metros por minutos, de esa manera se cuantificara la productividad de la máquina Las Cableadora antiguas no cuentan con medidor de metros por minuto por lo que no hay un buen control de la producción, por esta razón.

CAPÍTULO IV

4 Proponer: Automatización de una Cableadora tipo tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio.

Para la habilitación de la Cableadora tipo tubular se propone la automatización y repotenciación de todo el sistema eléctrico de la máquina, diseñando un nuevo circuito eléctrico de fuerza y control; con toda la información recogida sobre los problemas existentes de las Cableadoras convencionales en el área de cableado, se cambiar la forma de operación de los procesos productivos en esta área.

Con la automatización se pretende lograr una mejor operación de los proceso haciendo que la operación o manipulación de la máquina sea más didáctica, permitiendo al operador visualizar los parámetros de operación de la máquina.

4.1 Diseño de circuito de fuerza

Se realiza el circuito de fuerza con sus debidas protecciones para el motor principal, bomba de lubricación de caja de cambio de velocidades, distribuidor de cable, bobinador y bomba hidráulica del elevador de bobinas.

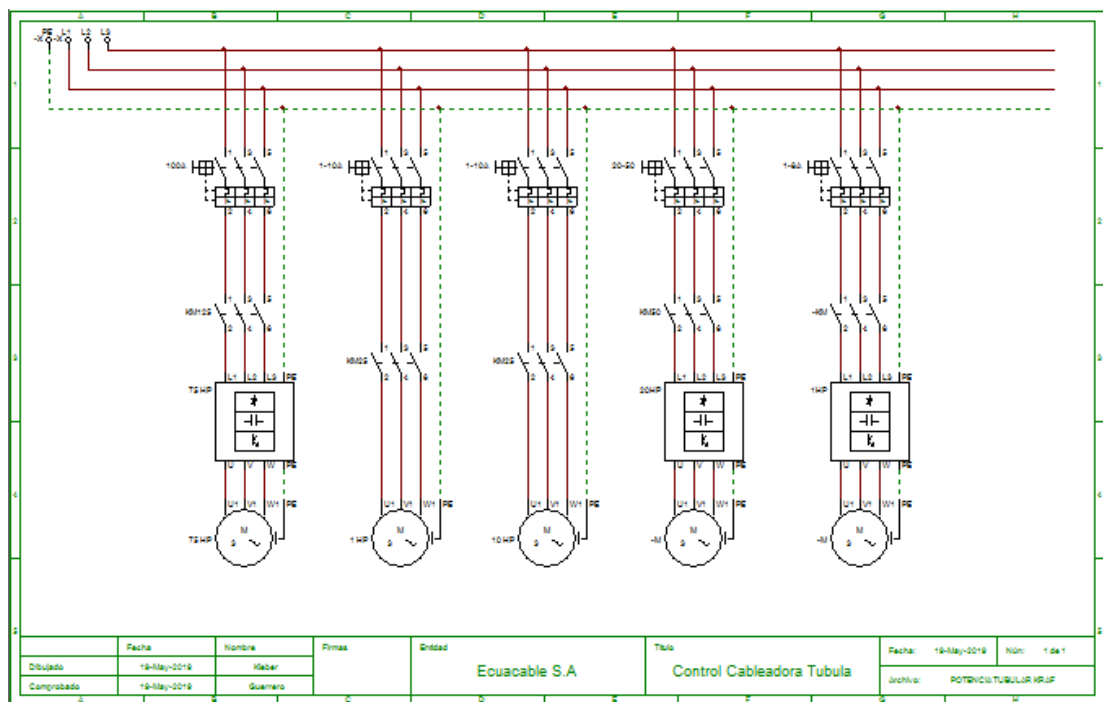


Figura 4.52: Plano circuito de fuerza
Obtenido: Ecuacable S.A.

4.1.2 Diseño de circuito de control.

Este circuito controlara todo el proceso de los equipos eléctricos de la máquina, desde el tablero principal, con pulsadores para el arranque y una pantalla HMI conectado vía Ethernet con un LOGO Siemens para la configuración de la velocidad de los motores, tensión del cable desde el bobinador junto con la activación del distribuidor de cable (espaciador), también se activara desde la pantalla el sentido giro y se podrá visualizar el metraje del producto a fabricar en la pantalla en el recuadro que indica contador de metros digital.

4.1.3 Creación del programa de LOGO.

Este programa tiene como fin garantizar la seguridad y facilitar el trabajo del operador y del técnico; el programa tendrá habilitado mensajes de texto, de esta manera por cualquier falla que se presente, mostrara un mensaje de alerta indicando el problema o fallo y el posible lugar donde ocurrió, de esta manera se reducirán los tiempos de paradas por anomalías, restableciendo la máquina para que siga su proceso productivo.

Después de realizar los planos de conexiones eléctricas y el programa del LOGO se procederá a la instalación de los elementos en el tablero metálico doble fondo de 2 puertas abatibles con las dimensiones que se muestran en la tabla 3.1.

Descripción	Medidas
Alto	180 cm
Ancho	100 cm
Profundidad	40 cm
Espesor	3 mm

*Tabla 4.3: medidas de tablero de control.
Obtenido: Ecuacable S.A.*



*Figura 4.53: Tablero eléctrico de control.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

El doble fondo del tablero sirve para poder instalar con facilidad todos los dispositivos eléctricos.

El objetivo de los Guardamotores, es la protección de los motores y bombas de la Cableadora tubular.

Los Breaker de 2 polos servirán como protección de los equipos electrónicos de control.

Se necesitara instalar un LOGO, para controlar todos los periféricos que se encuentran en el tablero de control y a lo largo de la máquina, y así poder tener señalizado el proceso de la máquina.

El LOGO **6ED1052-AMD00-0BA** con interfaz industrial Ethernet marca **SIEMENS** con dos módulos de expansión **6ED1055-1 MB00-0BA2** marca **SIEMENS** son para conexión de los periféricos tales como: pulsadores, luces piloto led, sensores inductivos, que controlaran el arranque y la parada de los motores de la Cableadora tubular.



Figura 4.54: Logo con módulo de expansión.
Obtenido: Ecuacable S.A.

Tanto el LOGO **6ED1052-AMD00-0BA** como pantalla básica HMI 4" KTP400 **6AV2 123-2DB030AX0**, estarán conectados entre sí vía Ethernet, esta comunicación facilita el trabajo de cargar y descargar información tanto del logo como de la pantalla y monitorear el proceso en línea en tiempo real y de esta forma poder realizar cambios (mejoras) en el programa de ser necesario.

Para estos equipos electrónicos se necesita una fuente de 24VDC **6EP1332-1SH43** marca **SIEMENS** para la alimentación de voltaje tanto del LOGO, módulos de expansión, micro relés, sensores inductivos, encoder trabajan con 24VDC.



Figura 4.55: Fuente de voltaje 24VDC.
Obtenido: Ecuacable S.A.

La pantalla básica HMI 4" KTP400 **6AV2 123-2DB030AX0** con interfaz industrial Ethernet marca **SIEMENS** servirá como visualizador de los mensajes de fallo, control del sentido de giro, configuración de la tensión del bobinador, velocidad del tubo de la Cableadora tubular.



*Figura 4.56: Pantalla HMI KTP 400 Siemens.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Se deberá utilizar relés enchufables con base, para prolongar la vida útil de los contactos internos del LOGO, estos relés recibirán la señal que este equipo envía, para activar la bobina de dichos relés y a través de sus contactos enviar la señal de arranque o parada a los diferentes dispositivos eléctricos instalados en el tablero.



*Figura 4.57: Micro relés enchufables.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Para energizar el tablero se contará con un arranque directo para el contactor principal, accionado por un selector de 2 posiciones que estará ubicado en la puerta del

tablero de control al mover el selector se activara el contactor principal dando paso de voltaje, energizando a todos los dispositivos eléctricos y electrónicos.



*Figura 4.58: Arranque directo.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Una vez energizado todos los dispositivos eléctricos y electrónicos, se podrá activar cualquier motor presionando el pulsador de marcha de color verde el cual estará identificado para esta acción, la señal que envía el pulsador será recibida por el LOGO que a su vez envía una señal de salida hacia los variadores para que proceda a dar arranque siempre y cuando las protecciones estén desactivadas indicando que es seguro arrancar la máquina.

Para la parada de los motores se presionara el pulsador de paro de color rojo que estará correctamente identificado para esta acción, de la misma forma que el pulsador de marcha la señal es recibida por el LOGO que a su vez envía una señal de salida hacia los variadores para que proceda a detenerse.



*Figura 4.59: Motor principal con caja de cambio de velocidades para paso de torsión.
Obtenido: Ecuacable S.A.*



*Figura 4.60: Motor de take up o bobinador.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Para el cambio de giro de la maquina el operador tendrá que dirigirse a la pantalla y con su dedo deslizar la barra que indica el sentido de giro de la máquina, ajustándola según el producto que valla a fabricar sea este de cobre o aluminio.

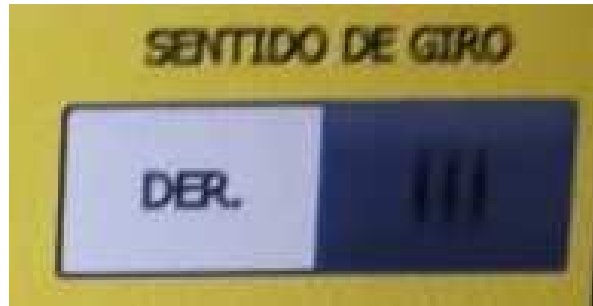


Figura 4.61: Cambio de sentido de giro derecha o izquierda.
Obtenido: Ecuacable S.A.

Para la regulacion de velocidad de la Cableadora tubular el operador debe dirigirse a la pantalla al presionar el cuadro donde está los números aparecerá el teclado alfanumérico y podrá colocar la velocidad en porcentaje de 0 a 100%, para regular la frecuencia del variador de 0 a 60Hz.

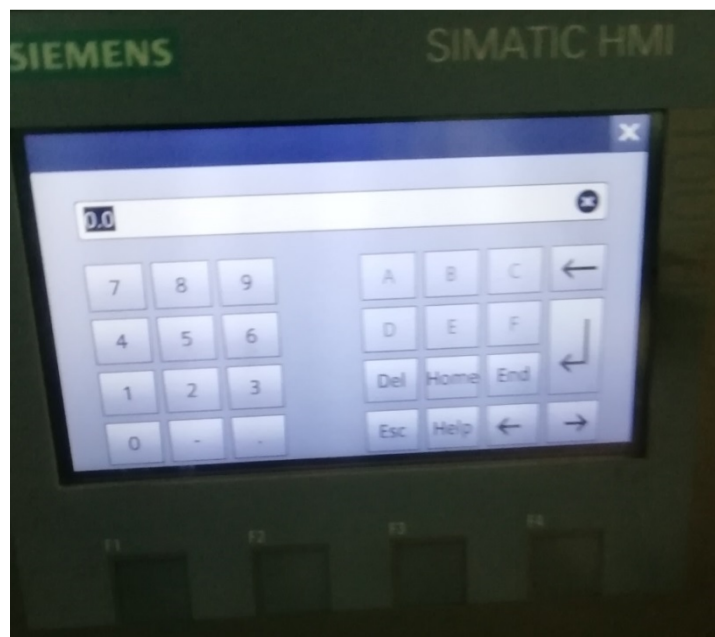


Figura 4.62: Configuracion de velocidad en porcentaje de 0 a 100%.
Obtenido: Ecuacable S.A.

El bobinador trabaja de una forma distinta al motor principal, el bobinador trabaja por regulacion de torque, para mantener tensionado el cable y así evitar que el conductor se abra después de ser entorchado para esto el operador debe presionar en la pantalla el botón que dice TAKE UP, de inmediato lo enviara a una ventana de esta pantalla donde al presionar el cuadro donde está los números aparecerá el teclado alfanumérico que le permitirá ingresar el valor del torque en porcentaje de 0 a 10 %, este porcentaje es fijado por el operador aplicándolo según el calibre del cable que vaya a producir.



*Figura 4.63: Pantalla de regulacion de torque take up
Obtenido: Ecuacable S.A.*



*Figura 4.64: Teclado alfanumérico.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

La máquina deberá quedar programada para trabajar en dos sentidos de giro a una velocidad máxima de 500 rpm máximo siendo esto el 100% de velocidad establecido, contara con un sistema de frenado por acción manual y por rotura de hilo.

Por acción manual quiere decir que el operador por algún motivo operacional podrá detener la marcha de la maquina presionando cualquiera de los pulsadores que estarán

en la maquina o tablero de control para que el variador disminuya la velocidad en rampa en un tiempo determinado para después activar los frenos mecánicos y así detener por completo la máquina.

Por rotura de hilo quiere decir que de haber algún hilo o alambre que se esté produciendo a una velocidad determinada el hilo roto será detectado por un anillo a la salida de la maquina activando inmediatamente los frenos mecánicos deteniendo la marcha de la maquina en menos tiempo, esto es para evitar que el cable avance hasta el bobinador con un hilo faltante y el operador pueda corregir en menos tiempos el inconveniente.

En el volante se instalara un encoder Autonics de 1024 PPR (pulsos por revolución) que estar conectado con un medidor de pulsos, este será el encargado de mostrar la velocidad de producción de la maquina en metros por minuto, este dispositivo permitirá llevar un mayor control de la producción.



*Figura 4.65: Encoder Autonics 120 ppr.
Obtenido: Ecuacable S.A.*

Para la entrega de este trabajo se estima un tiempo aproximado de 5 semanas como indica el plan de trabajo realizado en Proyect Professional a continuación.

4.1.4 Plan de trabajo

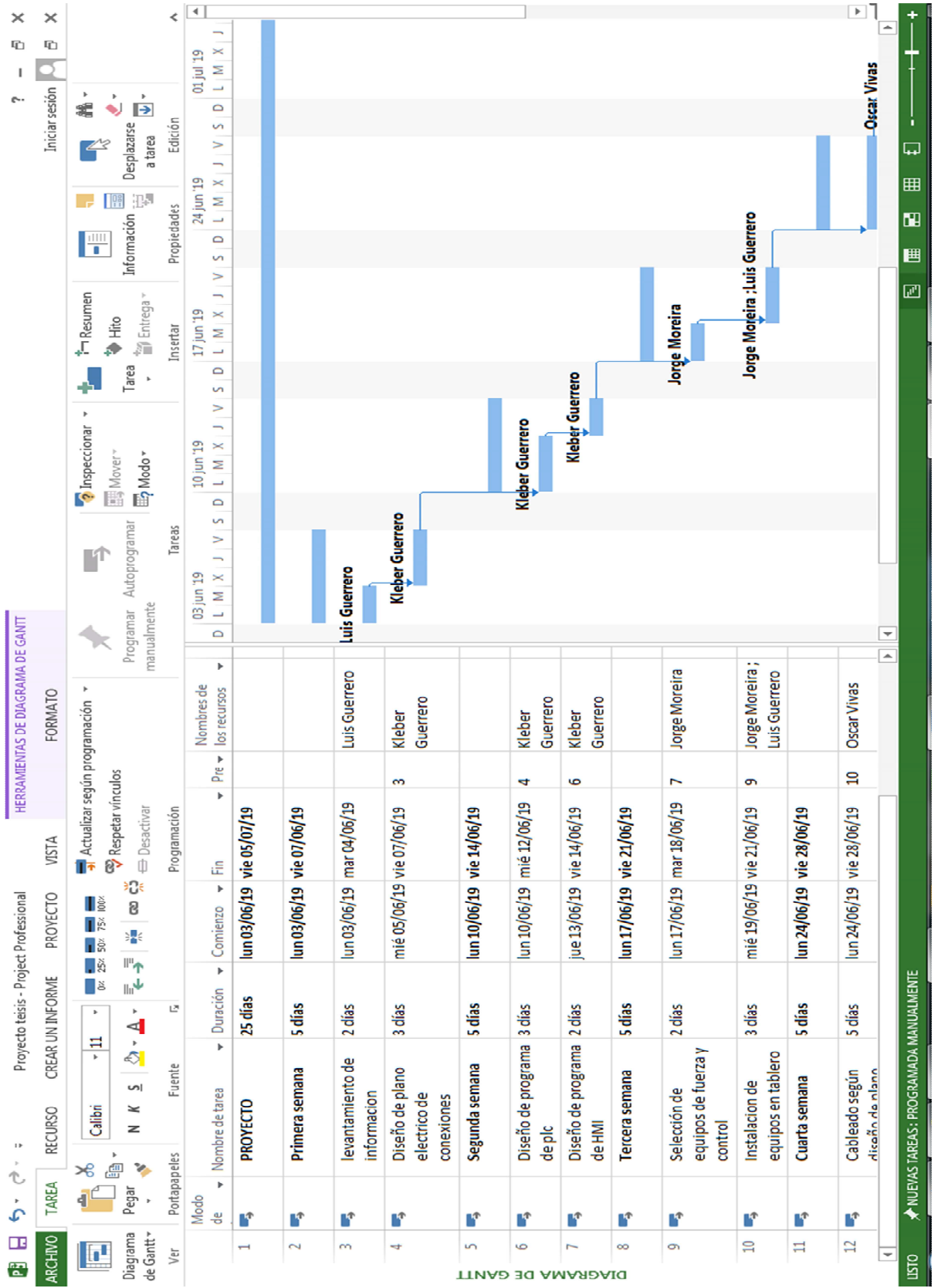
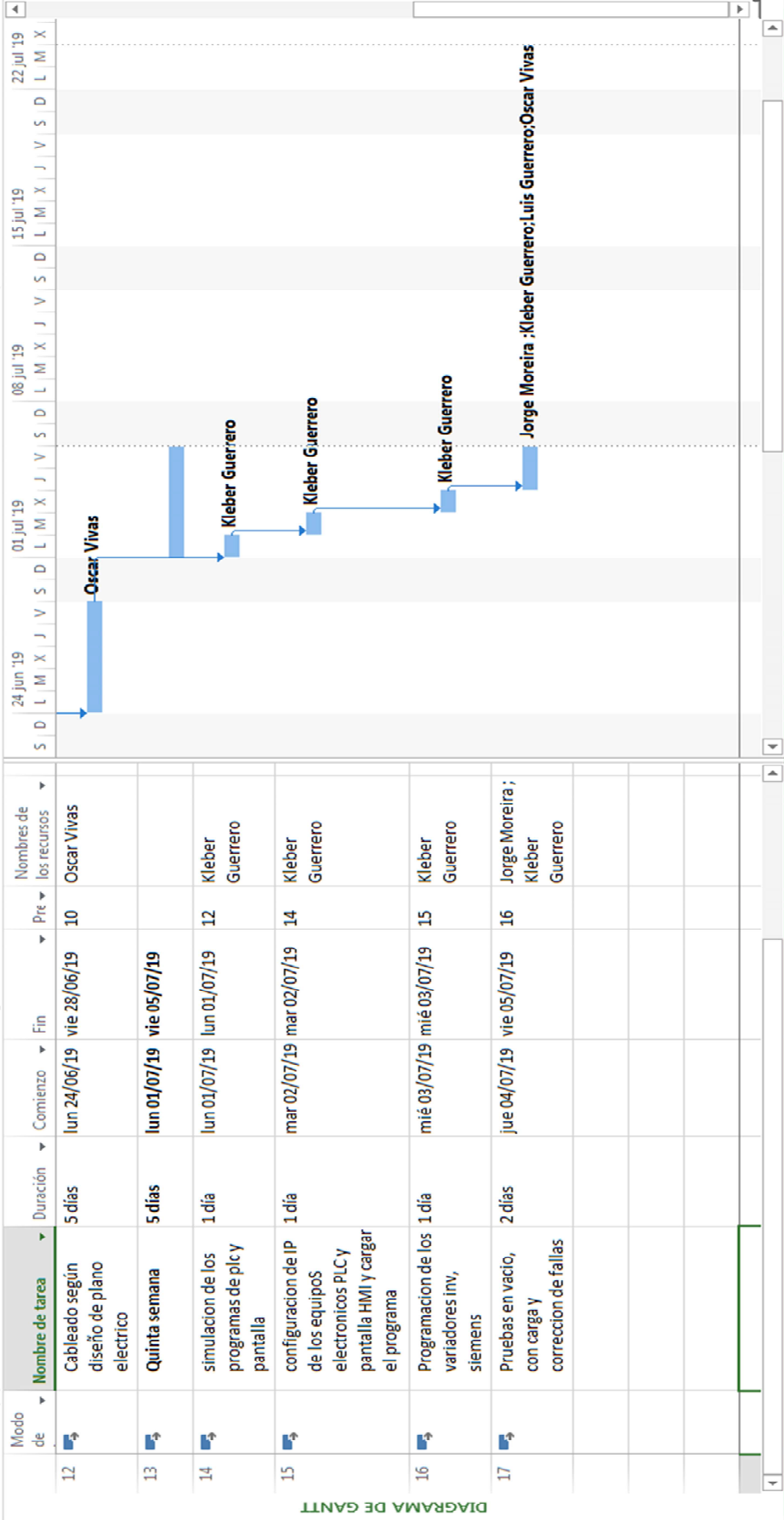


Diagrama de Gantt Ver Portapapeles Fuente 11 Calibri 0% 25% 50% 75% 100% Actualizar según programación Respetar vínculos Desactivar



CAPITULO V

5.1 Análisis económico de la propuesta de automatización de la maquina Cableadora tipo tubular.

El proyecto de automatización de la Cableadora tipo tubular se realizara en área de cableado dentro de la las instalaciones de la empresa Ecuacable S.A. Guayaquil consistirá en la fabricación e instalación de un tablero automático que controlara el proceso de movimiento de la Cableadora tipo tubular, también controlara el sistema de freno neumático mediante cilindros neumáticos y electroválvulas.

Este proyecto se llevara a cabo bajo las siguientes condiciones y restricciones.

1. Este proyecto se ejecutará con personal de mantenimiento eléctrico de la planta Ecuacable S.A. durante su jornada normal de trabajo.
2. Los equipos electrónicos se instalaran bajo recomendaciones de fabricante.
3. La contratación de personal externo queda bajo aprobación del jefe de mantenimiento.
4. El pago a contratistas se efectuara, por el informe entregado por el jefe de mantenimiento.

PRESUPUESTO PARA LA HABILITACION DE UNA CABLEADORA TIPO TUBULAR		
ITEM	DESCRIPCION	MONTO
1	SERVICIO DE MANTENIMIENTO EXTERNO	8.461,50
2	PERSONAL ELECTRICO DE PLANTA	519
3	INSUMOS	32.519,58
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	41.500,08

*Tabla 5. 4: Costo del proyecto
Obtenido: Ecuacable S.A.*

La lista de los materiales fueron seleccionados de acuerdo con la potencia de la maquina según recomendaciones del vendedor para la habilitación y puesta en marcha del proyecto de automatización de la Cableadora tubular, para más información sobre los materiales a utilizar en este proyecto revisar la siguiente página.

5.2 Utilidad por ventas y ahorro en mano de obra.

Con la habilitación de la Cableadora tubular se obtendrá un ahorro de mano de obra (MO) y una utilidad por excedente de ventas del 10%, en comparación con la facturación de las Cableadoras actuales como lo indica la siguiente tabla.

UTILIDAD POR EXCEDENTE DE VENTA 10 %			
Descripción	Ventas 2017 \$	utilidad Anual	Utilidad adicional
Facturación con tubular KRAFT	\$ 6,937,896.65	\$ 967,836.58	
Facturación con Cableadoras ACTUAL	\$ 6,307,178.77	\$ 879,851.44	
Incremento de facturación	10%		\$ 87,985.14
Ahorro MO			\$ 11,200
Excedente de utilidad x incremento de ventas			\$ 99,185.14

Tabla 5.5: utilidad por excedente de venta
Obtenido: Ecuacable S.A.

AHORRO EN MANO DE OBRA					
Descripción	MO Actual actual	Mano Obra Kratf	Ahorro personas	Ahorro Mes	Ahorro Anual
Mano Obra directa	4	2	2	1600	\$ 19,200
Liquidación Pers.			2		-\$ 8,000
Ahorro Anual Mano Obra					\$ 11,200

Tabla 5.6: Ahorro de mano de obra
Obtenido: Ecuacable S.A.

5.3 Recuperación de la inversión.

Haciendo el estudio de costo beneficio se calcula que la recuperación de la inversión de la máquina Cableadora tubular se la obtendrá en un tiempo aproximado de 1 año como se muestra en la siguiente tabla.

INVERCION Y RECUPERACION DE LA INVERSION					
Costo Maq Tubular	Gasto por obra civil	INVERCION TOTAL	Utilidad X Excedente/venta	Recuperación Años	Habilitación de máquina
\$ 75,945.73	\$ 28,526.00	\$ 145,971.81	\$ 99,185.14	1.47	41,500.08

Tabla 5.7: Recuperación de la inversión
Obtenido: Ecuacable S.A.

5.4 Lista de materiales

Para la automatización y correcto funcionamiento de la maquina Cableadora tubular se van a necesitar los materiales que se muestran en la tabla 3, para después ubicar los equipos dentro del tablero, y proceder al cableado y alimentación de todos estos dispositivos.

código	descripción	descripción 2	cantidad	costo estimado	costo total
d130199	Diluyente laca		2	4.72	9.44
w010151	Waibe de color 1 lb		20	1.5	30
l023000	Lija hierro grano 120 #1		2	0.4	0.8
l023100	Lija hierro grano 60 #2		2	0.38	0.76
d022951	Desengrasante industrial	60 litros	1	273	273
w010151	Waibe de color 1 lb		10	1.5	15
d130199	Diluyente laca		3	4.72	14.16
w010151	Waibe de color 1 lb		20	1.5	30
d130199	Diluyente laca		3	4.72	14.16
e306150	Envase/p/diluyente		6	0.3	1.8
p120350	Perno de expansion 1/2 x 3		10	0.24	2.4
p120450	Perno de expansion 5/8x4 1/4		10	0.77	7.7
p252299	Perno expansion 3/8 x 3		10	0.21	2.1
w010151	Waibe de color 1 lb		10	1.51	15.1
l012399	Lija de agua #240 pliego 9"x11		10	0.27	2.7

p985450	Pintura anticorrosiva oxido	rojo	1	12.94	12.94
e316499	Enchufe pata gallina 30/50a	125/250v 3p 3h cuerpo de venil	1	5.51	5.51
e598650	Espatula 3" stanley mango	madera	1	1.54	1.54
s143699	Soldadura 6011 1/8" aga	1 libra	11	1.46	16.06
e317399	enchufe blindado polarizado	15a 125v 2p+3h	1	1.66	1.66
v025150	varilla hierro corrg.8mm x12m		1659	0.66	1,094.94
v025350	Varilla hierro corrg.12mm x12m		639.36	0.77	492.31
f300350	Fondo primer plomo/gris		2	18.15	36.3
d050050	Disco de corte 4 1/2x1/16x7/8		7	0.91	6.37
e598650	Espatula 3" Stanley mango	madera	2	1.54	3.08
b006099	Brocha 3		1	2.94	2.94
p600011	Pintura esmalte blanco hueso		5	12.34	61.7
d130199	Diluyente laca		5	4.72	23.6
e306150	Envase /p/diluyente		5	0.3	1.5
w010151	Waipe de color 1 lb		13	1.51	19.63
r991060	Rodamiento 22217		1	158.72	158.72
r991061	Rodamiento 22218		1	169.88	169.88
g010013	Grasa liquida		2	15	30
d130199	diluyente laca 5070990567		6	4.72	28.32

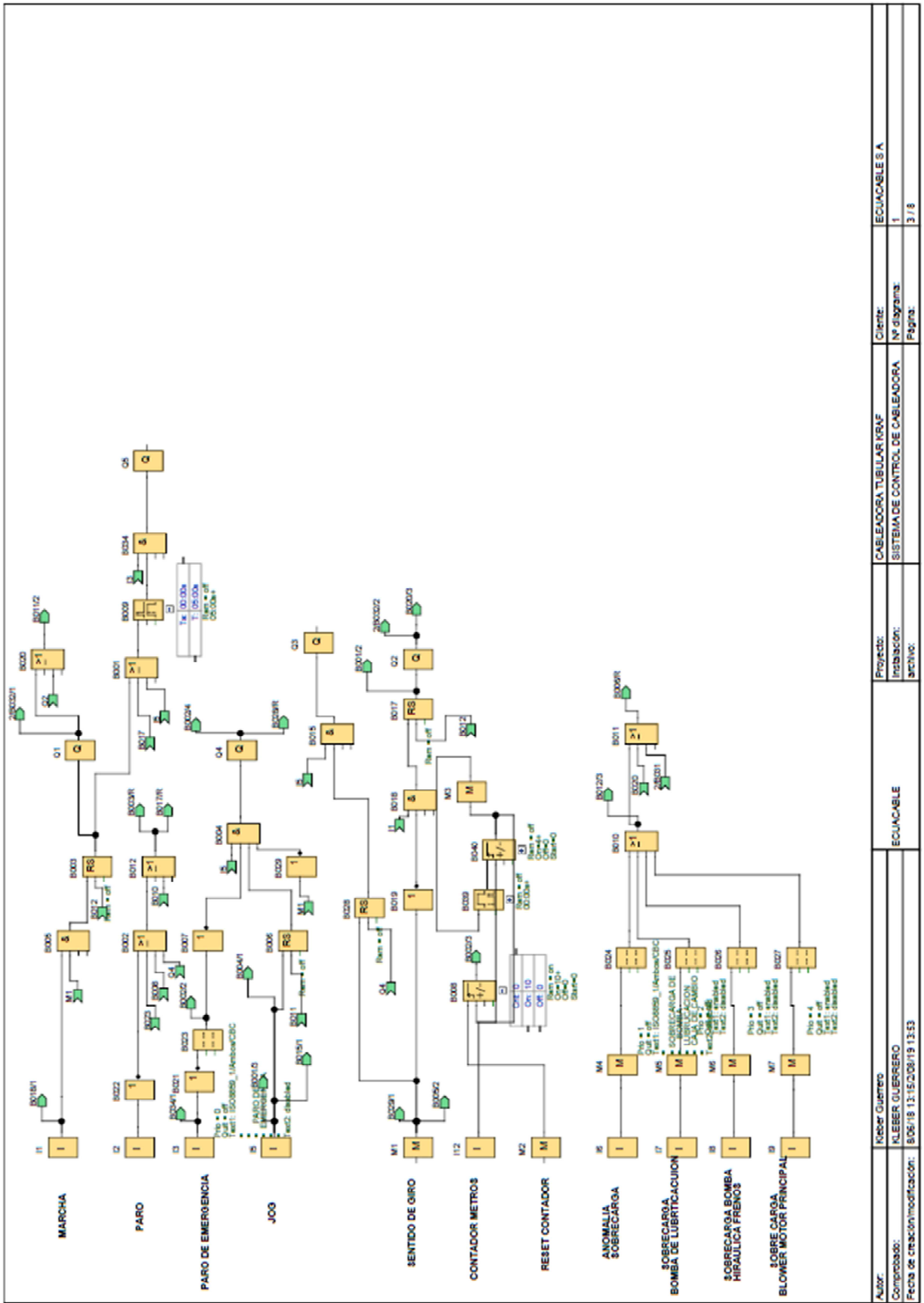
e306150	Envase/ p/diluyente		6	0.3	1.8
l023000	Lija hierro grano 120 #1		6	0.39	2.34
d130199	Diluyente laca		6	4.72	28.32
e306150	Envase/ p/diluyente		6	0.3	1.8
b002299	brocha 2		1	1.71	1.71
d130199	Diluyente laca		2	4.72	9.44
e306150	Envase/ p/diluyente		4	0.3	1.2
e598650	Espatula 3" Stanley mango	madera	1	1.54	1.54
e704699	Esmalte sintetico verde 1 gl		1	27.21	27.21
e706099	Esmalte sintetico verde	1gl	1	21	21
f300350	Fondo primer plomo/gris		2	18.15	36.3
a700299	Anticorrosivo gris m. 1 galon		2	13.04	26.08
l012299	Lija de agua #120 pliego 9"x11		1	0.27	0.27
e598650	Espatula 3" Stanley		1	1.54	1.54
p805902	Plancha hierro l/c 7/8"(20mm)	1.22x2.44m	1	523	523
c016999	Cable cu Instrumentacion 3x18	awg 300v	345	0.92	317.4
b001999	brocha de 4		1	3.97	3.97
p120450	Perno de expansion 5/8x4 1/4		3	0.86	2.58
g990399	Guantes cuero napa	Proteccion para manos	2	1.84	3.68
w010151	waipe de color 1 lb		10	1.53	15.3

m145111	Modulo logico cpu logo 8 16/24	rce 8di 24vdc/4di	1	176	176
l250599	Logo 12/24 rc	Modulo de ampliacion	1	210	210
u010110	Unidad de ampliacion logo 8	dm8 12/24r 4di/4do	1	105	105
f985599	Fuente para logo 24v/2.5a		1	118	118
d091410	Display de texto logo tde con	Puerto ethernet para logo 8	1	225	225
s910210	Software logo version 8		1	90	90
p002306	Pantalla basic hmi 4" ktp400	interfas industrial ethernet	1	529.2	529.2
v191699	Vidrio negro #10	rectangular	2	0.36	0.72
p021599	Penetrante spray		1	5.71	5.71
p120450	Perno de expansion 5/8x4 1/4		8	0.86	6.88
p989250	Pintura anticorrosiva naranja		2	15.26	30.52
p989350	Pintura amarillo caterpillar		2	14.81	29.62
p400899	Perno exagonal 5/8 x 3	g8 grueso medio	8	1	8
p120450	Perno de expansion 5/8x4 1/4		12	0.86	10.32
p991750	Pintura anticorrosiva verde		1	14.43	14.43

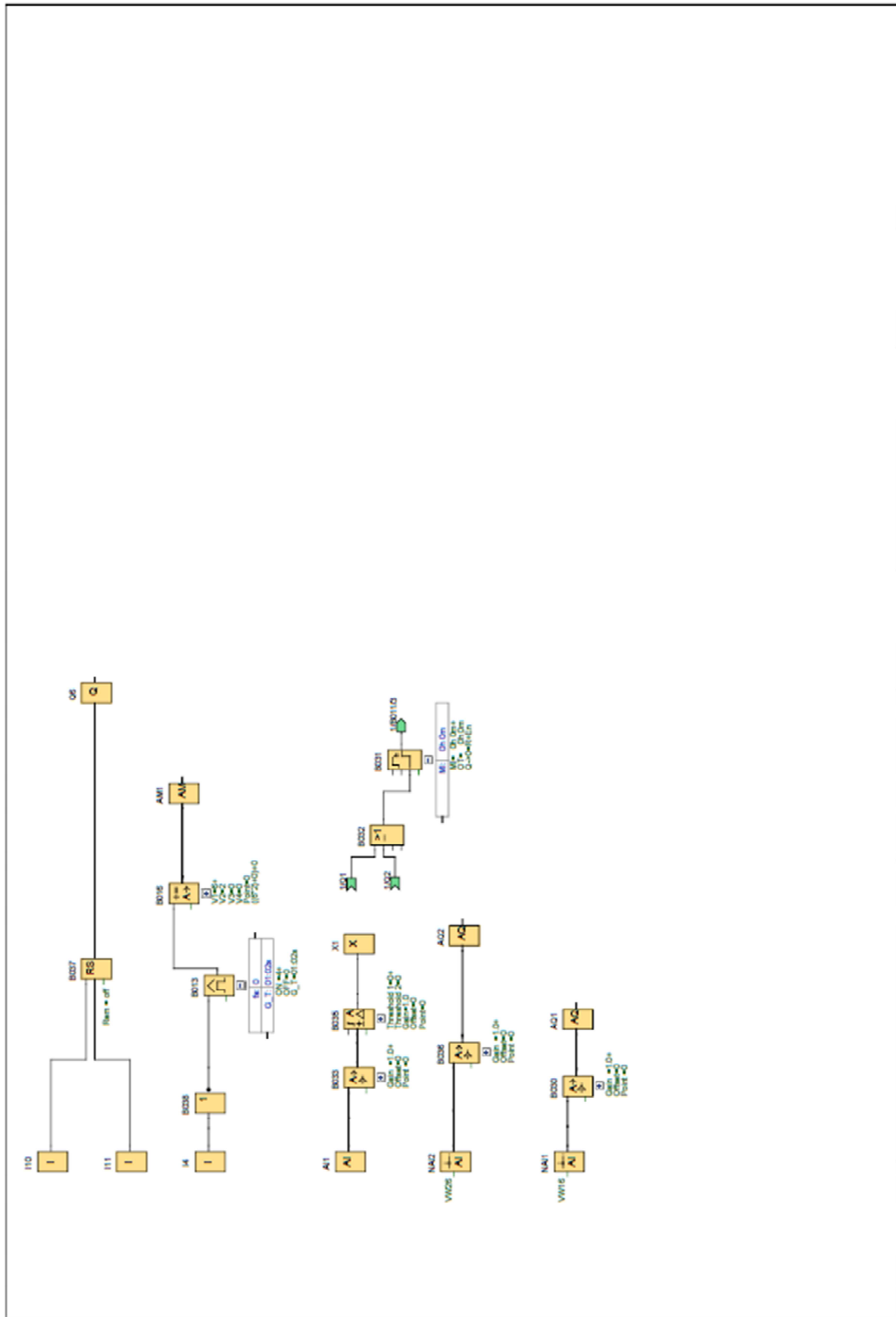
v049801	Varilla cuadrada 18 mm x 6 mt	Hierro negro	9	17.89	161.01
v308352	Viga ipn 200x90x7.5mmx6m t		9	152.61	1,373.49
v308499	Viga upn 160 x65 x7.5 x10.5mm	hierro negro	1	15.44	15.44
p980450	Pistola para tubo silicon		1	6.83	6.83
p989250	Pintura anticorrosiva naranja		2	15.26	30.52
b000199	Boquilla para oxicorte		1	8.92	8.92
d130199	Diluyente laca		6	4.84	29.04
p043900	Perno anclaje 3/4"x40x10cm		75	3.85	288.75
t949922	Tablero de distribucion tdp	300a-440v	1	575	575
w010151	Waipe de color 1 lb		9	1.53	13.77
a186750	Aceite p/engranajes 320		10	8.75	87.5
s142950	Silicon rojo		1	1.71	1.71
t720799	Tubo red. hierro 5 x 4mm		36	14.67	528.12
v191699	Vidrio negro #10	rectangular	2	0.36	0.72
v191799	Vidrio transparente	rectangular	2	0.07	0.14
s143699	Soldadura 6011 1/8"	1 libra	11	1.46	16.06
d130199	Diluyente laca		8	4.84	38.72
				total	32,519.58

Tabla 5.8: Lista de materiales
Obtenido: Ecuacable S.A.

PROGRAMA DE LOGO PLC SIEMENS

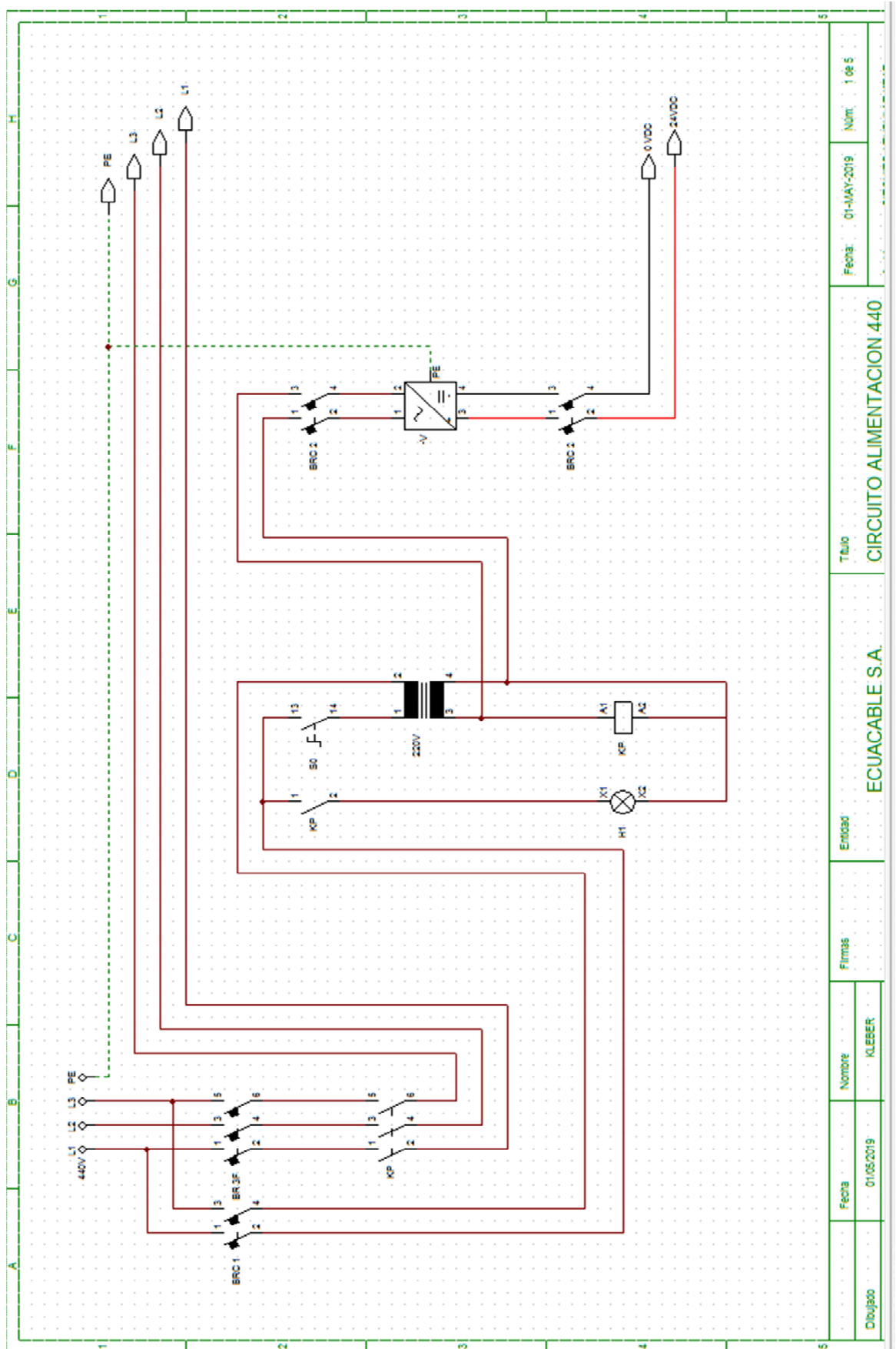


Autor:	Ruben Guerrero	Proyecto:	CABLEADORA TUBULAR KRAF	Cliente:	EQUIVABLES A
Comprobado:	RUBEN GUERRERO	Instalación:	SISTEMA DE CONTROL DE CABLEADORA	Nº diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	8/06/18 13:15:20/19 13:53	archivo:		Página:	3 / 8

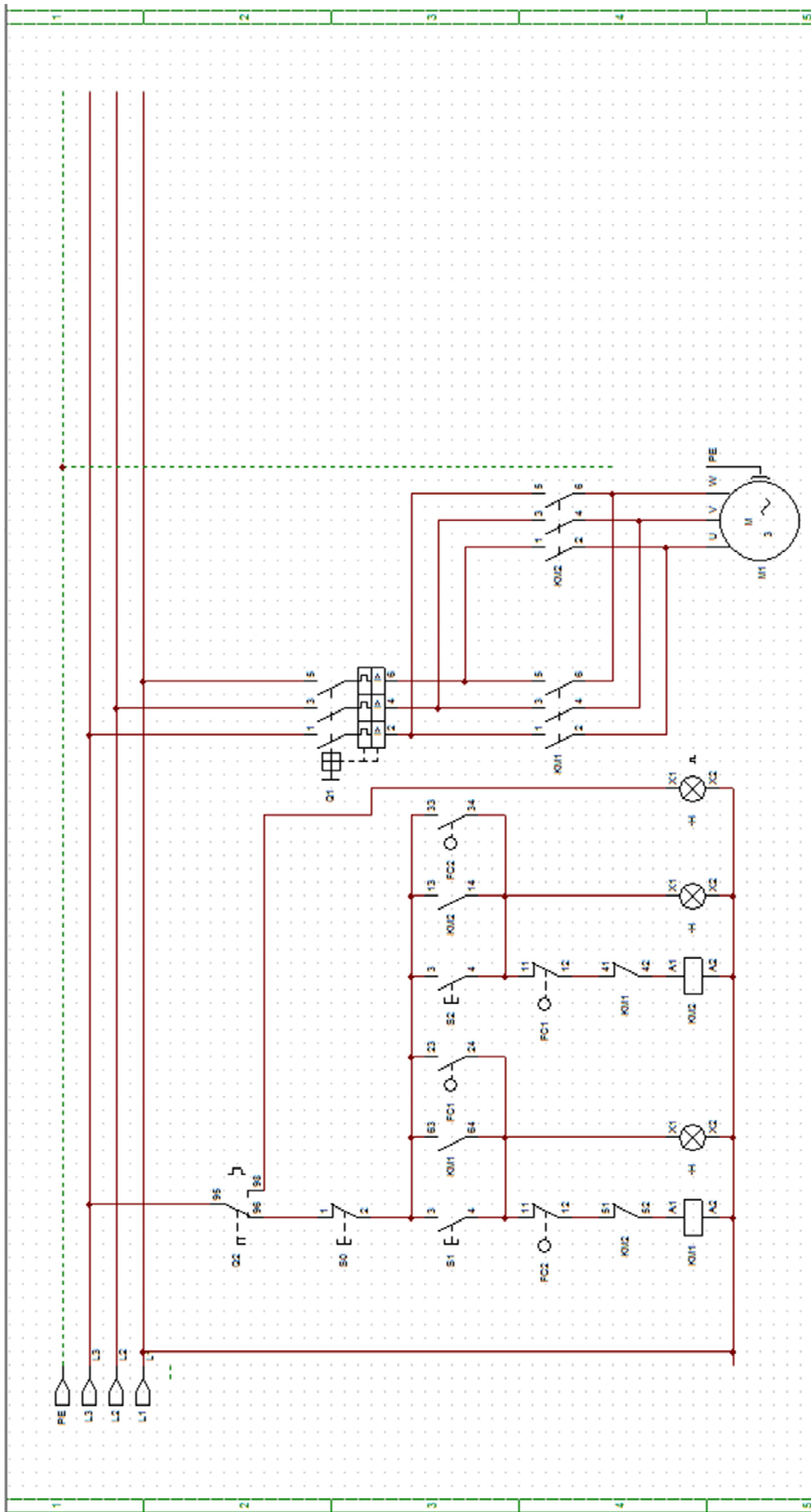


Autor:	Néstor Guerrero	Proyecto:	CABLEADORA TUBULAR KRAF	Cliente:	EQUACABLE S.A.
Comprobado:	KLEBER GUERRERO	Instalación:	SISTEMA DE CONTROL DE CABLEADORA	Nº Diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	8/05/18 13:15:20/19 13:53	archivo:		Página:	4 / 8

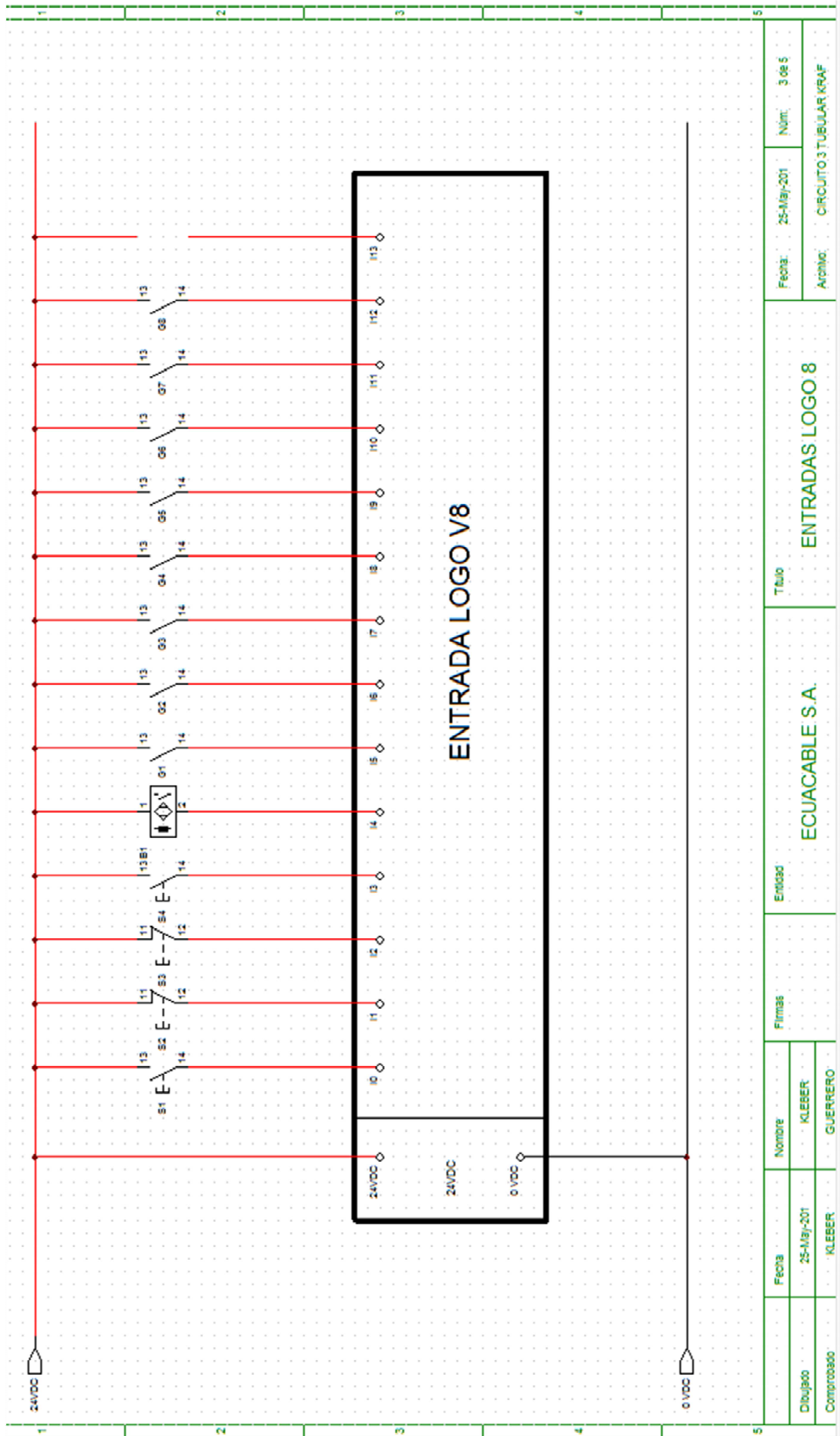
PLANOS ELECTRICOS DE CONEXIÓN



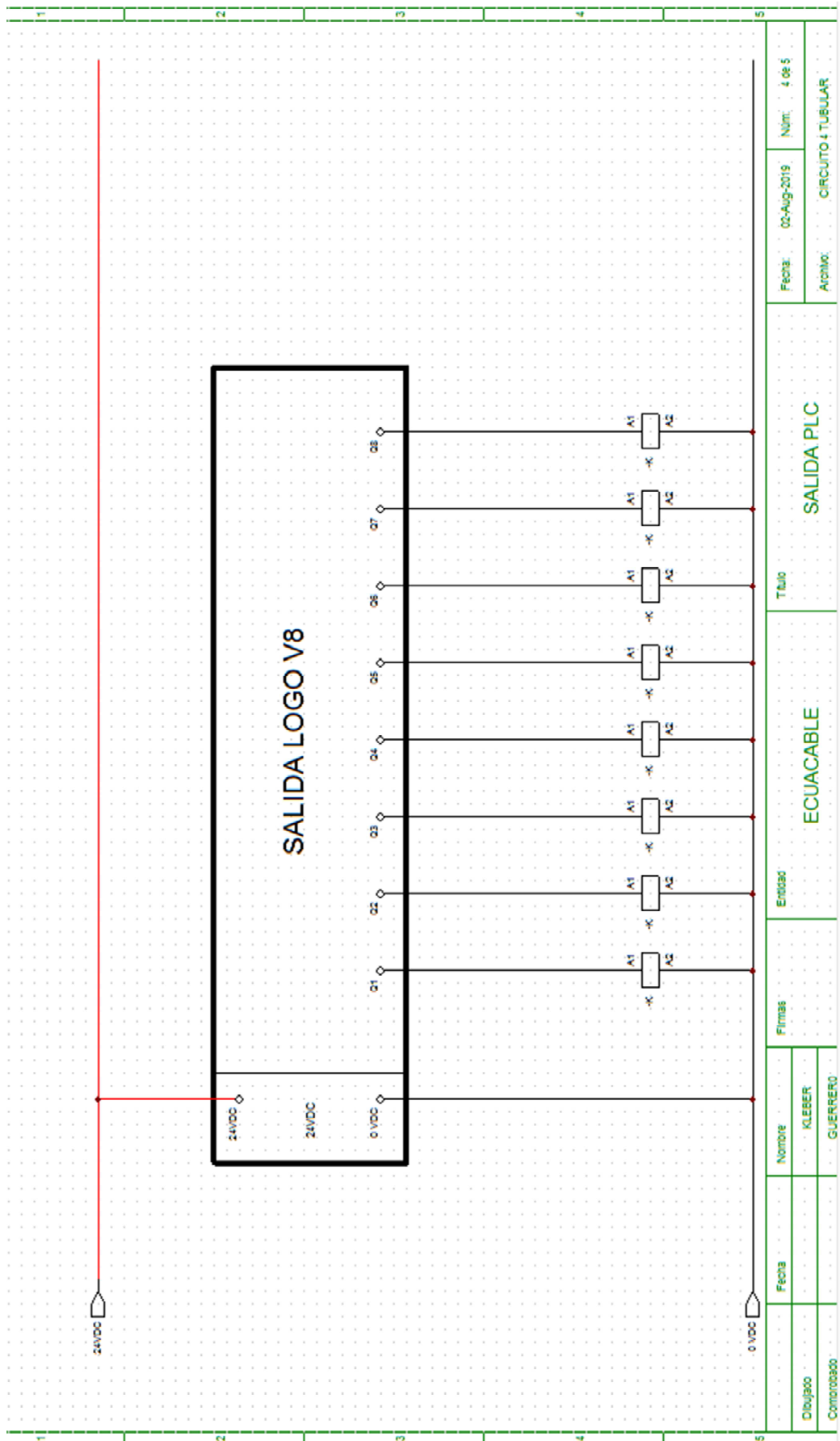
Fecha	01/05/2019	Nombre	KLEBER
Fecha	01/MAY-2019	Núm.	1 de 5
Título		CIRCUITO ALIMENTACION 440	
Ecuacable S.A.		E-0030	
Firmas			
Dibujos	Fecha	Nombre	
	01/05/2019	KLEBER	



Fecha	27-Sep-201	Núm.	5 de 5
Arabic	INVERSION DE GIRO		
Título		INVERSION GIRO ESPACIADOR	
Empresa	*ECUACABLE S. A.		
Firmas	KLEBER GUERRERO		
Nombre	*KLEBER		
Fecha			
Dibujado			



Fecha: 25-May-201		Núm.: 3 de 5	
Dibujado: KLEBER		Armo: CIRCUITO 3 TUBULAR VRAF	
Comprobado: KLEBER		GUERRERO	
Firma:		ENTRADAS LOGO 8	
Entidad:		ECUACABLE S.A.	
Tubo:		ENTRADAS LOGO 8	



FECHA:	02-Aug-2019	NÚM:	4 06 5
AUTOM:	CIRCUITO 4 TUBULAR		

TÍTULO	SALIDA PLC
--------	------------

EMISOR	ECUACABLE
--------	-----------

FIRMAS	NOTARIO
	KLEBER
	GUERRERO

FECHA	
DISEÑO	
COMPROBADO	

CONCLUSIONES

En la actualidad la Cableadora convencional es muy ineficiente por lo que es necesario el levantamiento y análisis de información de los problemas actuales de esta máquina; esto ayuda a corregir y optimizar el proceso en el área de cableado; de esta forma se llegó a la conclusión de adquirir una máquina tubular repotenciada mecánicamente la cual hay que automatizar y repotenciar eléctricamente, teniendo en cuenta los problemas de los procesos actuales.

Para poder producir cables de 7 hilos de cobre o aluminio se tomaba mucho tiempo por las constantes fallas de las cableadoras convencionales, con la propuesta de automatización de la cableadora tipo tubular se pudieron reducir los tiempos por reparación por problemas eléctricos, ya que muestra en la pantalla de operación los mensajes de error facilitándole el trabajo al técnico y al operador, en conclusión se reduciendo las paradas innecesarias aumentando capacidad de producción en esta área.

Las paradas constantes de las Cableadora convencional limitan la capacidad de producción de la planta generando un cuello de botella para la producción de cable de 7 hilos, en conclusión era necesario mejorar el proceso en el área de cableado haciendo una buena inversión para habilitar una máquina tubular repotenciada en todos sus aspectos que produzca con mayor rapidez aumentando capacidad de producción

Comparando una Cableadora convencional con una tipo tubular, se logró aumentar la capacidad producción de la planta como se muestra en la tabla 6.

COMPARATIVO DE PRODUCCION EN TURNOS DE 12 HORAS			
Descripcion	Cablea. Actual (Mt)	Tubular (Mt)	Incremento
Cableadoras	33,696	37,440	10%

*Tabla 5.9: Cuadro comparativo de producción
Obtenido: Ecuacable S.A.*

RECOMENDACIONES

Con la información adquirida sobre las fallas y problemas de la Cableadora convencional y se recomienda reemplazar las Cableadora convencionales por tipo tubulares para de esta manera aumentar más la capacidad de producción en esta área debido a que para los productos de cables desnudos, el área de cableado sería el último proceso.

Con la propuesta de automatización se habilito la Cableadora tubular, esta máquina es de vital importancia para el área de cableado por lo que se recomienda hacer un plan de mantenimiento preventivo eléctrico y mecánico para precautelar la continuidad del proceso de cableado de la máquina y la vida útil de los equipos eléctricos y elementos mecánicos.

La empresa debido a la mejora continua se vio obligada a realizar una muy buena inversión para mejorar los procesos en el área de cableado, por lo que es recomendable capacitar al personal que valla a operar la Cableadora tipo tubular para precautelar la vida útil de la máquina y sus equipos, También es recomendable elaborar un procedimiento de operación, debido a que la maquina es nueva en la planta y se opera de manera distinta a las otras Cableadoras, ya que es una maquina mucho más grande y de mucho más revoluciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Arana, L. (2017). *Variadores de frecuencia para el control de velocidad de motores asincrónicos jaula de ardilla*. (UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR). Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12956/1/T-UCE-0010-002-2017.pdf>
- Bastian, P. (2001). *Electrotecnia*. Ediciones AKAL.
- Betancourt, J. (2019). *Repotenciación de un proceso automatizado para el control, monitoreo y purificación de combustible PCA901 en un sistema de llenado de tanque HFO en la empresa Generadora Rocafuerte (Generoca) Provincia del Guayas-Ecuador* (universidad catolica santiago de guayaquil). Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12521/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-191.pdf>
- CABLEADORA TIPO TUBULAR. (s. f.). Recuperado 30 de julio de 2019, de <https://www.handingmachinery.com/product/JG500-630-Tube-twisting-machine2.html>
- CARILLO, R. P. (s. f.). Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas—PABLO ROMERO CARRILLO - Google Libros. Recuperado 25 de junio de 2019, de <https://books.google.com.ec/books?id=YonZDwAAQBAJ&pg=PA68&dq=PULSADORES+NC+NO&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjptuid6YTjAhVDu1kKHSxyCfcQ6AEILjAB#v=onepage&q=PULSADORES%20NC%20NO&f=false>
- Caruz, I., & Nicolás, M. (2018). *Mejoras de automatización enfocadas a la reducción del factor humano en la fabricación de cables de acero*. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/167958>

- Castillo, J. C. M. (2017). *Máquinas rotativas de corriente alterna (Electrotecnia)*. Editex.
- Floyd, tomas L. (2007). *PRINCIPIOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS* (octava). Recuperado de http://media.espora.org/mgoblin_media/media_entries/1455/Principios_de_circuitos_electricos.pdf
- FluidSIM 4.5 Neumatica e Hidraulica Full. (s. f.). Recuperado 29 de junio de 2019, de <https://realtronix.blogspot.com/2018/10/fluidsim-45-neumatica-e-hidraulica-full.html>
- Fowler, R. J. (1994). *Electricidad principios y aplicaciones*. Reverte.
- Garza, E. G. (2008). *Administración de la calidad total*. Editorial Pax México.
- Grande, I., & Abascal, E. (s. f.). Fundamentos y técnicas de investigación comercial—Ildefonso Grande Esteban, Elena Abascal Fernández—Google Books. Recuperado 20 de agosto de 2019, de https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=zbaaDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA19&dq=investigaci%C3%B3n+descriptiva&ots=U1VP0JzMqd&sig=PF71b5QIGgHLNJYXkJXXcmr7TKw&redir_esc=y#v=onepage&q=investigaci%C3%B3n%20descriptiva&f=false
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Pearson Educación.
- Kosow, I. L. (1977). *Control de máquinas eléctricas*. Reverte.
- La Empresa | Ecuacable. (s. f.). Recuperado 30 de noviembre de 2016, de http://www.ecuacable.ec/es/?page_id=20

Logo, S. (2014, septiembre 22). Cómo instalar Logo Soft Comfort V8 en Windows.

Recuperado 15 de agosto de 2019, de Siemens Logo website:

<http://siemenslogo.com/como-instalar-logo-soft-comfort-v8-en-windows/>

Martijena, A. P. P. (1966). *Influencia de las economías de escala en la industria de transformación del cobre y sus aleaciones*. Comisión Económica para América Latina.

Martín, J. C., & García, M. P. (2016). *Automatismos industriales*. Editex.

Martin, L. (2018, febrero 23). CADe_SIMU versión 3.0. Recuperado 29 de junio de 2019, de Automatismos Mar del Plata website: http://www.automatismos-mdq.com.ar/blog/2018/02/cade_simu-version-3-0.html

Menares, Q., & Alberto, C. (2012). *Diseño de probetas para evaluar la ductilidad de cobre con distinta pureza*. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111130>

Morales, F. (2010). *Metodología de la Investigación*. Recuperado de https://selinea.unidep.edu.mx/files/528to832_r649220160427120000289061.pdf

Motor eléctrico » Talleres Meia □ Reparación de motores. (s. f.). Recuperado 15 de agosto de 2019, de Talleres Meia website:

<https://www.talleresmeia.com/venta-motores-electricos>

Nicolás, A. S. (2010). *Neumática práctica*. Editorial Paraninfo.

Padua, J. (2018). *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*. Fondo de Cultura Económica.

Padua, J. (s. f.). *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*.

Recuperado 20 de agosto de 2019, de

<https://books.google.com.ec/books?hl=en&lr=&id=1g9jDwAAQBAJ&oi=fn>

d&pg=PT16&dq=investigaci%C3%B3n+descriptiva&ots=vQicRSD9_E&sig
=X6eauIdooryScgl6tKBR5ST2KLw&redir_esc=y#v=onepage&q=investigaci
%C3%B3n%20descriptiva&f=false

Pérez, E. M., Acevedo, J. M., & Silva, C. F. (2009). *Automatas programables y sistemas de automatización / PLC and Automation Systems*. Marcombo.

Pierdele el miedo a la neumática | Blog arkiplot.com. (s. f.). Recuperado 24 de junio de 2019, de <http://arkiplot.com/arkiplotblog/2017/11/14/pierdele-el-miedo-a-la-neumatica/>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (s. f.). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* (5ta ed.). Recuperado de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Senner, A. (1992). *Principios de electrotecnia*. Reverte.

Shneider Electric. (s. f.). *Altivar 312 Variadores de velocidad*. Recuperado de <file:///C:/Users/Clever/Downloads/Catalogo-Altivar-312.pdf>

Siemens. (s. f.). Lista de Precios Productos Industriales Eléctricos. *Enero 1 de 2019*, 237.

SIEMENS. (s. f.-a). LOGO!Software—PLCs—Siemens [WCMS3Article]. Recuperado 1 de julio de 2019, de <https://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/logo-software/pages/default.aspx>

SIEMENS. (s. f.-b). *Paneles SIMATIC HMI*. Recuperado de https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Documents/brochure_panels_es.pdf



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Guerrero García Kleber Francisco**, con C.C: # 0925023632 autor/a del trabajo de titulación: **Automatización de una maquina Cableadora tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio de la empresa Ecuacable S.A. en la ciudad de Guayaquil – Ecuador**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánica** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de septiembre del 2019

f. _____

Nombre: **Guerrero García Kleber Francisco.**

C.C: **0925023632**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Automatización de una maquina Cableadora tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio de la empresa Ecuacable S.A. en la ciudad de Guayaquil – Ecuador.		
AUTOR	Guerrero Garcia , Kleber Francisco		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Jacinto Esteban Gallardo Posligua		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG)		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo (FEDT)		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánica con mención Gestión Empresarial Industrial.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de septiembre del	No. DE PÁGINAS:	95
ÁREAS TEMÁTICAS:	Automatización, control de maquina		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	capacidad, velocidad, trenzado, Cableadora tubular, producción, automatización, circuito, RPM, HMI		
RESUMEN:			
<p>El presente trabajo de titulación tiene como propósito, la Automatización de una maquina Cableadora tubular para trenzado de conductores de 7 hilos de cobre y aluminio de la empresa Ecuacable S.A; con el fin de mejorar los procesos en el área de cableado se necesitara reemplazar las Cableadoras convencionales de baja RPM por una Cableadora tipo tubular que trabaja a altas RPM, para esto se instalará un tablero automatizado con el fin de habilitar eléctricamente y poner en marcha esta máquina tubular, optimizando la producción de fabricación de cable, se llevara a cabo un levantamiento de información de los problemas y un diagnóstico de la situación actual. Se propondrá la automatización de la Cableadora tubular para disminuir paradas por tiempo de carga y fallas eléctricas y mecánicas, aumentando el rendimiento y la eficiencia en el área de cableado, se expondrá los costos de la inversión para la habilitación de la Cableadora tubular. Con la automatización de la Cableadora tipo tubular se lograra un mejor rendimiento y operación de los procesos en el área de cableado, haciendo que la operación o manipulación de la máquina sea más didáctica, permitiendo al operador visualizar los parámetros de operación y fallos de la máquina. Se realizara el circuito de fuerza con sus debidas protecciones para el motor principal, bomba de lubricación, distribuidor de cable, bobinador y bomba hidráulica del elevador de bobinas. El circuito control maneja todo el proceso de los equipos eléctricos de la máquina, desde el tablero principal, con pulsadores para el arranque y una pantalla HMI conectado vía Ethernet con un LOGO Siemens para la configuración de la velocidad de los motores, tensión del cable desde el bobinador, junto con la activación del distribuidor de cable, también se activara desde la pantalla el sentido de giro y se podrá visualizar el metraje del producto a fabricar en la pantalla HMI justo en el recuadro que indica contador de metros. Las paradas constantes de las Cableadoras convencionales, limitan la capacidad de producción de la planta generando un cuello de botella para la producción de cable de 7 hilos, por lo que era necesario mejorar el proceso en el área de cableado haciendo una buena inversión para</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Telefono:	E-mail:	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)	Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: 0980960875		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			