



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

TEMA:

Diseño de un sistema eléctrico de control de velocidad de una banda recolectora de úrea

AUTOR:

Vera Boza, Oscar Gabriel

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA**

TUTOR:

Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

18 de septiembre del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Vera Boza, Oscar Gabriel** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**.

TUTOR

Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. 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 INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Vera Boza, Oscar Gabriel

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación: “**Diseño de un sistema eléctrico de control de velocidad de una banda recolectora de úrea**”, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en 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:

f. _____

Vera Boza, Oscar Gabriel



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Vera Boza, Oscar Gabriel

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Diseño de un sistema eléctrico de control de velocidad de una banda recolectora de úrea”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

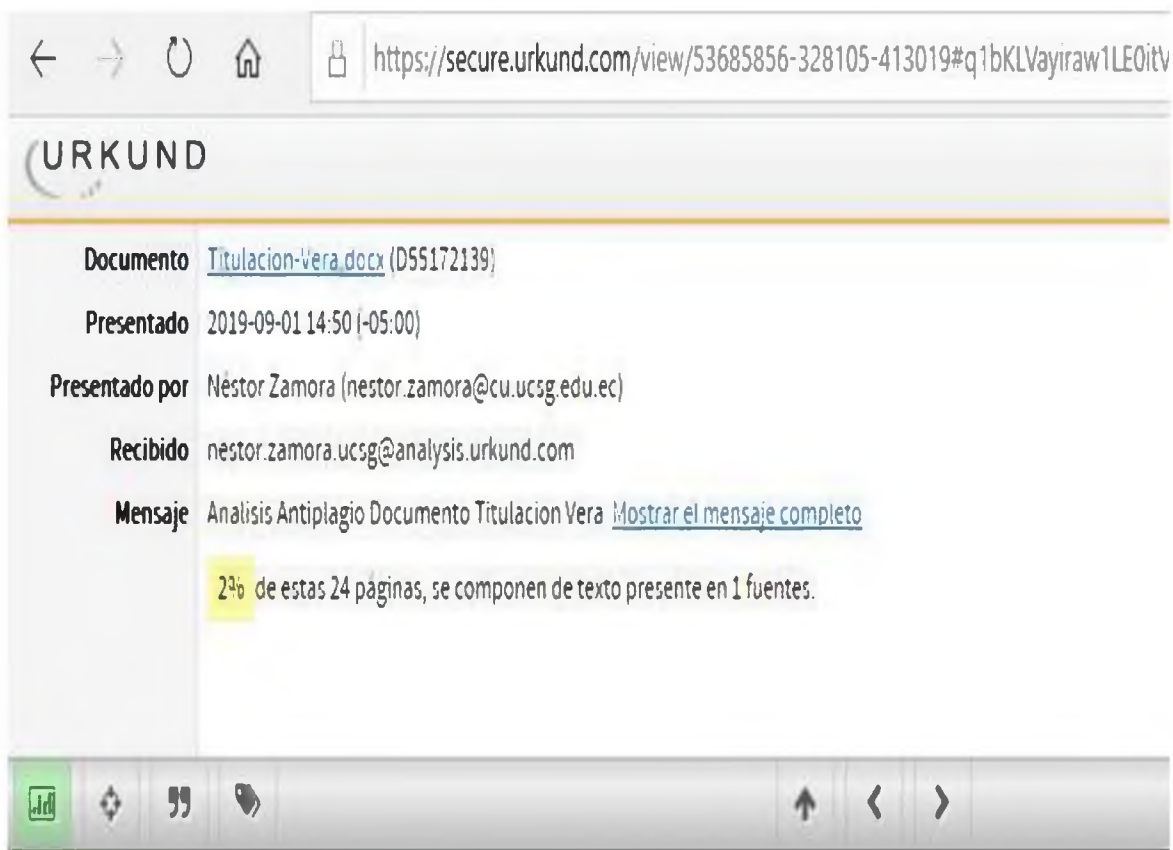
Guayaquil, 18 de septiembre del 2019

EL AUTOR:

f. _____

Vera Boza, Oscar Gabriel

REPORTE URKUND



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://secure.orkund.com/view/53685856-328105-413019#q1bKLvayiraw1LE0itv>. The page header displays the URKUND logo. The main content area lists the following details:

- Documento:** [Titulacion-Vera.docx](#) (D55172139)
- Presentado:** 2019-09-01 14:50 (-05:00)
- Presentado por:** Nestor Zamora (nestor.zamora@cu.ucsg.edu.ec)
- Recibido:** nestor.zamora.ucsg@analysis.orkund.com
- Mensaje:** Analisis Antiplagio Documento Titulacion Vera [Mostrar el mensaje completo](#)

A yellow highlight is present under the text: 2% de estas 24 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

The bottom of the screenshot shows a navigation bar with icons for home, search, and navigation.

Reporte Urkund a Trabajo de Titulación en Ingeniería en Eléctrico Mecánica, denominado **“Diseño de un sistema eléctrico de control de velocidad de una banda recolectora de úrea”** del estudiante **Vera Boza Oscar Gabriel**.

Una vez analizado con el programa Urkund, el trabajo contiene 2% de coincidencias.

Atentamente.

Ing. Néstor Zamora, MSc.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Director de Carrera

M. Sc. Palacios Meléndez, Edwin Fernando

Coordinador de Área

M. Sc. Pacheco Bohórquez, Héctor Ignacio

Oponente

AGRADECIMIENTO

A mi familia especialmente a mi señora madre y amistades por el aliento, comprensión, por el apoyo incondicional la ayuda invaluable.

Quiero expresar mi gratitud a Dios por estar siempre presente sobre todo en mis caídas, y llenarme de fortaleza para poder seguir adelante en mi vida personal y desarrollo profesional.

Mi profundo agradecimiento a todo el personal y las autoridades que conforman la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en especial a mi tutor Ing. Néstor Armando Zamora Cedeño, MSc. y al Director de Carrera Ing. Armando Heras, quienes con sus conocimientos, experiencia y disponibilidad de tiempo han hecho posible la realización de mi trabajo de titulación estando con ellos agradecidos por su paciencia a este trabajo de investigación.

Oscar Gabriel Vera Boza

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre Marianita Boza por su trabajo, amor y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar a terminar este objetivo de terminar mi carrera profesional.

A los estudiantes futuros Ingenieros Eléctro-mecánicos, que la presente investigación sirva de orientación y apoyo en futuras investigaciones académicas.

Oscar Gabriel Vera Boza

Índice General

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1. Justificación y alcance.....	2
1.2. Planteamiento del desperdicio del material	2
1.3. Objetivos del trabajo de titulación.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Tipo de investigación	3
1.5. Metodología.....	3
PARTE 1 MARCO TEÓRICO	4
CAPÍTULO 2	4
2.1. Generalidades de las bandas transportadoras en las industrias.....	4
2.2. Criterio para la elección de una cinta transportadora	4
2.3. Maneras de elegir una cinta para banda transportadora	4
2.4. Diferentes modelos de las bandas.....	5
2.4.1. Bandas redondas.....	5
2.4.2. Bandas confin	6
2.5. Diferentes aplicaciones de una banda transportadora.....	6
2.6. Tipos de bandas transportadoras	7
2.6.1. Transportadora de tornillo	7
2.6.2. Transportadora de suelo móvil	8
2.6.3. Transportadora de rodillos.....	8
2.7. Controles eléctricos	9
2.7.1. Controles de proporción actual.....	9
2.8. Opciones de sistemas eléctricos	9
2.8.1. Controles de encendido y apagado	9
2.8.2. Circuito que conforman un control eléctrico automático	10
2.9. Opciones de elementos eléctricos.....	10
2.9.1. Armarios.....	10

2.9.2. Climatización natural	11
2.9.3. Ventanas y rejillas de ventilación	11
2.9.4. Breaker	11
2.9.5. Breaker trifásico	12
2.9.6. Contactores	12
2.9.7. Botoneras	13
2.9.8. Indicadores luminosos	13
2.9.9. Variadores de frecuencia	14
2.9.10. Controlador de nivel	15
2.9.11. Sensor de presión	16
2.9.12. Motor eléctrico	18
2.9.13. Cálculo de conductor	19
2.10. Normas IP	21
PARTE II APORTACIONES	23
CAPITULO 3	23
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ACTUAL	23
3.1. Introducción	23
3.2. Levantamiento de información de las instalaciones	25
3.3. Ubicación del Proyecto	26
3.4. Descripción de alimentación de tablero eléctrico	26
3.5. Diseño del control eléctrico propuesto	26
3.5. Selección de los elementos	28
3.5.1. Conversión de la señal de corriente del transmisor a unidades de presión en bar	28
3.6. Ahorro de energía	32
3.7. Propuesta de solución	33
3.7.1. Tablero de control	33
3.8. Propuesta mejoramiento del sistema mecánico	34
3.8.1. Recomendaciones adicionales	34
3.8.2. Figura del Transportador	35
3.9. Procedimiento general para iniciar la instalación del Sistema de Control Eléctrico	36
3.9.1. Procedimiento de instalación del Sistema del Control Eléctrico diseñado...	37
3.10. Configuración de equipos de control	39

3.10.1. Variador de frecuencia marca siemens de 5 hp	39
3.11. Controlador de nivel	42
CAPITULO 4	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
4.1. Conclusiones	46
4.2. Recomendaciones	46
ANEXOS	48
BIBLIOGRAFÍA	57

Índice De Figuras

Capítulo 2:

Figura 2.1 Bandas redondas	5
Figura 2.2 Banda Confin	6
Figura 2.3 Modelos de Bandas Transportadoras	6
Figura 2.4 Banda de Tornillo	7
Figura 2.5 Transportadora de suelo móvil	8
Figura 2.6 Transportadora de Rodillos	8
Figura 2.7 Armario Eléctrico	11
Figura 2.8 Breaker Trifásico	12
Figura 2.9 Contactor	13
Figura 2.10 Tipos de Botoneras	13
Figura 2.11 Indicadores luminosos y simbología	14
Figura 2.12 Variador de Frecuencia	15
Figura 2.13 Controlador de Nivel	16
Figura 2.14 Sensor de Presión (Diafragma)	16
Figura 2.15 Esquema de un Transductor Piezo Eléctrico	17
Figura 2.16 Transductor de presión	18
Figura 2.17 Datos de Placa de Motor Eléctrico	18
Figura 2.18 Motor eléctrico trifásico 4HP	20
Figura 2.19 Gráfica de velocidad vs Corriente y Par	20
Figura 2.20 Índice de Protección	21
Figura 3.26 Diseño de Control Eléctrico Propuesto	27
Figura 3.27 Relación Corriente Presión	29
Figura 3.28 Relación Corriente Presión Nro 2	29
Figura 3.29 Relación transductor, variador y rpm	30
Figura 3.30 Pérdidas estimadas del sistema propuesto	32
Figura 3.31 Valores de consumo actual y estimado	33
Figura 3.32 Esquema de montaje del Tablero de Control	33
Figura 3.33 Transportador	35
Figura 3.34 Protección de la banda	36

Figura 3.35 Procedimiento general para la instalación del Sistema de Control Eléctrico	36
Figura 3.36 Ubicación del sensor en el plano del mezclador	37
Figura 3.37 Ubicación recomendada para del tablero de control	38
Figura 3.38 Variador de Frecuencia Sinamics modelo G110	39
Figura 3.39 Diagrama del bloque del variador de frecuencia	39
Figura 3.40 Esquema funcional del arranque a 3 hilos del variador	42
Figura 3.41 Multi Ranger es una unidad de evaluación ultrasónica universal	42
Figura 3.42 Diagrama de Conexión del Controlador ASCON	43
Figura 3.43 Controlador	44

Capítulo 3:

Figura 3. 1: Sistema Eléctrico Actual	23
Figura 3. 2: Banda Transportadora	24
Figura 3. 3: Desperdicios	24
Figura 3. 4: Gráfico de pérdidas	25
Figura 3. 5: Ubicación de la empresa (La Pedrera)	26
Figura 3. 6: Diseño de Control Eléctrico Propuesto	27
Figura 3. 7: Relación Corriente Presión	29
Figura 3. 8: Relación Corriente Presión Nro 2.	29
Figura 3. 9: Relación transductor, variador y rpm	30
Figura 3. 10: Pérdidas estimadas del sistema propuesto	32
Figura 3. 11: Valores de consumo actual y estimado	33
Figura 3. 12: Esquema de montaje del Tablero de Control	33
Figura 3. 13: Transportador	35
Figura 3. 14: Protección de la banda	36
Figura 3. 15: Procedimiento general para la instalación del Sistema de Control Eléctrico	36
Figura 3. 16: Ubicación del sensor en el plano del mezclador	37
Figura 3. 17: Ubicación recomendada para el tablero de control	38
Figura 3. 18: Variador de Frecuencia Sinamics modelo G110	39
Figura 3. 19: Diagrama del bloque del variador de frecuencia	39
Figura 3. 20: Esquema funcional del arranque a 3 hilos del variador	42
Figura 3. 21: Multi Ranger es una unidad de evaluación ultrasónica universal	42

Figura 3. 22: Diagrama de Conexión del Controlador ASCON	43
Figura 3. 23: Controlador	44

Índice De Tablas

Capítulo 2:

Tabla 2.1 Especificaciones del breaker	12
Tabla 2.2 Principales características Transmisor de Presión JUMO Dtrans p30	17
Tabla 2.3 Tabla de Conductores Eléctricos	19

Capítulo 3:

Tabla 3. 1: Pérdidas del producto	25
Tabla 3. 2: Selección de elementos	28
Tabla 3. 3: Datos teóricos vinculados para conocer la constante b	31
Tabla 3. 4: Ahorro de Energía	32
Tabla 3. 5: Tabla de Configuración Variador de Frecuencia	40
Tabla 3. 6: Terminales	43
Tabla 3. 7: Observaciones para conexión del controlador	44
Tabla 3. 8: Programación del controlador ASCON JM 3004-ABA	45

RESUMEN

Una de las líneas de Agrotechna S.A. es la producción y venta de fertilizantes, puesto que se ha detectado que en el proceso productivo de úrea existen falencias que afectan económicamente a la empresa, generan contaminación ambiental y afectación a la salud de los trabajadores, en esta investigación se busca solucionar las causas de esta problemática, y cuyo objetivo es: Estudiar el control de la velocidad de la banda recolectora de úrea desde el mezclador para evitar pérdidas de producto que cae al piso. En primer lugar se determinan los parámetros teórico-técnicos relacionados con el funcionamiento de una banda recolectora similar a la utilizada en la empresa; luego se han identificado los problemas en la línea de producción que generan desperdicio de materia prima, estableciéndose que el deficiente control de la velocidad de transportación de la banda es uno de los principales; finalmente se proponen como soluciones técnicas a la problemática observada, implementar un sistema de control que permita mover el motor de la banda de una manera controlada, compuesto de un controlador, variador de frecuencia, un sensor de nivel para sólidos que regule el motor mediante un modelo de lazo cerrado; adicionalmente se proponen otras acciones secundarias para mejorar la eficiencia del proceso de producción. El estudio para determinar una solución viable y aceptable dentro de un contexto técnico-económico, se ha orientado como una investigación analítica, documental y de campo.

Palabras claves: CONTROLADOR, VELOCIDAD, VARIADORES, FRECUENCIA, SENSORES, PROCESOS.

ABSTRACT

One of the lines of Agrotechna S.A. is the production and sale of fertilizers, since it has been detected that in the urea production process there are shortcomings that affect the company economically, generate environmental pollution and affect the health of workers, this research seeks to solve the causes of this problem, and whose objective is “to study the control of the speed of the urea collection band from the mixer to avoid losses of product that falls to the floor. First, the theoretical-technical parameters related to the operation of a collection band similar to that used in the company are determined; then the problems have been identified in the production line and that generate product waste, establishing that the main one is the poor control of the transportation speed of the band; finally they are proposed as technical solutions to the observed problems, implement a control system that allows moving the motor of the band in a controlled manner, composed of a frequency variator, a height-to-solids sensor that regulates the motor by means of a model of closed loop; In addition, other secondary actions are proposed to improve the efficiency of the production process. The study to determine a viable and acceptable solution within a technical-economic context, has been oriented as an analytical, documentary and field investigation.

Keywords: CONTROLLER, SPEED, VARIATOR, FREQUENCY, SENSOR, PROCESS.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Agrotechna S.A. es una empresa que entre sus actividades incursiona en la formulación, elaboración y venta de materia prima para la producción agrícola. En su línea principal de producción tiene bandas que transportan los fertilizantes de un punto A hacia un punto B. Los cuales deben ser trasladado de manera segura y eficaz por medio de sus bandas transportadoras (Agrotechna, 2018).

1.1. Justificación y alcance

Este estudio busca mejorar el proceso de transporte de la úrea desde la banda de rodaje que opera luego del mezclador hasta la tolva de acopio donde el producto es empacado en sacos. Con este fin se han desplegado varias opciones de intervención, orientadas a minimizar el desperdicio de úrea y con ello disponer de una mayor cantidad de producto para el comercio de la región, lo que a su vez se reflejaría en mayores ingresos y beneficio económico para la empresa y minimizar el impacto ambiental. Además, con la mejora de este proceso, se pretende cuidar la salud y bienestar de los operarios.

El tema se delimita al campo de acción de Agrotechna S.A., una organización privada ubicada en la ciudad de Guayaquil, con un tema que cubre el proceso de ensacado de la úrea como producto, para encontrar una propuesta orientada a controlar la velocidad y mejorar la parte mecánica de la banda recolectora del producto, desde el mezclador hacia la tolva de ensacado para evitar pérdidas de producto que cae desde la banda al piso.

1.2. Planteamiento del desperdicio del material.

La inexactitud de un análisis en el diseño del control eléctrico y mecánico de la banda transportadora de fertilizante que va desde el mezclador vertical hacia la tolva de ensacado hace que el fertilizante caiga al piso constantemente sobre todo cuando queda poco producto en la banda. Generando pérdidas económicas y contaminando el ambiente los vapores emanados pueden generar enfermedades en el personal y daños en su salud, ocasionar demandas laborales, multas o cierre de la empresa.

1.3. Objetivos del trabajo de titulación

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de control eléctrico de velocidad y mejorar la parte mecánica de la banda recolectora de úrea, que va desde el mezclador hasta la tolva de ensacado, para minimizar desperdicios del producto.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores que ocasionan el desperdicio de producto (fertilizantes), en el proceso de transporte, del mezclador hacia la tolva de ensacado.
- Mejorar el sistema de control de velocidad y mecánico de la banda recolectora de úrea.
- Plantear un sistema que ayude a la reducción de la merma de producto.

1.4. Tipo de investigación

Conforme al planteamiento del tema, este estudio se orienta como una investigación analítica, documental y de campo para poder determinar una solución que sea viable y aceptable dentro de un contexto técnico-económico. La investigación es analítica porque se han tomado principios teóricos generales para determinar un adecuado rediseño de una parte del proceso de producción de úrea; es documental pues se ha acudido a literatura bibliográfica, artículos académicos y otros documentos digitales; es una investigación de campo porque con este proyecto se pretende obtener una propuesta que contenga observaciones orientadas a realizar mejoras en el traslado de úrea, de tal forma que beneficie a la producción y sea un aporte en pro del desarrollo empresarial de Agrotechna S.A.

1.5. Metodología

Tomando en consideración la delimitación de este trabajo investigativo y conforme al tema propuesto, este se circunscribe a la etapa de regulación de la banda recolectora de úrea, del tramo que va desde el mezclador hacia la tolva de ensacado, por lo que debido a un rediseño eléctrico del tramo o del proceso de producción de este segmento, la metodología es teórica con afines de aplicación práctica. Se inicia con los antecedentes teóricos, un diagnóstico de los problemas en estudio, para luego con la información bibliográfica y resultados de campo, realizar una propuesta con afines prácticos, que permita corregir defectos y así beneficiar a todo los involucrados.

PARTE 1 MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2

2.1. Generalidades de las bandas transportadoras en las industrias.

Bandas transportadoras es básicamente una cinta que se mueve a través de dos tambores a una velocidad continua y su velocidad puede ser variada proporcionalmente de acuerdo a su demanda o función. Las bandas transportadoras son muy abundantes en las industrias ya que son equipos que se utilizan para transportar diferentes tipos de objetos ya sean livianos, pesados o rústicos. Teniendo en cuenta que se las puede encontrar de diferentes maneras, formas y tamaños dependiendo de su aplicación siendo estas muy eficiente al momento de ser utilizadas (Quiminet, 2011, pág. 1).

Según Agrotechna (2018), dependiendo del area a ser utilizadas podemos encontrar su construcción metálica de diferentes clases de materiales como son: Hierro negro, Acero Inoxidable o Combinadas.

2.2. Criterio para la elección de una cinta transportadora

En las elecciones de las cintas transportadoras industriales correctas para cualquier tipo de producto es uno de los detalles más importantes y a menudo muchos no dan la debida importancia cuando se trata de la selección de una cinta transportadora.

2.3. Maneras de elegir una cinta para banda transportadora

El modelo a usar para la cinta es un asunto de vital importancia para el éxito de su aplicación, por lo que comprar la cinta transportadora equivocada puede afectar significativamente el rendimiento, el tiempo de inactividad y hasta la seguridad. Hay muchos tipos cintas transportadoras disponibles. El primer gran paso para elegir la correcta es conocer el producto y cómo se van a hacer el transporte. Hay varios puntos clave a considerar, como son el tamaño de producto, el peso la distribución del producto y el material que va ser transportado. Hay que tener en cuenta si el producto va a viajar en un plano inclinado o no.

- Es muy importante saber dónde se ubicara la maquina transportadora ya que influirá directamente los parámetros ambientales a los aspectos de la máquina, entre estos parámetros tenemos temperatura, humedad lo cual puede llevar a cabo una corrosión prematura de la maquina u otro daños.
- Ya que se tenga una buena comprensión del tipo de producto y el entorno en el que trabajará la cinta transportadora, se puede seleccionar la banda correcta.
- Existen interrogantes a responder, por ejemplo, ¿cómo se cargará el producto en el transportador? Es decir, si habrá alguna carga de impacto, si la orientación del producto cambiará y la velocidad que será transportado el producto.

2.4. Diferentes modelos de las bandas

En la actualidad existen varios modelos de bandas que se utilizan para diferentes tipos de aplicaciones y teniendo en el mercado una buena aceptación tanto comercial como industrial. Aquí algunos ejemplos de bandas transportadoras con sus diferentes aplicaciones.

2.4.1. Bandas redondas

Las bandas redondas se pueden ajustar direccionalmente son muy flexible y muy utilizadas tanto en aplicaciones de transporte asi como de accionamiento. Además su elasticidad actúa como elemento de seguridad al reducir las sacudidas en caso de breves sobre cargas. Gracias a sus ajustadas tolerancias transversales estas correas redondas garantizan una transmisión uniforme.



Figura 2.1: Bandas redondas
Fuente: (Virtual-Expo, 2019)

2.4.2. Bandas confin

Son bandas que permiten transmitir la velocidad y la potencia o lograr el posicionamiento de los cuerpos, tienen los extremos abiertos; pueden ser bandas en forma de V o también de forma sincronizada.



Figura 2.2: Banda Confin
Fuente: (Siemens, 2018)

Según la aplicación en sus distintos lugar de uso podemos encontrar diferentes modelos de banda transportadora como se ve en la siguiente figura.



Figura 2.3: Modelos de Bandas Transportadoras
Fuente: (BYCRODAMIENTOS, 2015)

2.5. Diferentes aplicaciones de una banda transportadora

Se puede encontrar los diferentes tipos de bandas transportadoras según su aplicación ya sea residencial, comercial e industrial. La automatización y la mecanización de los sistemas de transporte de producto e incluso de materia prima o de personas ya es constante en la industria; para realizar cualquier de estos trabajos se emplean una banda transportadora aquí se mencionan las diferentes aplicaciones de las bandas:

- Para transportar meriales como el carbon, minerales y cereales.
- Transportar materia por terreno inclinado.

- Descargar o cargar barcos cargueros o camiones.
- Transportar personas por sitios cerrados.

2.6 Tipos de bandas transportadoras

Existen 3 tipos de bandas transportadoras mencionados a continuación.

- Transportadora de tornillo.
- Transportadora de suelo móvil.
- Transportadora de rodillos.

2.6.1 Transportadora de tornillo

Son máquinas de transporte continuo con el órgano de tracción rígido que se emplean para la manipulación de residuos orgánicos en el tratamiento de aguas, transporte de sólidos en infinidad de industrias, teniendo aplicaciones de toda índole. Este equipo está diseñado para realizar el transporte de material mediante una espiral basado en el principio de Arquímedes. Tienen la posibilidad de trabajar en diferentes ángulos desde la horizontal hasta la vertical.

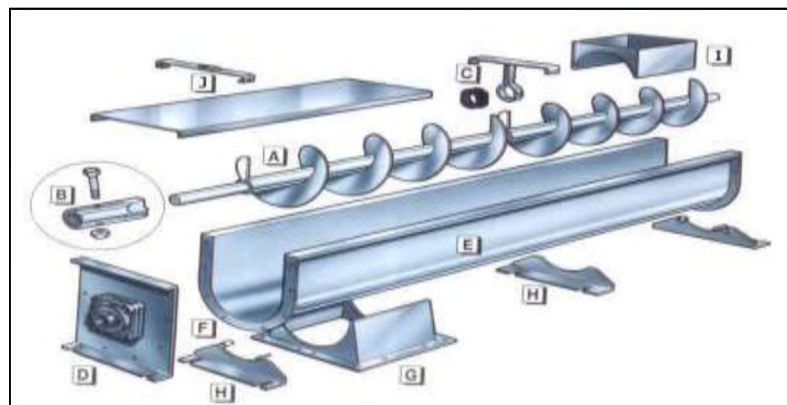


Figura 2.4: Banda de Tornillo

Fuente: (DIM.USAL, 2016)

- ✓ La Letra A se refiere a: Tornillo
- ✓ Letra B: Cojinetes extremos.
- ✓ Letra C: Soporte interno para el eje.
- ✓ Letra D: Muestra la Tapa trasera o delantera o soporte para rodamiento.
- ✓ Letra E: Artesas
- ✓ Letra F: Indica la Brida de unión
- ✓ Letra G: Boca de edescarga
- ✓ Letra H: Apoyos intermedios

- ✓ Letra I: Boca de carga
- ✓ Letra J: Tapa superior
- ✓ Letra K: Unidad de accionamiento

2.6.2 Transportadora de suelo móvil

Es una banda continua ensamblada sobre dos tambores que lleva un tensor que la mantiene en su lugar y le da fricción necesaria para que avance.



Figura 2.5: Transportadora de suelo móvil
Fuente: (Siemens, 2018)

2.6.3 Transportadora de rodillos

Estas bandas están formadas por una banda flexible que se desplaza apoyada sobre rodillos de giro libre. Este desplazamiento se realiza por la acción de arrastre, gracias a unos tambores ubicados en la cabeza de la banda. Los componentes y accesorios se ponen sobre un bastidor metálico que brinda soporte y cohesión.

Las bandas industriales que son fijas, se caracterizan por no poder modificar el desplazamiento; por el contrario, las bandas móviles si pueden desplazarse, porque disponen de ruedas u otros sistemas que contribuyen al cambio de la ubicación a lo que se une el diseño con una altura que se puede regular y a su vez el sistema facilita controlar la inclinación.



Figura 2.6: Transportadora de Rodillos
Fuente: (IMC , 2019)

2.7 Controles eléctricos

Los controles eléctricos se refiere a conexiones eléctricas o electrónicas elaboradas con la finalidad de inspeccionar y encausar las entradas de los impulsos eléctricos en equipos que pueden ser desde muy sencillos hasta complicados, tal es el caso de las maquinarias industriales que están diseñadas por una serie de dispositivos que cumplen funciones controladoras tales como interruptor, contactores de material sintético, contactores, reles, y conductores eléctricos, que se manipulan como controles de arranque en equipos, entre ellos: turbocompresores, bombas, aparatos mecánicos, neveras generadores, otros. Generalmente se utilizan para crear flujo de corriente eléctrica en equipos que se usan en el área doméstica, comercial u otros.

El control eléctrico se refiere a un dispositivo que capta la señal desde una variable eléctrica (sensor) y posteriormente acuerda su función controladora a través de la comparación que desarrolla con un punto fijo proporcionando la señal de entrada para procesar y ejecutar la señal o control de salida. Los controles eléctricos pueden ser utilizados para encendido o apagado, de igual manera en controles de proporción completo y de posición. (Definición.xyz, 2018, pág. 3)

2.7.1 Controles de proporción actual

Los mismos se encargan de enviar una señal de salida de 4 a 20 miliamperios, y una signo eléctrico de 20 miliamperios tiene la función de energizar al 100%; de acuerdo al rango que desarrolla el valor descripto de la temperatura, las señales de los controladores de proporción varían durante el proceso y el rango de inicio detallado por el punto fijo de entrada, a través del impulso eléctrico de una señal determinada. Estos controles, contribuyen a mantener la relación rectilínea continua entre la precisión del valor de la variable controlada y la posición de la señal de salida controlada.

2.8 Opciones de sistemas eléctricos

2.8.1 Controles de encendido y apagado

Los controles de encendido son equipos de instrucciones nada complicadas, solo ameritan de controladores que permitan la maniobra” apagado o encendido” clases de controles que son aprovechables en los termostatos de aparatos domésticos es decir estos aparatos controlan la salida de flujo eléctrico activando o desactivando

en un 100%. La garantía de estos tipos de controles es confrontable, considerando el tipo de electrodomésticos a controlar, al mismo tiempo es importante que sostenga un rango sostenido parecido al de los dos puntos de encendido y de esta manera pueda cumplir las funciones correctamente. (Definición.xyz, 2018, pág. 2)

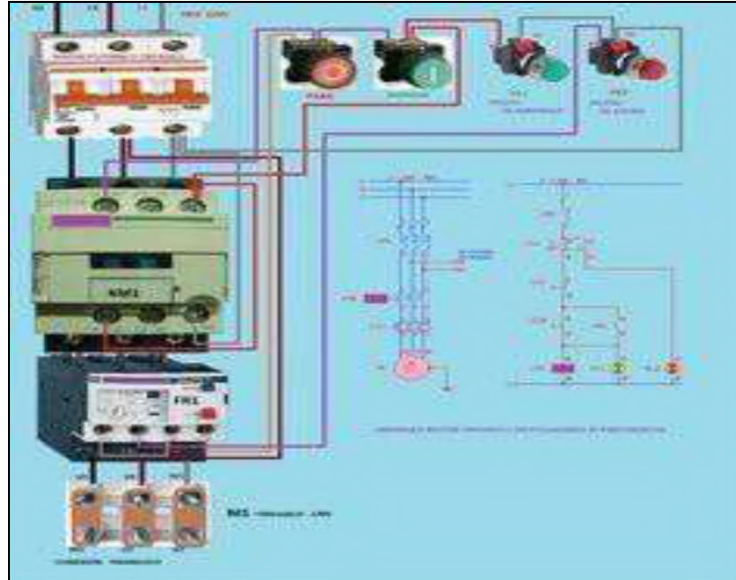


Figura 2.7: Control Eléctrico
Fuente: (Definición.xyz, 2018)

2.8.2 Circuito que conforman un control eléctrico automático

Un circuito eléctrico automático consta de dos sistemas que son: sistema de control, sistema de fuerza

El sistema de control es un dispositivo o varios que sirven para manejar la energía eléctrica que se suministra a diferentes aparatos, este a su vez maneja conjuntos de varios elementos tanto eléctricos o electrónicos, y su principal función es de ceder o cerrar la energía eléctrica al equipo.

El sistema de Fuerza se encarga al igual que el sistema de control a proteger el equipo, suministrando la cantidad de energía necesaria.

2.9 Opciones de elementos eléctricos

2.9.1 Armarios

Los armarios situados en lugares con condiciones climáticas adversas deben estar proyectados con los elementos necesarios para su correcta protección tanto interna como externa del armario. Conseguir una temperatura idónea, evitar la condensación y reducir el calentamiento excesivo serán los principales objetivos de estos elementos.

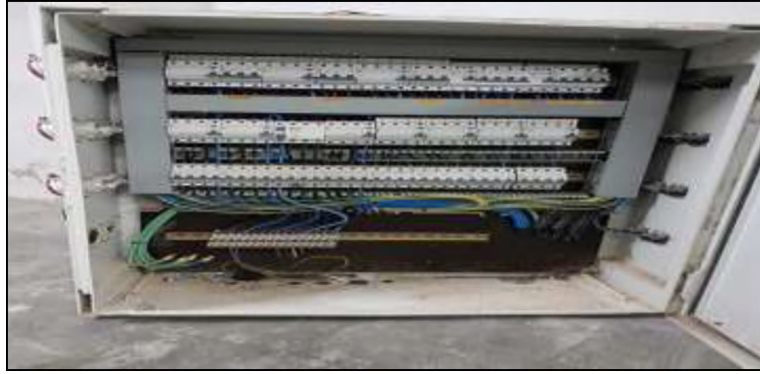


Figura 2.7: Armario Eléctrico
Fuente: (Quiminet, 2011)

2.9.2 Climatización natural

Consiste en instalar adecuadamente elementos pasivos en el interior y paredes del armario, para conseguir la climatización por convención natural. De esta forma se logra la aireación y temperatura adecuada en el interior del cuadro, sin costosos aparatos auxiliares.

2.9.3 Ventanas y rejillas de ventilación

Se utilizan en todos los armarios que necesiten ventilación, tanto forzada como pasiva. Se colocan en caras opuestas para favorecer la ventilación natural.

2.9.4 Breaker

Los breakers tienen como función principal proveer de protección a equipos eléctricos y cableados en general.

Existe una gran variedad en el mercado, incluyendo los siguientes tipos:

- Breaker miniatura, de tipo riel DIN
- Breaker de caja moldeada
- Breaker de potencia o de aire

Cada tipo de breaker está diseñado para una aplicación diferente, pero todos tienen como objetivo la interrupción de corrientes de cortocircuito, que representen riesgos para las instalaciones o el personal. Los breakers tienen un mecanismo interno cuidadosamente diseñado, el cual se expande al calentarse con la corriente, y está calibrado para interrumpir el circuito al exceder la corriente nominal del breaker.



Figura 2.8: Breaker Trifásico
Fuente: (Diquimia, 2015)

2.9.5 Breaker trifásico

Los interruptores termomagnéticos son mecanismo de protección hacia cortocircuito y sobre carga en el consumo eléctrico.

Las características posibles del breaker a ser utilizados son:

Tabla 2.1 Especificaciones del breaker

Marca	Schneider-Eléctric
Procedencia	Francia
Modelo	EZ9F56320
Voltaje	600V
Numero de Fases	3PH
Corriente	20 ^a

Fuente: (IMC , 2019)

2.9.6 Contactores

El contactor es un dispositivo electromagnético que se utiliza en la conmutación de circuitos de potencia. El contactor en sí esta compuesto por contacto de fuerza, contactos auxiliares para el circuito de control y la bobina. A la hora de seleccionar el contactor se debe tener en cuenta el nivel de voltaje a trabajar, por la bobina del contactor. Dicha bobina, en la mayoría de modelos comerciales, se alimenta con tensión de red (230 V-60 HZ), a diferencia de los relés electromagnéticos, que suelen

trabajar con corriente y tensiones superiores. (Duran, Martínez, & Gámiz, 2012, p. 59)



Figura 2.9: Contactor
Fuente: (DIM.USAL, 2016)

2.9.7 Botoneras

Son dispositivos que se usan para realizar cierta función. Los pulsadores vienen en algunas presentaciones y colores, por lo general, el color rojo para pulsadores con contacto NC y color verde para pulsadores NO, y también en varios mm de diámetro para poder ser alojados en los gabinetes metálicos. (sassinelectric, 2019)



Figura 2.10: Tipos de Botoneras
Fuente: (Siemens, 2018)

El selector debe de ser un elemento muy robusto ya que este va estar expuesto en condiciones muy corrosivas al ambiente, el selector cumple la normativa IEC60947-4.

2.9.8 Indicadores luminosos

Los indicadores luminosos son luces pilotos que proporcionan una señal luminosa al funcionamiento de un sistema y las podemos encontrar en diferentes presentaciones, modelos y ejes. Los más usado en la actualidad, es el indicador luminoso de 22 mm y led incorporado y en una amplia gama de colores y voltajes para cualquier todo tipo de aplicación. (sassinelectric, 2019).



Figura 2.11: Indicadores luminosos y simbología
Fuente: (IMC , 2019)

2.9.9 Variadores de frecuencia

Un variador de frecuencia es un sistema que permite controlar la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) a través del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

De igual manera se les denomina drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, micro drivers o inversores, en virtud del voltaje el cual se transforma a la vez que la frecuencia, también son conocidos como variadores de voltaje variador de frecuencia (VVVF).

Estos equipos permiten y ofrecen la oportunidad de controlar la velocidad y sentido de giro de un motor eléctrico, regular la velocidad así como el tiempo de arranque y protege al motor más fácilmente; del mismo modo la instalación no es muy complicada y no requiere de mantenimiento mecánico.

Ventajas de tener un variador de frecuencia

Los variadores de frecuencia dentro de los procesos industriales son muy utilizados, tanto para evitar daños internos de los equipos como ahorro de energía, esto hace que en la mayoría de las empresas industriales equipen con variadores sus máquinas controlando así la partida de la velocidad inicial y mantenerlo de acuerdo al requerimiento del proceso y por otro lado ayuda al ahorro de energía.

Algunas de las ventajas que ofrece un variador, son las siguientes:

- ✓ Ahorro de la energía.

- ✓ Permite controlar más fácilmente la velocidad del motor y caudal y presión en electrobombas y ventiladores.
- ✓ Corrección del factor de potencia del motor.
- ✓ Compensación/eliminación de la Energía Reactiva.
- ✓ Contribuye al arranque suave de los motores.
- ✓ Permite la eliminación de arrancadores “estrella-triángulo” en motores de gran consumo.
- ✓ Reduce la temperatura y se genera menor mantenimiento en los aparatos conectados.
- ✓ No se producen cavitaciones en bombas hidráulicas



Figura 2.12: Variador de Frecuencia
Fuente: (IMC , 2019)

2.9.10 Controlador de nivel

Son instrumento electrónicos que se encargan de comparar la variable controlada ya sea de nivel, presión o temperatura con un valor deseado. Además, son dispositivos para ser utilizados en algún tipo de recipientes a fin de accionar algún tipo de control o alarma.

Este medidor recibe señales eléctricas de 4 -20 ma.



Figura 2.13: Controlador de Nivel
Fuente: (DIM.USAL, 2016)

2.9.11 Sensor de presión

En los procesos duraderos de la industria ha ido exigiendo el desarrollo de equipos idóneos de medir el nivel de sólidos en puntos fijos de manera continua, en particular en tanques o silos capaz de contener materia prima o producto finales. Materiales como granos, harina, gránulos de plásticos, caliza cemento etc. Los detectores de punto fijo proporcionan una medida en uno o varios puntos fijos determinado son diafragma (presión) el medidor capacitivo y el de las aspas rotativas. Estos tipos de sensores se alimentan con un voltaje de 24V DC emitiendo señales de 4 -20 ma.



Figura 2.14: Sensor de Presión (Diafragma)
Fuente: (ALTEC, 2016)

Transmisor de presión JUMO DTRANS P30

La mayoría de procesos requiere una medición de nivel, temperatura y presión. En el presente caso nos enfocaremos en la medición y transmisión de presión que comúnmente en la industria se la mide de las siguientes formas:

- ✓ Presión diferencial
- ✓ Presión absoluta y

✓ Presión manométrica o relativa

También es importante indicar que las unidades de presión más utilizadas son: kg/cm², psi, psi y medición de la columna de agua en: pulgadas (inchs), centímetros (cm) y centímetros de mercurio. El transductor que se está utilizando puede medir presión relativa y presión absoluta y trabaja con un elemento piezo-resistivo como dispositivo de medición que finalmente nos entrega en una señal eléctrica y donde está respuesta es lineal con respecto a la presión de entrada.

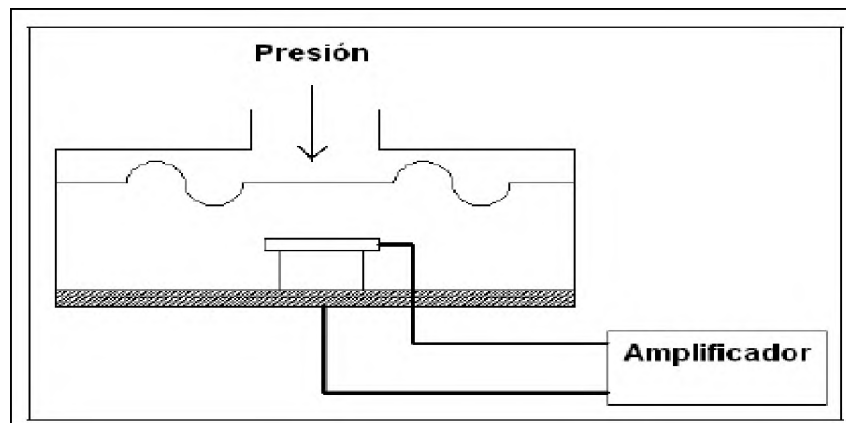


Figura 2.15: Esquema de un Transductor Piezo Eléctrico
Fuente: (BYCRODAMIENOS, 2015)

Con respecto al Transmisor de Presión JUMO Dtrans p30 en la siguiente tabla indico sus principales características:

Tabla 2.2 Principales características Transmisor de Presión JUMO Dtrans p30

Dato Técnico	DESCRIPCIÓN
Peso	200 g
Voltaje de alimentación	10 - 30 VDC
Grado de protección	IP 65
Sálida de voltaje: 1 - 6 y 0 - 10 [V]	Cables 2(-, plomo) y 3(+, amarillo)
Sálida de corriente: 4 - 20 [mA]	2 hilos, Cables 1(+, blanco) y 2(-, plomo)
Medición de presión	0 ... 0.25 Bar
Temperatura ambiente permisible	-20 °C a 100 °C
Zero, Spam	<0.03 % , 0.02 %

Fuente: (DIM.USAL, 2016)



Figura 2.16: Transductor de presión
Fuente: (DIM.USAL, 2016)

Los transductores o transmisores de presión, en la cual su función es convertir la presión en señal eléctrica, la cual trabaja con una alimentación de entre 10-30 V, con una protección contra objetos sólidos y líquidos de acuerdo a la clasificación IP65, manejando una salida de corriente de 2 hilos, este transmisor es muy importante la revisión de su funcionamiento idóneo y calibración correcta, para que al momento de ejecutarse el proceso no exista fallas, o lecturas de señal erróneas.

2.9.12 Motor eléctrico

Dentro de la descripción básica de un motor nos especifica un voltaje que va entre 220 y 380 con arranque estrella y triángulo, también tenemos un voltaje de 440 en arranque triángulo, con una frecuencia de 60 Hz, con potencia de 4 Hp, con una eficiencia entre 84.5% que se denomina eficiencia estándar (IE1), temperatura ambiente de trabajo de 40°.

SIEMENS (H)							
Made in P.R.China SIEMENS STANDARD MOTORS LTD.							
3~MOT.1LE0142-1AA46-4AA4		100L IMB3 IP55		LMH-1008 / 800003888993 / 001			
V	Hz	HP	A	EFF.	cos φ	r/min	EFF.Cl.
220/380 ΔΔ/YY	60	4	12.6/7.3	84.5 %	0.85	3420	IE1
440 Δ	60	4	6.3	84.5 %	0.85	3420	IE1
BRG DE 6206 2Z C3		BRG NDE 6206 2Z C3		Th.Cl.155(F) AMB 40°C			
0CV1104A		IEC60034		Net: 33 kg			

Figura 2.17: Datos de Placa de Motor Eléctrico
Fuente: (Siemens, 2018)

Tabla 2.3 Tabla de Conductores Eléctricos

AMPERAJE - CABLE DE COBRE			
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2 THWN-2
Nivel de temperatura	60°C	75°C	90°C
Calibre de cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Fuente: (Construyendo.co, 2014)

Esta tabla permite corroborar si el calibre del conductor esta bien calculado para la alimentación del motor eléctrico y no vaya a sufrir algún recalentamiento que pueda ocasionar cualquier tipo de daños en el sistema.

2.9.13 Cálculo de conductor

$$P = \sqrt{3} I_L \cos \phi r$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cos \phi r}$$

$$I = 13 [A]$$

$$I = 13 [A] \cdot 1.25 = 16.25 [A]$$

El calibre del conductor seleccionado debe de ser un cable concéntrico de 4 hilos (3 fases + tierra) # 12 AWG de tipo THWN2 que soporta hasta 90°C de temperatura. En el sistema anterior se hubiera escogido un concéntrico de 4 hilos # 10 AWG ya que

debía soportar una corriente de arranque ($I_{a} = 8 I$) pero en el nuevo sistema este inconveniente se elimina ya que el variador de frecuencia trabaja con una rampa de aceleración.



Figura 2.18: Motor eléctrico trifásico 4HP
Fuente: (ELGRANTLAPALERO.COM, 2016)

Este tipo de motores pueden intercambiar su tensión ya sea entre 220/ 400 V, la cual cuenta con un eje principal, también un retenedor de aceite que va entre la tapa delantera donde va el eje principal y otro en la tapa trasera junto al ventilador, cuyo propósito es evitar el ingreso de polvo, agua, aceite u otras partículas, esto sería entre la más destacable de un motor trifásico.

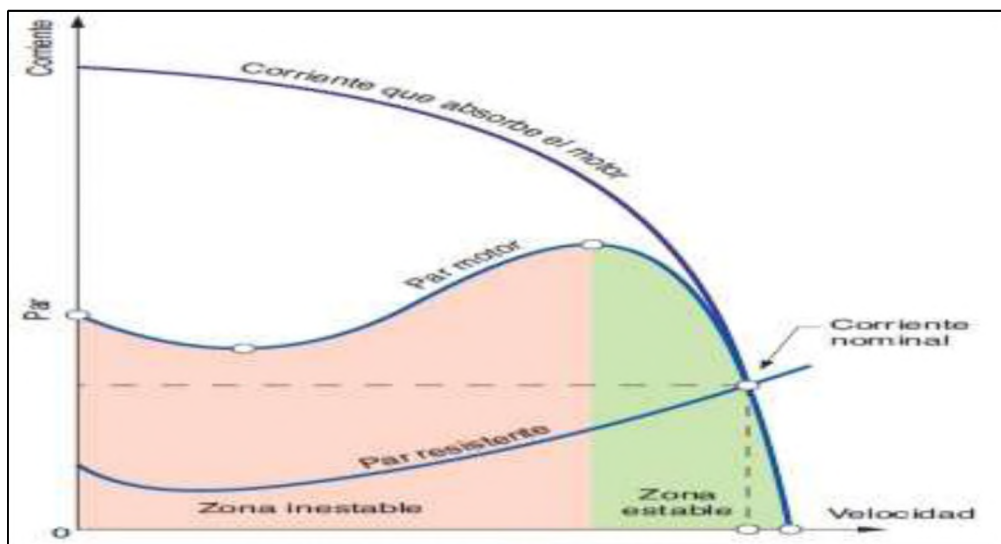


Figura 2.19: Gráfica de velocidad vs Corriente y Par
Fuente: (Quiminet, 2011)

La corriente de arranque en promedio es de 6-10 In, por tal motivo el variador de frecuencia elimina este pico de corriente ya que su arranque es en rampa. Con respecto al par en el arranque este es doble ya que así vencera el torque de la carga

conectada en el eje motriz, también es importante indicar que el motor al alcanzar el 75% de su velocidad nominal su par se triplica causando daños mecánicos al motor, lo cual también es eliminado con el variador de frecuencia. 220Vac ya que a mayor voltaje menor consumo de energía. con clasificación de- clasificado para 10 H.P.

2.10 Normas IP

La norma EN 60529 establece los grados de protección para las envolventes eléctricas ante las siguientes influencias externas: presencia de cuerpos sólidos, presencia de agua y choques mecánicos. El grado de protección se indica con un sistema de codificación de la siguiente forma:

IP xx – IK xx

Donde el índice IP hace referencia, con 2 cifras, al grado de protección contra cuerpos sólidos y líquidos, y el índice IK hace referencia, también con 2 cifras, el grado de protección contra choques mecánicos. Para una correcta interpretación de grado IP, cada cifra ha de ser leída individualmente. Tablas para la identificación de los grados IP.

1. Protección contra los cuerpos sólidos y líquidos: Índices de protección – IP Grados de protección de las envolventes de los materiales eléctricos según las normas: CEI 529 y EN 60529			2. Protección contra los choques mecánicos: Índice de protección - IK Según : UNE EN 50 102/06		
1.ª cifra: protección contra los cuerpos sólidos			2.ª cifra: protección contra los líquidos		
IP	tests		IP	tests	
0	Ø 50 mm	Sin protección	0		Sin protección
1	Ø 50 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 50 mm (Ej.: dedos de la mano)	1		Protección contra las caídas verticales de gotas de agua (condensación)
2	Ø 12,5 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm (Ej.: dedos de la mano)	2		Protección contra las gotas de agua hasta 15° de la vertical
3	Ø 2,5 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (Ej.: herramientas, tornillos)	3		Protección contra el agua de lluvia hasta 60° de la vertical
4	Ø 1 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 1 mm (Ej.: herramientas finas, pequeños sólidos)	4		Protección contra las proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protección contra el polvo (en suspensión)	5		Protección contra el resquebrajo de agua en todas direcciones
6		Totalmente protegido contra el polvo	6		Protección contra el resquebrajo en agua cuando se golpea de cualquier dirección
			7		Protección contra penetración
			8		Protección contra los efectos prolongados de inmersión en condiciones específicas

IK	Energía de choque (julios)	Antiguo 3ª cifra IP
00	0	0
01	0,15	
02	0,20	
(1)	0,225	1
03	0,35	
04	0,50	3
05	0,70	
06	1	
07	2	5
08	5	
(2)	8	7
09	10	
10	20	9

- También permite conocer la correspondencia con la antigua 3ª cifra IP.

Figura 2.20: Índice de Protección
Fuente: (FULLWAT, 2012)

Los índices IP, se maneja para conocer el grado de protección de los materiales contra agentes sólidos y líquidos, entre los utilizados son IP20, IP44, IP65 - IP66, IP67 - IP68.

Mientras que la protección IK, nos hace referencia al grado de protección contra impactos mecánicos, para asegurar los componentes, equipos o elementos internos, esta protección IK viene definida por dos variables como la energía de choque, la masa y altura de la pieza de golpeo.

PARTE II APORTACIONES

CAPITULO 3

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ACTUAL

3.1. Introducción

Actualmente la banda transportadora trabaja de la siguiente manera: Manualmente se pulsa el encendido y la banda funciona con un motor siemens jaula de ardilla trabaja a una velocidad constante de 3420 rpm. El problema principal se detecta en la banda que transporta el producto desde el mezclador vertical hacia la tolva de ensacado cuando queda poco producto en la banda transportadora, éste cae al piso como resultado de la vibración y la velocidad constante de la banda. Aproximadamente se desperdician entre 100 a 150 kilos del producto en una jornada laboral de 12 horas, lo que genera pérdidas económicas para la empresa.

El sistema de la banda transportadora de fertilizante consta de 1 motor eléctrico trifásico de 220V AC capacidad de 4 hp este motor trabaja a una velocidad constante 3420 rpm con elementos de fuerza un breaker y contactor de 220V trifasico y su control consta de una marcha y un paro.

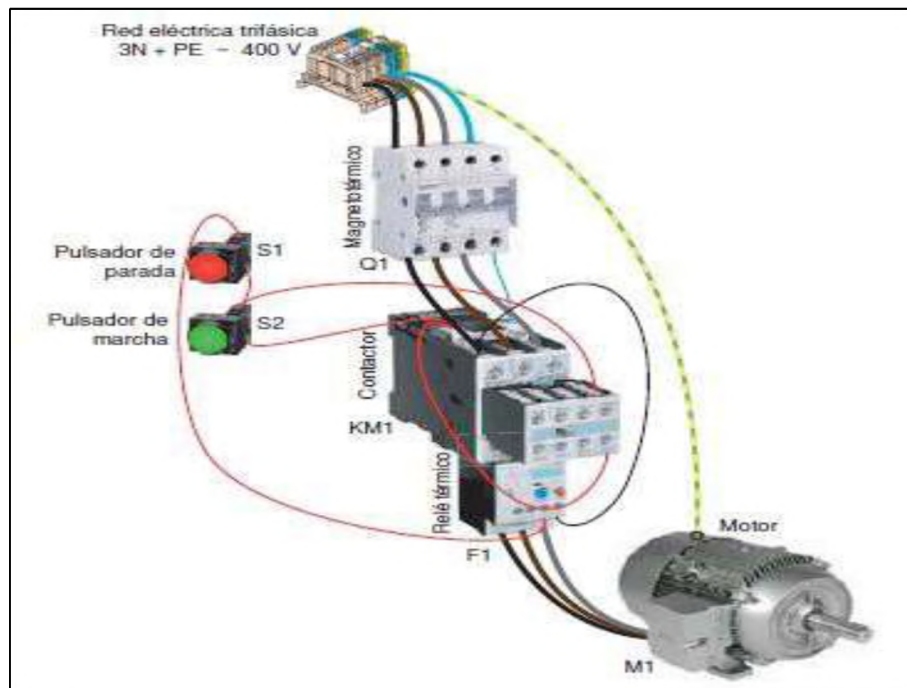


Figura 3. 1: Sistema Eléctrico Actual
Fuente: (Definición.xyz, 2018)



Figura 3. 2: Banda Transportadora
Fuente: (Agrotechna, 2018)

Se observa en la figura 3.2 los residuos que caen al piso, éstas cantidades varían diariamente, en proporción a la cantidad de producto que se trabaja, lo cual genera pérdidas para la empresa y aumento de la contaminación en el área de trabajo. También es importante hacer referencia a que la unión de la banda se parte constantemente, debido a las fricciones entre la banda y la estructura ya que ésta trabaja a una alta velocidad, siendo un factor negativo que incide en las ganancias que puede tener la empresa por producción.



Figura 3. 3: Desperdicios
Fuente: (Agrotechna, 2018)

Todo lo señalado anteriormente ocasiona un grave problema para la empresa, ante lo cual nace la presente propuesta con la finalidad de dar una solución efectiva al inconveniente que se viene presentando en el proceso de transporte del fertilizante.

Tabla 3. 1: Pérdidas del producto

Descripción	Valor
Horas de producción diaria (h)	8
Días laborables	5
Pérdida diaria (kg)	150
Pérdida por hora de producción (kg)	18.75
Cada saco de fertilizantees (kg)	50
Pérdida mensual (kg)	3000
Cantidad de sacos mensual	60
Valor quintal (\$)	18.00
Valor del (\$)	1080.00

Fuente: (Agrotechna, 2018)

Se muestra en la tabla las pérdidas en kilos y dólares, consecuencia del producto que cae de la banda transportadora.

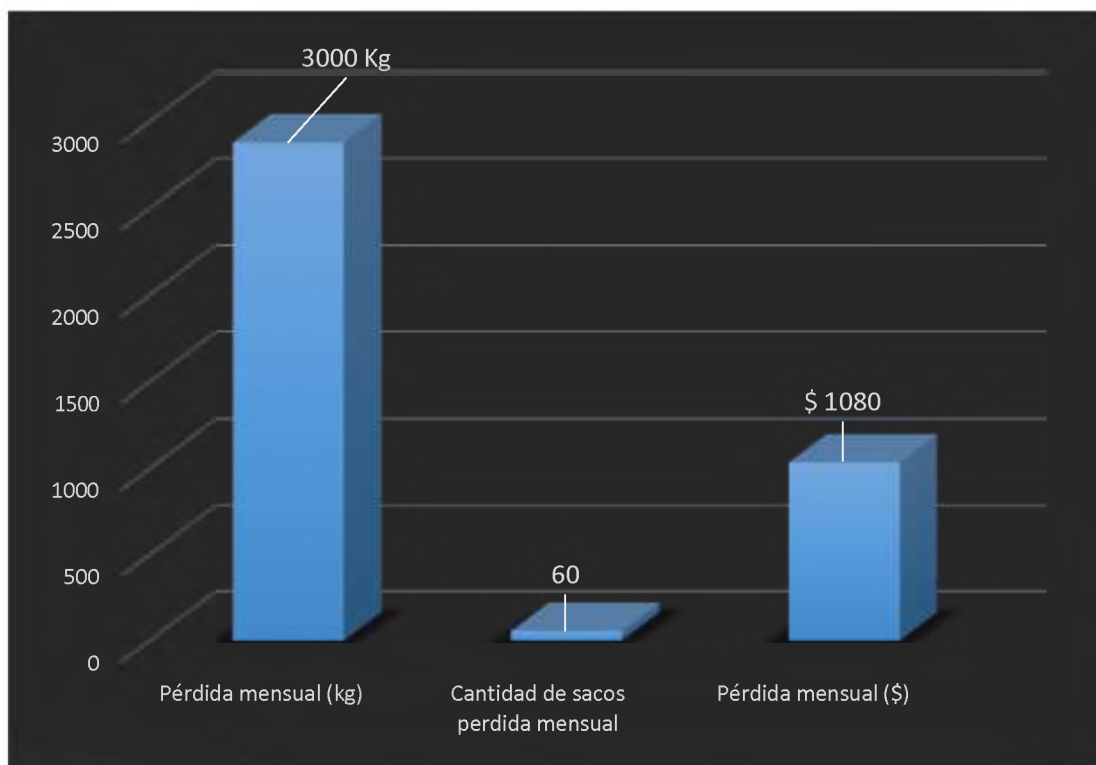


Figura 3. 4: Gráfico de pérdidas

Fuente: Autor (2019)

3.2. Levantamiento de información de las instalaciones

En todo proyecto o estudio eléctrico el análisis previo de la información es fundamental para de esta manera plantear la mejor respuesta en base a datos y cálculos

técnicos, por lo que el presente documento tiene como principal objetivo ser la base técnica para mejorar el funcionamiento de la banda transportadora.

3.3. Ubicación del Proyecto

El presente proyecto del control de velocidad de una banda transportadora recolectora de úrea está ubicado en el sector sur este, en la ciudadela la Pradera en la ciudad de Guayaquil provincia d el Guayas.

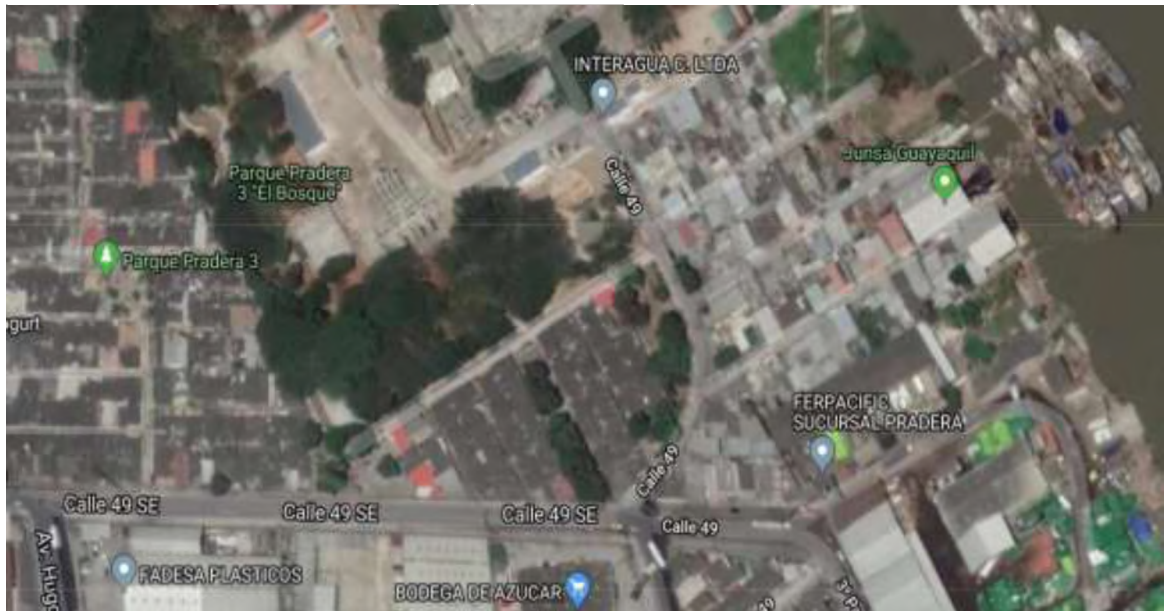


Figura 3. 5: Ubicación de la empresa (La Pedrera)
Fuente: (Googlemap, 2015)

3.4. Descripción de alimentación de tablero eléctrico

- Tablero de distribución principal: 220 3Ø – 150 [A]
- Amperaje del disyuntor principal: 250 [A]
- Voltaje línea a neutro: $V_{AB}= 125$, $V_{AC}= 125$, $V_{BC}= 127$.
- Voltaje línea a línea: $V_{AB}= 218$, $V_{AC}= 218$, $V_{BC}= 220$.
- Amperaje en horas pico: Fase_A= 90 [A], Fase_A= 87 [A], Fase_A= 87 [A].

3.5. Diseño del control eléctrico propuesto

La figura anterior muestra el Plano del Sistema de Control Eléctrico, y la interconexión que deben tener los dispositivos para que funcione correctamente. El diagrama de interconexión facilita a los usuarios conocer de qué manera deben estar conectados los elementos y la distribución de los dispositivos para controlar la velocidad de la banda.

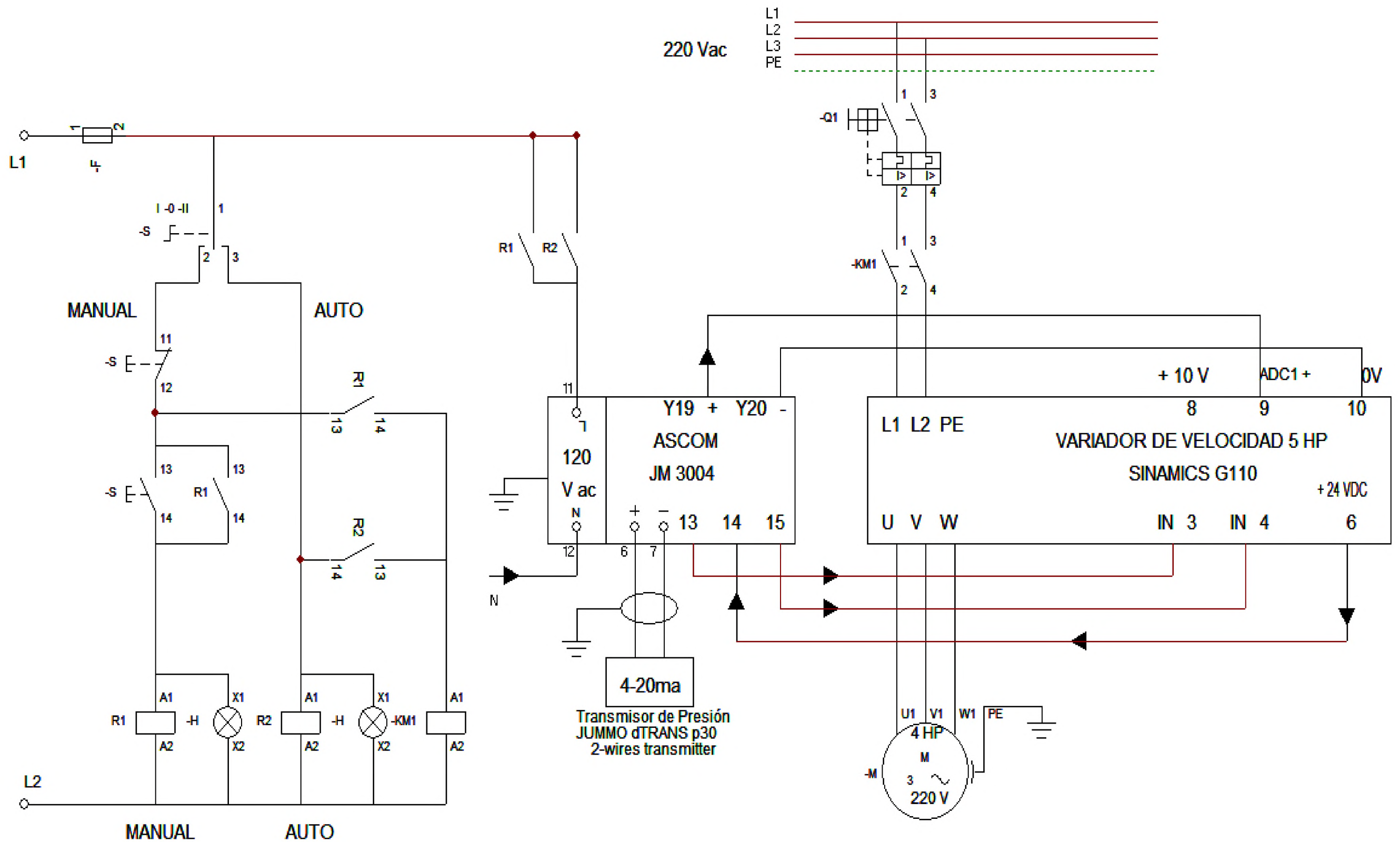


Figura 3. 6: Diseño de Control Eléctrico Propuesto
Fuente: Autor (2019)

3.5 Selección de los elementos

Tabla 3. 2: Selección de elementos

Equipo	Descripción
Transductor de presión	Marca: JUMO Modelo: dTRNAS p30 Alimentación: 10 – 30 V _{DC} Input: 0 – 250 mBar Output: 4...20 mA
Controlador	Marca: ASCON Modelo: JM 3014/ABA Alimentación: 100 – 240 V _{AC} Input: 4...20 mA Output: 4...20 mA
Variador	Marca: SIEMENS Modelo: G110 Alimentación: 200 – 240 V _{AC} Potencia: 5HP
Motor	Marca: SIEMENS Modelo: G110 Alimentación: 220 V _{AC} 3Ø – 60Hz Potencia: 4HP F.P: 0.85 RPM: 3420

Elaborado por: Autor (2019)

Se espera controlar la velocidad del motor eléctrico proporcionalmente sin que vaya a sufrir daños en sus partes mecánicas.

3.5.1 Conversión de la señal de corriente del transmisor a unidades de presión en bar

Los transmisores son dispositivos que reciben la variable de proceso y la cual lo transmite en señal neumática, al igual que los transductores de corriente de presión que reciben señales eléctricas y transmiten una salida neumática, los datos técnicos del cuadro anterior y lo informado en la hoja de datos del transmisor se conoce que su rango de trabajo es de **0 a 0.25 bar**, también podemos indicar dicha presión en psi ya que **1 bar = 14.50 psi**, por ende el transmisor trabaja de **0 a 3.62 psi**. A continuación se muestra la curva del comportamiento del transmisor de presión en las unidades de ingeniería más utilizadas en la industria mA-psi o mA-bar:

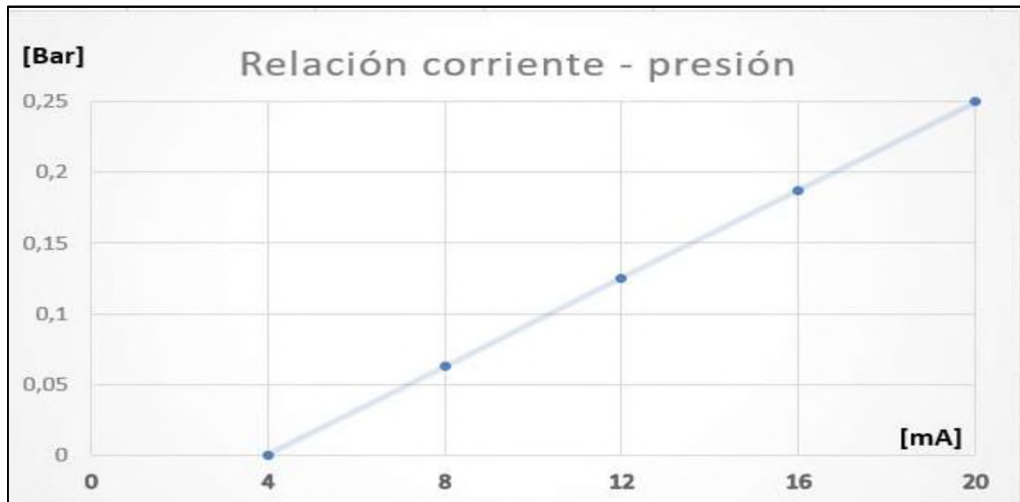


Figura 3. 7: Relación Corriente Presión
Fuente: Autor (2019)

Las graficas expuestas 3.7 y 3.8 relacionan la corriente que fluye expresada en mA, y la presión expresada en bar (primer caso) y Psi (segundo caso), la cual nos dice que a mayor flujo de corriente tiende a incrementar la presión, por consiguiente esta relación es inversamente proporcional.

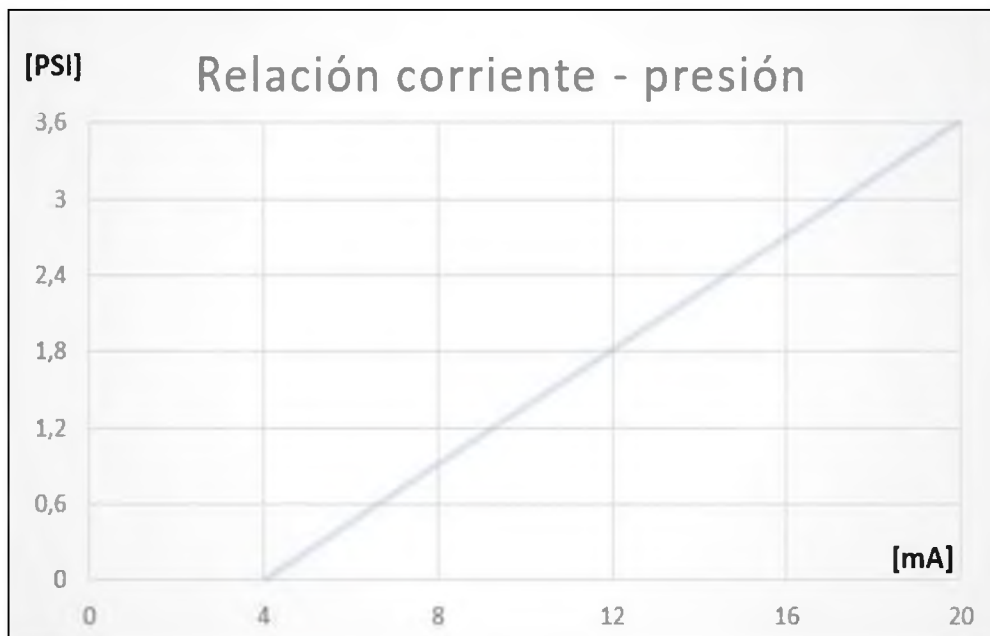


Figura 3. 8: Relación Corriente Presión Nro 2.
Fuente: Autor (2019)

La siguiente gráfica 3.9 nos muestra la relación teórica que existe entre el transductor, variador y los rpm del motor donde se puede observar que hay un control lineal de las tres variables.

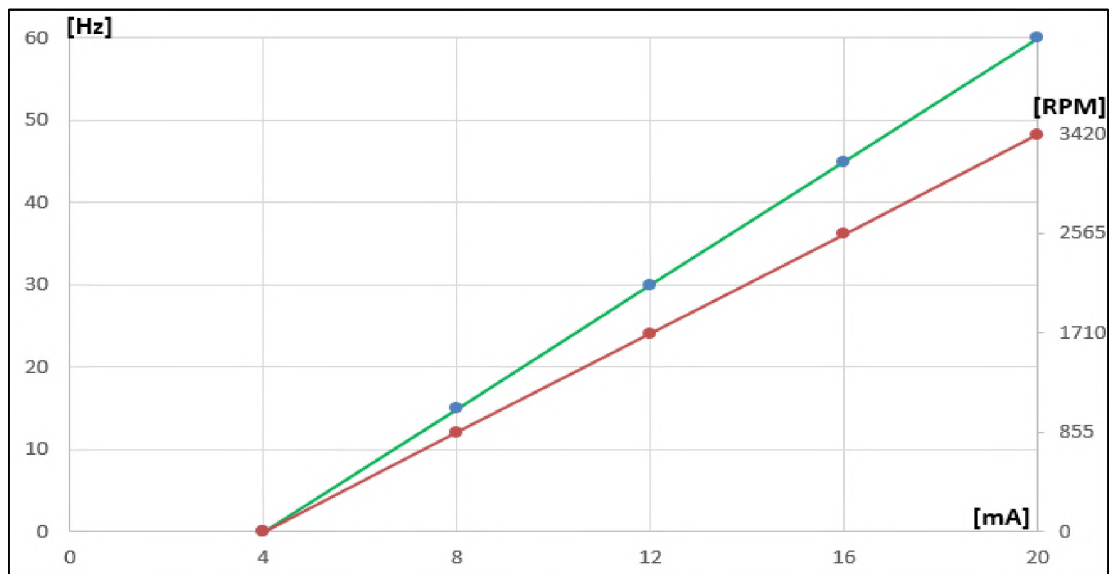


Figura 3. 9: Relación transductor, variador y rpm.
Fuente: Autor (2019)

En base al gráfico anterior podemos hallar la función que existe entre el transductor y la frecuencia, la cual detallamos a continuación su desarrollo matemático en base a la ecuación general de la recta:

$$y = mx + b$$

Donde la pendiente se la obtuvo con los puntos de la recta de frecuencia:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \Delta y = y_2 - y_1 \quad \text{y} \quad \Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta y = 60 - 0 \quad \Delta x = 20 - 4$$

$$\Delta y = 60 \quad \Delta x = 16$$

$$\Delta y = 60$$

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{60}{16} = 3.75$$

Al obtener la pendiente la reemplazamos en la ecuación general de la recta:

$$y = 3.75x + b$$

Con la ayuda de la siguiente tabla que muestra los datos teóricos de la relación que existe entre transductor, controlador, variador y motor podemos hallar el valor de la constante **b**:

Tabla 3. 3: Datos teóricos vinculados para conocer la constante b

Transductor [mA]	Controlador [%]	Variador [Hz]	Motor [rpm]
4	0	0	0
8	25	15	855
12	50	30	1710
16	75	45	2565
20	100	60	3420

Fuente: Autor (2019)

Conociendo los distintos datos de la relación entre el transductor, controlador, variador y motor, se puede hallar el valor de b en la ecuación de la recta.

Para hallar la constante **b** se pueden tomar los puntos del transductor y del variador, por ende tomamos el primer punto que contiene un 0 que facilita los cálculos:

$$y = 3.75x + b \text{ de donde } y=0 \text{ y } x=4$$

$$0 = 3.75 * x + b$$

$$b = - 3.75 * x$$

$$b = - 3.75 * 4$$

$$b = -15$$

Por lo que la función que existe entre el transductor y frecuencia es:

$$y = 3.75x - 15$$

En base a la función anterior se puede observar que existe una relación directa entre el transductor de entrada (x) y la frecuencia de salida del variador (y), con lo que se logra la meta planteada en la tesis de controlar la velocidad de la banda en base cantidad de fertilizante existente en la tolva mezcladora. Lo que repercute en una disminución significativa de las pérdidas actuales tal como podemos evidenciar en el

siguiente gráfico, es decir del 100% de la pérdida actual con el sistema propuesto solo se llegara a un 30% del mismo.

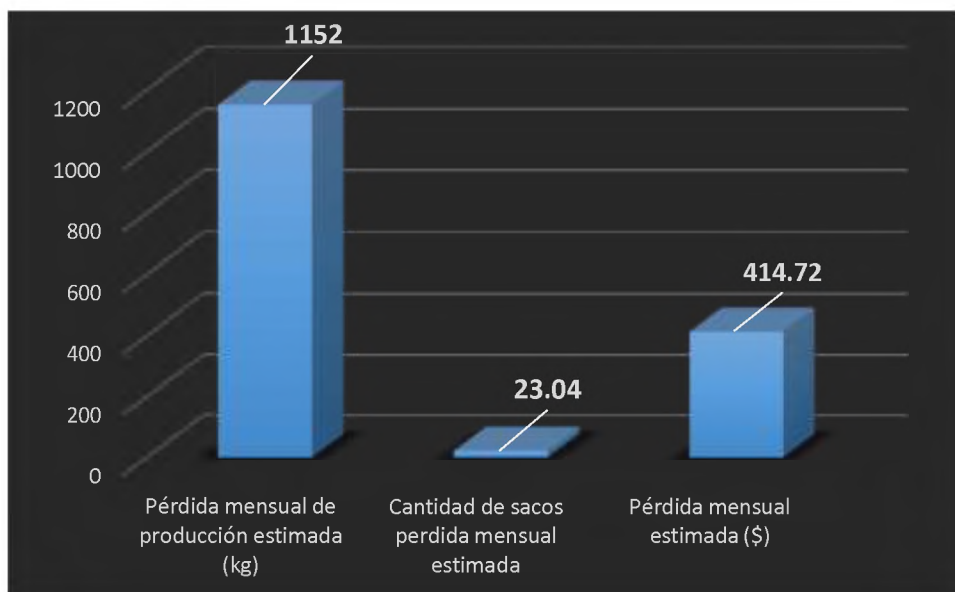


Figura 3. 10: Pérdidas estimadas del sistema propuesto
Fuente: Autor (2019)

3.6 Ahorro de energía

En la siguiente tabla se muestran los datos de consumos actuales del sistema por arranque directo y el consumo estimado por variador, por lo que el ahorro de energía es otro parámetro que refuerza la viabilidad del proyecto ya que se está sumando al ahorro de kilogramos del fertilizante por lote.

Tabla 3. 4: Ahorro de Energía

Arranque Directo	6.5 kW
1 hora	\$0.52
día laboral	\$4.16
Consumo mensual	\$104.00
Sistema por Variador	4 kW
1 hora	\$0.32
día laboral	\$2.56
Consumo estimado mensual	\$64.00
Ahorro mínimo mensual	\$60

Fuente: Autor (2019)

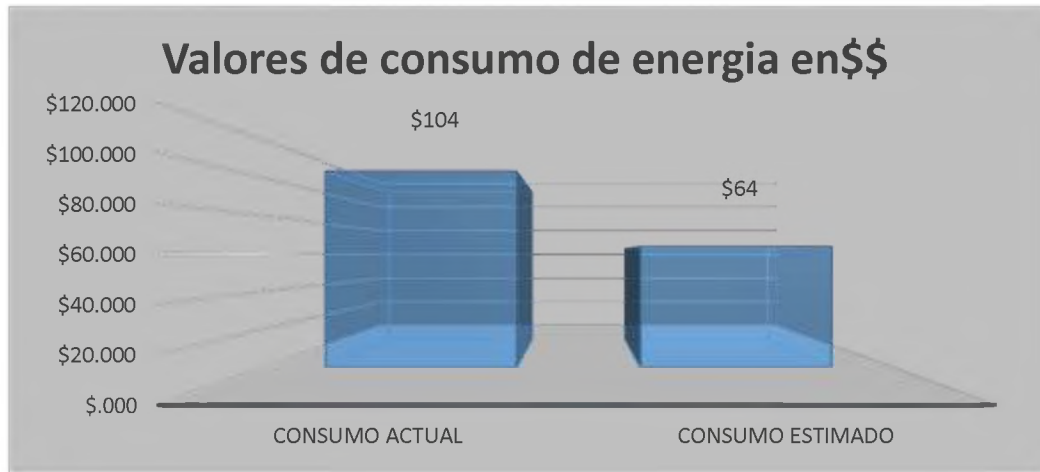


Figura 3. 11: Valores de consumo actual y estimado
Fuente: Autor (2019)

3.7 Propuesta de solución

Se hace la propuesta de diseñar un sistema de control eléctrico que permita controlar la velocidad de una manera adecuada y mejorar la parte mecánica de la banda transportadora a medida que vaya descargando el fertilizante del mezclador y de esta manera minimizar la caída del producto al piso y por ende la pérdida del mismo.

3.7.1 Tablero de control

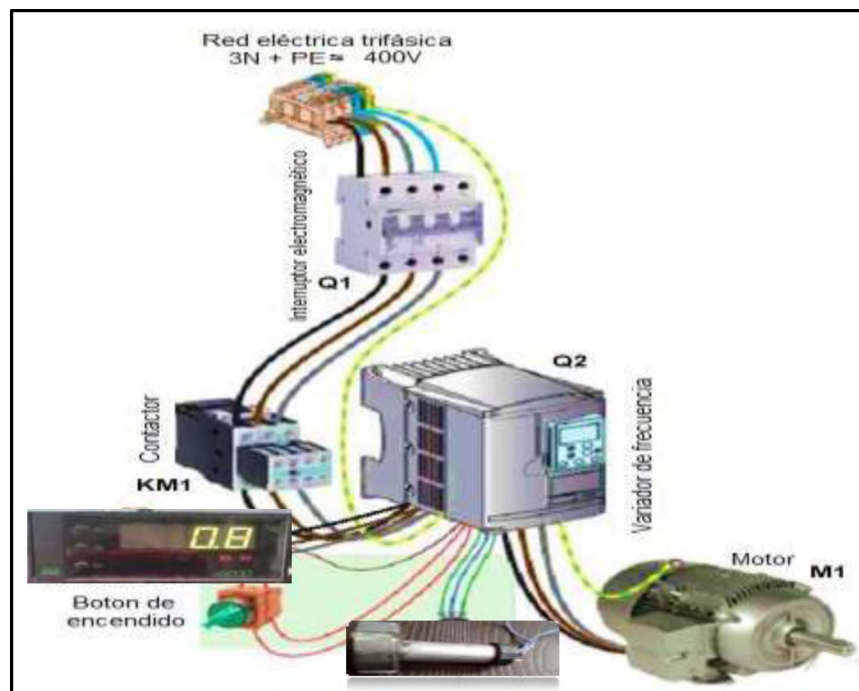


Figura 3. 12: Esquema de montaje del Tablero de Control
Fuente: (Diquimia, 2015)

En la figura se observan los elementos a utilizar y la ubicación en el tablero de control, cada uno de los cuales cumple funciones específicas y muy importantes para lograr buenos resultados. El tablero de control debe integrarse de manera óptima cumpliendo con las normas que garanticen su correcto funcionamiento, lo cual incluye la calidad de los instrumentos a instalar así como la adecuada conexión, protección, medidas y distribución de los dispositivos que conforman el tablero.

Los elementos que forman parte de esta propuesta son equipos robustos que se los pueden encontrar fácilmente en el mercado local y cumplen normas de calidad requeridas para el áreas de alta corrosión y humedad.

De igual manera, se hace necesario señalar algunas ventajas de la propuesta indicada:

- Con el diseño propuesto se espera minimizar la merma de producto, es decir, disminuir las pérdidas económicas por la caída de la úrea al piso, cuando la banda traslada el producto a altas velocidades.
- El sistema de control, a través del sensor de nivel, permitirá detectar el nivel de porcentaje del producto y controlar el traslado del mismo por las bandas transportadoras, contribuyendo a disminuir casi en su totalidad el riesgo de perder el producto cuando la banda trabaja a altas velocidades.
- Lo propuesto disminuirá la contaminación ambiental que producen estos residuos al momento de permanecer en el piso por determinado tiempo, ya que este producto pasa de estado sólido a líquido con facilidad.
- Contribuirá a disminuir las probabilidades de enfermedades de los operarios al tener que manipular dichos productos, minimizará los riesgos de afectación a la salud de los involucrados.
- Con esta propuesta ayudara a tener un mejor rendimiento la línea de transportadora.

3.8 Propuesta mejoramiento del sistema mecánico

3.8.1 Recomendaciones adicionales

Como complemento a la implementación de un sistema regulador de la velocidad del motor de la banda se sugiere que:

- En todos los anclajes de la banda al piso deben colocarse placas de neopreno o caucho, de preferencia neopreno de 12 mm para minimizar la vibración y nivelar el equipo; para este mismo fin debe verificarse que los pernos de anclaje estén bien sujetos.

3.8.2 Figura del Transportador

El transportador o comúnmente se lo conoce como banda transportadora está soportada en dos estructuras a diferentes niveles que inclinan la banda para que el producto circule de forma continua, con una longitud descrita por el diseñador, se debe recordar que la velocidad de la banda va depender del motor seleccionado y esto a su vez dependerá del peso del producto transportado, del material de la banda, de las vibraciones e incluso ruido que genere dicha máquina.

La banda transportadora presentada debe considerarse el método de protección contra las vibraciones y contragolpe del movimiento generado por la máquina, usualmente se pueden emplear una base sólida reforzado en la base de la estructura, mientras que las articulaciones se ubican cauchos reductores de vibraciones, la dimensión de los cauchos debe estar acorde al dimensionamiento de la máquina transportadora.

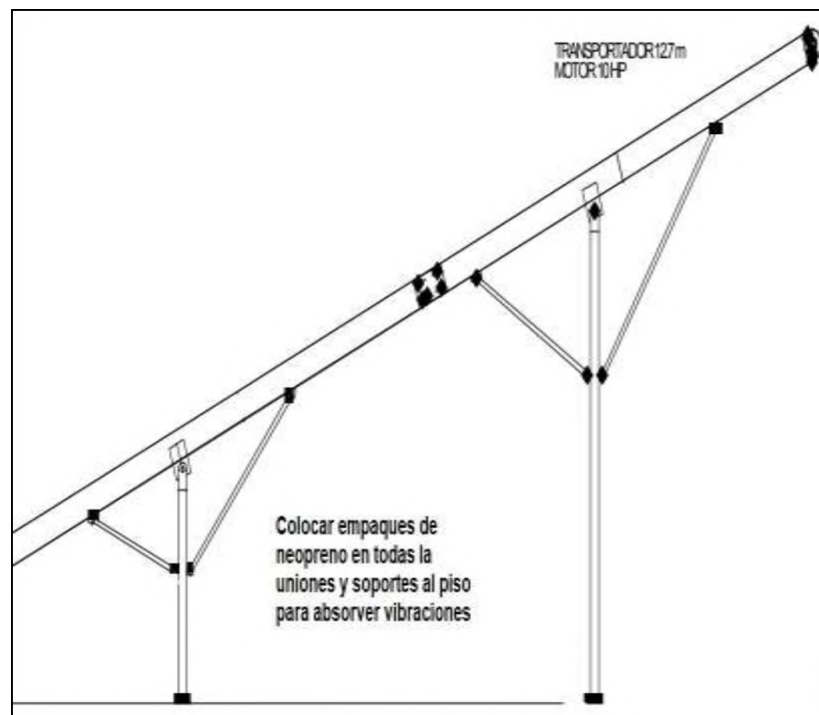


Figura 3. 13: Transportador
Fuente: (Agrotechna, 2018)

- En la parte posterior de la banda puede instalarse una cinta autoadhesiva que evite que la úrea caiga al suelo, la cinta debe ser de alta adherencia de material caucho o poli piel para que no afecte el funcionamiento del sistema.



Figura 3. 14: Protección de la banda
Fuente: (Agrotechna, 2018)

3.9 Procedimiento general para iniciar la instalación del Sistema de Control Eléctrico

El equipo de control eléctrico debe ser verificado antes de su instalación, por lo general se debe verificar su programación interna que sea correcta, su funcionalidad con respecto a lo requerido, que sea compatible el funcionamiento del equipo de control con la maquina en lo que respecta a sus diferentes variables como: eléctrico, temperatura, etc.

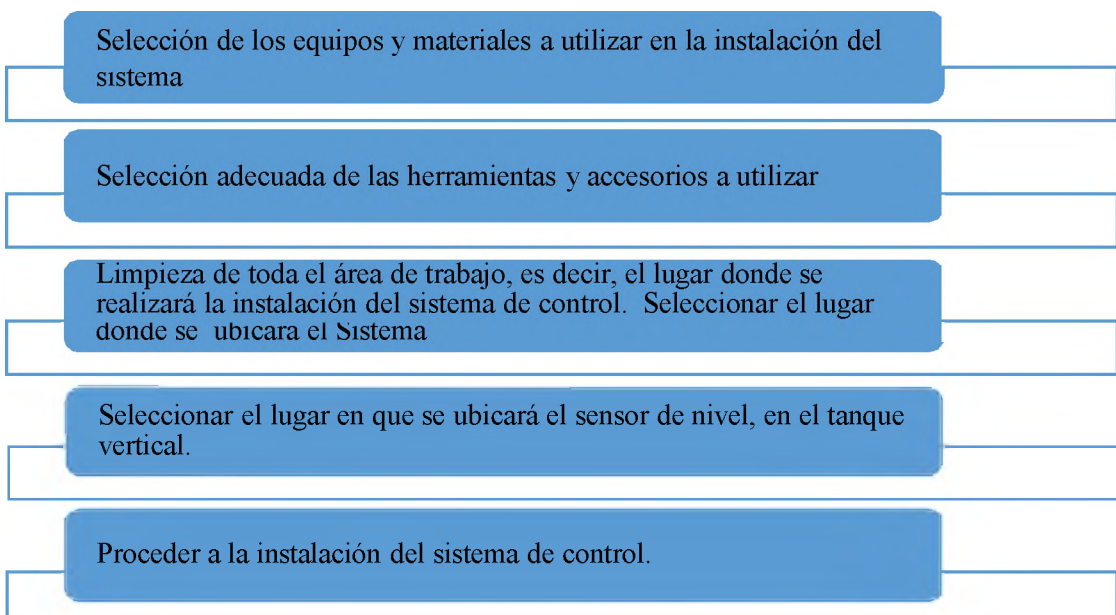


Figura 3. 15: Procedimiento general para la instalación del Sistema de Control Eléctrico
Fuente: Autor (2019)

De manera general se dan los pasos para poder dar inicio a la instalación del Sistema de Control eléctrico y de esta manera lograr los objetivos propuestos en la presente investigación; desde la autorización por parte de la gerencia de la empresa, pasando por la correcta selección de los materiales y equipos a utilizar hasta la instalación final del sistema, es importante que los procesos se realicen de manera cuidadosa, con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

3.9.1 Procedimiento de instalación del Sistema del Control Eléctrico diseñado

Identificar el espacio o lugar en el cual se ubicará el sensor de nivel:

El mismo debe colocarse en el tanque vertical o tolva de desalajo (Parte inferior), para así garantizar una cantidad adecuada de producto y dicho sensor deberá estar aislado de lugares que pueda obstruir la lectura del mismo, tener la precaución del sensor que debe estar plenamente regulado, dependiendo del requeimimiento propuesto, por ello este sería el lugar más idóneo a fin de que se logre el objetivo principal de su instalación.

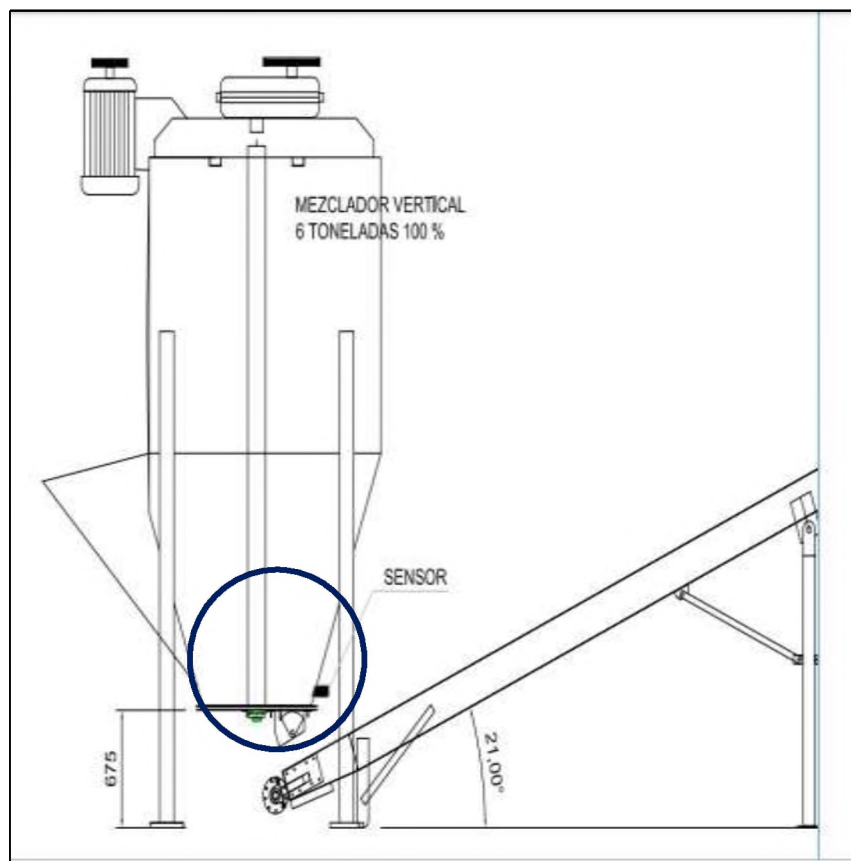


Figura 3. 16: Ubicación del sensor en el plano del mezclador

Fuente: (Agrotechna, 2018)

Instalar el tablero de control eléctrico el tablero debe estar colocado en un espacio higiénico y seguro, lo cual contribuirá a garantizar el correcto funcionamiento del mismo. Debe instalarse a una distancia prudencial de la tolva, para evitar que el polvo perjudique el tablero, por lo tanto se debe garantizar la seguridad del mismo.



Figura 3. 17: Ubicación recomendada para el tablero de control
Fuente: (Agrotechna, 2018)

1. Una vez instalado y ubicado el Tablero de Control, se realizan los siguientes procesos:
 - Instalación del controlador de nivel.
 - Instalación del variador de velocidad trifásico.
 - Realizar las conexiones de los tres elementos (sensor de nivel, variador de velocidad e indicador de nivel).
 - Conectar el motor de la banda transportadora al variador de frecuencia.
 - Hacer las debidas mediciones.
2. Después de realizar la instalación de todos los equipos en el tablero de control, se procede a evaluar el funcionamiento del sistema diseñado. Para lo cual es necesario realizar algunas pruebas que determinen si se ha logrado el objetivo principal esperado con la instalación del sistema.
3. Es importante que se otorgue a los operarios una inducción previa para utilizar el sistema de control instalado. El uso incorrecto del mismo puede generar inconvenientes. Por lo tanto se hace necesario una capacitación adecuada para conocer el funcionamiento del sistema de control y que todos los usuarios identifiquen la importancia del mismo.

3.10 Configuración de equipos de control

3.10.1 Variador de frecuencia marca siemens de 5 hp

Tomando en consideración la dimensión de la transportadora, la potencia de su motor, se debe seleccionar un variador la cual se mantenga acorde con lo requerido, por tanto Siemens ha otorgo durante mucho tiempo confiabilidad al momento del desempeño de sus equipos, esto lleva al modelo Sinamics G110 ser idóneo para nuestra transportadora, ya que entre sus datos técnicos tenemos que se maneja AC 200-240, V+/- 10% y un rango de frecuencia entre 47-63 Hz.



Figura 3. 18: Variador de Frecuencia Sinamics modelo G110
Fuente. (Siemens, 2018)

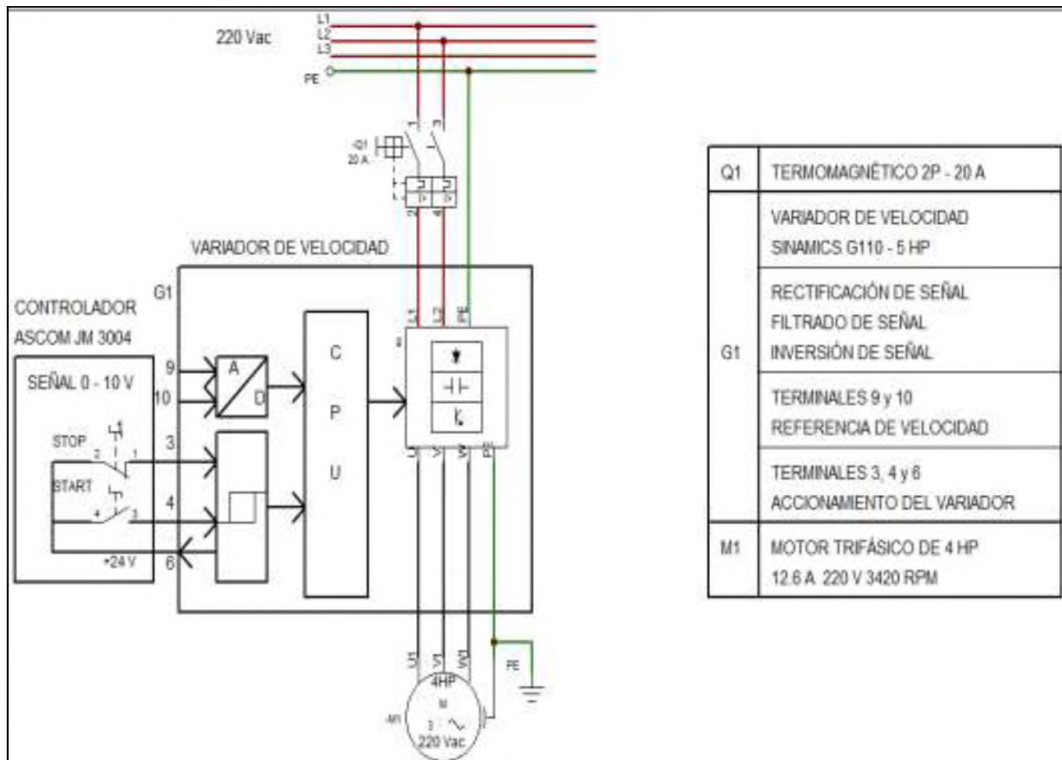


Figura 3. 19: Diagrama del bloque del variador de frecuencia
Fuente: Autor (2019)

La figura 3.19 muestra la arquitectura en diagrama de bloques para la programación del variador de frecuencia Sinamics modelo G110, lo cual parte de los conductores de fase (L1,L2,L3) hacia el interruptor de 2 polos (Termomagnetico 2P),

luego estas fases y el conductor de protección (PE) se conectara al variador de frecuencia y de igual forma del motor (M1) al variador.

Tabla 3. 5: Tabla de Configuración Variador de Frecuencia

PARAMETRO	DESCRIPCIÓN
P0003 = 2	Nivel de acceso al usuario: 2 Extendido (Aplicación Estandar)
P0010 = 1	Parámetro de puesta en marcha: 1 Guía básica
P0100 = 1	Europa / América: 1 Norte América (HP), 60Hz
P0304 = 220	Tensión nominal del motor: Tensión nominal del motor debe corresponder a la conexión real del motor (estrella , triángulo)
P0305 = 12.6	Corriente nominal del motor: Corriente nominal del motor (placa carecteristicas)
P0307 = 4	Potencia nominal del motor: Potencia nomina del motor (kw,hp) de la placa
P0308 = 0.85	CosPhi nominal del motor: No es necesario dar un valor
P0309 = 84.5	Rendimiento nominal del motor: Rendimiento nominal del motor en %
P0310 = 60	Frecuencia nominal del motor: Frecuencia nominal del motor (hz)
P0311 = 3420	Velocidad nimonal del motor: Velocidad nominal del motor RPM
P0335 = 0	Refrigeración del motor: 0 Autoventilación
P0640 = 150	Factor Sobre carga motor: Define el limite de intensidad de sobrecarga del motor
P0700 = 2	Selección fuente de ordenes: Terminales
P0701 = 1	Entradas digitales ON/OFF1_IN3
P0702 = 2	Entradas digitales 1 Arranca el motor (FOWARD)_ IN4
P0703 = 12	Entradas digitales 1 Arranca el motor (REVERSE)
P0727 = 2	Método de control Arranque 3 hilos (FWD P/ REV P)

P0731 = 4	Sálida digital 4 Covertidor funcionando
P1000 = 2	Selección consigna de frecuencia: 2 Consigna analógica
P1080 = 10	Frecuencia mínima (Hz): Ajusta la frecuencia mínima del motor
P1082 = 60	Frecuencia max. (Hz) Ajusta la frecuencia del motor máxima frecuencia
P1120 = 5	Tiempo de aceleración (s): Tiempo utilizado por el motor para acelerar
P1121 = 5	Tiempo de deceleración (s): Tiempo utilizado por el motor para desacelerar
P1135 = 0	Tiempo de deceleración (s) OFF3: Tiempo utilizado para el stop del motor
P1300 = 0	Modo de control: 0 V/f característica líneal
P3900 = 2	Fin de la puesta del servicio rápido 2 Inicio puesta en marcha

Fuente: (Diquimia, 2015)

En la tabla anterior 3.8 se despliega unos parámetros los cuales manualmente se los puede modificar de acuerdo a la necesidad del usuario, entre los principales parámetros importantes tenemos la frecuencia máxima y mínima, tiempo de aceleración y deceleración, la potencia nominal del motor que viene especificado en la placa de información, estos parámetros son entregados en el catálogo de cada variador y es importante conocer cada una de las características al configurar el variador.

En este tipo de esquema es muy utilizado ya que se utiliza pulsadores de arranque y de paro, la cual se debe modificar el parámetro fuente de arranque en el variador, estableciendo a tres hilos, la cual permite a que el motor incremente su velocidad progresivamente dependiendo de la modificación del potenciómetro (regula la velocidad) a la necesidad de la banda transportadora.

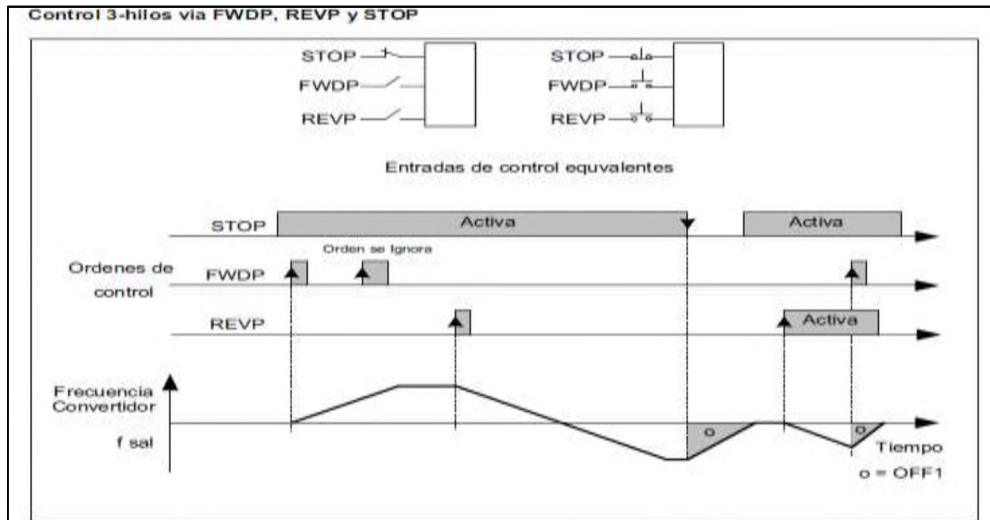


Figura 3. 20: Esquema funcional del arranque a 3 hilos del variador
Fuente: (Diquimia, 2015)

3.11 Controlador de nivel

Multi Ranger es una unidad de evaluación ultrasónica universal de uno o varios canales para rangos de medida cortos a medios. En múltiples sectores industriales se utiliza como equipo estándar para aplicaciones ultrasónicas.

MultiRanger se puede utilizar con distintos materiales; por ejemplo, gasoil, sustancias de desecho, ácidos o virutas de madera, y en grandes conos de apilado de sólidos granulados. MultiRanger ofrece una medición en doble canal y una capacidad de comunicación digital con Modbus® RTU integrado mediante RS-485. Además, es compatible con SIMATIC PDM, lo que permite ajustarlo y configurarlo a través del PC. El software Sonic Intelligence garantiza la fiabilidad de los valores medidos.



Figura 3. 21: Multi Ranger es una unidad de evaluación ultrasónica universal
Fuente: (Siemens, 2018)

Tabla 3. 6: Terminales

Terminales	Descripción
1 - 4	Comunicación serial
6 - 10	Alimentación del transmisor y entrada de medición.
11 - 12	Alimentación de 100 – 240 Vac
13 - 18	Sáldas de relay para alarmas
19 - 20	Retrasnmisión de medición
21 - 24	Entradas digitales

Fuente: (Siemens, 2018)

Los terminales vienen ya definidos en el equipo para realizar las conexiones correspondientes, en la tabla 3.9 nos define cada terminal (borne) para el cual esta predeterminado, siempre hay que tener en cuenta la ubicación de los cables de alimentación y salidas.

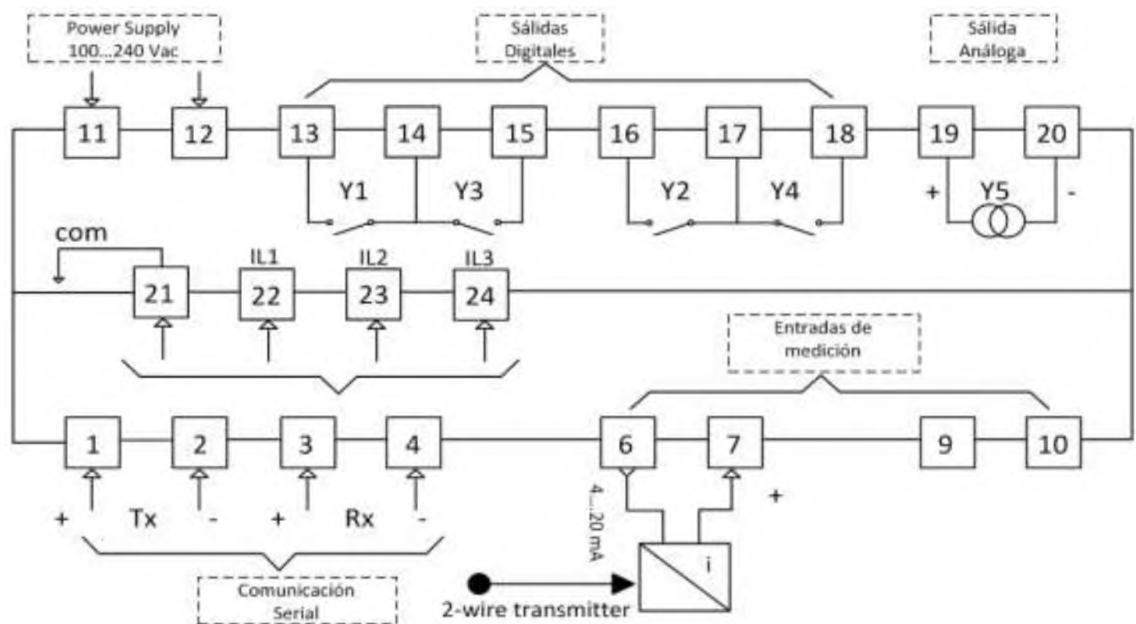


Figura 3. 22: Diagrama de Conexión del Controlador ASCON
Fuente: Autor (2019)

En la figura 3.22, los terminales vienen separados para cinco grupos como son: alimentación que va entre 100-240 Vac, las salidas digitales, salidas analógicas, comunicación serial y las entradas de medición, las conexiones ya vienen establecidas en el diagrama del controlador.

Tabla 3. 7: Observaciones para conexión del controlador

Observaciones Para Conexión Del Controlador	
Se conecta un resistor de :	
7-9.	30 Ω para un transductor de corriente 10k Ω para un transductor de voltaje
13 - 18	Los relés de alarma soportan máximo 5[A] / 250Vac
21 y 24	Entrada digital para reconocimiento de alarma.

Fuente: Autor (2019)

En la tabla 3.10 se muestran algunos datos característicos a considerar en la conexión del controlador.

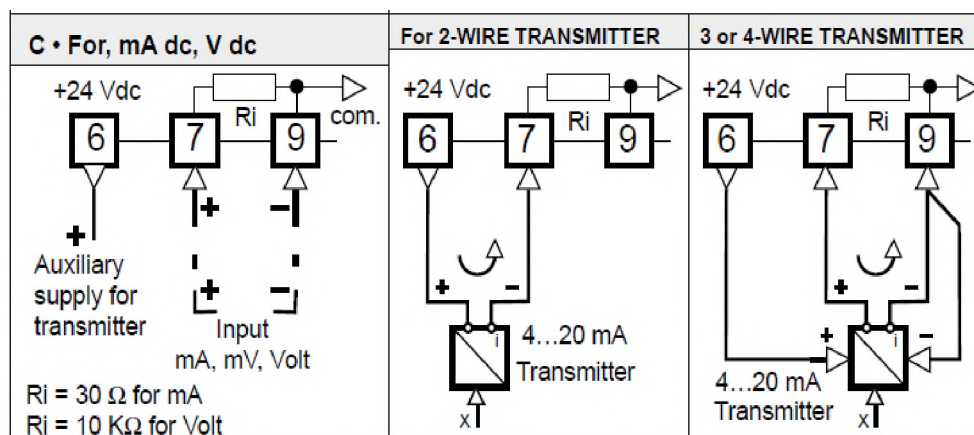


Figura 3. 23: Controlador
Fuente: (Quiminet, 2011)

En la figura 3.23 nos muestra tres modelos de controladores que se ejecutan en la conexión interna de control, lo cual contamos con tres receptores de señal 6,7 y 9, para la primera habría una conexión simple con entrega de voltaje de 24 V, con una resistencia entre los terminales 7 y 9, mientras que para los de transmisores de 2 hilos se manejaría un comienzo de señal entre la entrada de medición (6) y el transductor (7), mientras que para el transmisor de 3 hilos simplemente se haría se manejaría el otro transductor (9) realizando un puente directo entre el transmisor.

En las siguientes tablas se indica la programación del controlador ASCON JM 3004-ABA

Tabla 3. 8: Programación del controlador ASCON JM 3004-ABA

Menú de Configuración	DESCRIPCIÓN
6021	Código de configuración del primer bloque
3333	Password para acceder a los menus de configuración
Con1	Configuración 1, se ingresan 4 índices: E, F, G, H
E F	Configuración de unidades de ingeniería
G	Tipo y modo de operación de alarma Y1
H	Tipo y modo de operación de alarma Y2
Con2	Configuración 2, se ingresan 3 índices: I, L, M
I	Tipo y modo de operación de alarma Y3
L	Tipo y modo de operación de alarma Y4
M	Voltaje de excitación para transductores
Sc.d.d.	Número de dígitos decimales de la escala
Sc.lo	Valor mínimo de la escala
Sc.hi	Valor máximo de la escala
Co.Y1, Y2, Y3, Y4	Configuración de las alarmas, índices del 0 al 7.
Menú de Parametros	DESCRIPCIÓN
1111	Password para acceder al menú de parámetros
Ac.S.P.	Índice para acceder al setpoint
tF.L	Constante de tiempo del filtro de entrada
Hold	Índice de función para mantener
t.HLD	Tiempo de almacenamiento de la medición
Y5 lo	Valor de la medición al 0% de la señal retransmitida
Y5 hi	Valor de la medición al 100% de la señal retransmitida
HY.1, 2, 3, 4	Histéresis de las alarmas Y1, Y2, Y3 y y4

Fuente: (Diquimia, 2015)

La Configuración y programación del controlador ASCON JM 3004-ABA deben realizarse de manera adecuada, para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se incentiva a la industria a la transformación de su principal línea de trabajo de controlar de manera automática su proceso con equipos tecnológicos eléctricos logrando así mejorar la economía de la empresa.

Se tomó en consideración los estándares internacionales al momento de diseñar un sistema eléctrico de control puesto que deben cumplir el principio de diseño eléctrico y mecánico e intercambiabilidad de sus componentes. Garantizando el correcto funcionamiento del proceso minimizando altos costos de desperdicios y contaminación ambiental.

Al evaluar las posibles opciones mediante una matriz de multi criterio considerando las variables: eficiencia, aplicabilidad, factibilidad y costo, se establece que lo óptimo es implementar un sistema de control de velocidad, cuyos principales componentes son un variador de frecuencia y un sensor de presión para sólidos; la regulación al motor es por lazo cerrado, el conjunto variador-motor, se conecta directamente y el variador basándose en las señales que emite el sensor regula el proceso según los parámetros fijados.

4.2 Recomendaciones

- Comunicar los resultados de esta investigación a los directivos de la empresa, para que evalúen su implementación.
- Implementar el sistema de regulación de velocidad propuesto para controlar el desperdicio de urea, mejorar la seguridad industrial para los empleados y precautelar la seguridad ambiental.
- Se recomienda que a más del sistema de regulación de velocidad del motor de la banda, en el proceso productivo de urea de la empresa Agrotechna S.A., se implementen las siguientes acciones:
 - ✓ Colocar en todos los anclajes del sistema de banda al piso, placas de neopreno o caucho, de preferencia neopreno de 12 mm para minimizar la vibración y nivelar el equipo.

- ✓ Verificar que los pernos de anclaje estén bien sujetos;
 - ✓ Proteger la cadena y los piñones del sistema de transmisión mediante una caja sellada, para evitar su desgaste, mal funcionamiento y asegurar una lubricación adecuada;
 - ✓ Colocar sobre los perfiles laterales una canaleta en semi luna, para evitar que el producto caiga al piso;
 - ✓ Instalar en la parte posterior de la banda una cinta autoadhesiva de material adecuado, que evite que la úrea caída al suelo; e
 - ✓ Instalar debajo de la estructura de la banda una bandeja de acero inoxidable que acopie la úrea que cae.
- Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo para evitar emergencias y daños en el equipo logrando así mantener su vida útil.

Es importante señalar que el sistema a instalar se caracterizará por:

- Ser un sistema que se puede manejar de forma manual y automática, por lo tanto es de fácil operatividad.
- El mantenimiento del sistema no acarrea altos costos.
- Cuenta con sistema de protección en el variador de frecuencia por cualquier eventualidad que se pudiera presentar.
- Tecnología de estado sólido sin partes móviles.
- Protección IP humedad e integral contra el polvo.
- Mide nivel vertical.
- Se puede configurar sin llenar o vaciar el recipiente. (Sensovant, 2014).

ANEXOS

Anexo I

Manual de Inspección y Operación del mantenimiento eléctrico mecanico preventivo del la máquina.

- Utilizar todos los componentes de protección personal (gafas, orejeras, guantes)
- Aviso a todos los involucrados.

Paso # 01

Qué: Verificar estado del sistema

Dónde: Parte interna del sistema de la máquina.

Quién: Eléctricos

Cuándo: Mensual Tiempo: 0.4 Horas

Cómo:

- Observar el motor principal, conectores y preno estopas que estén bien ajustadas y no flojas. Con un pirómetro tomar la temperatura al motor principal y este valor no debe pasar los 60 grados y medir las corrientes de cada una de las líneas al motor principal.

Paso # 02

Qué: Verificar estado de selectores y pulsadores

Dónde: Panel de control eléctrico

Quién: Eléctricos

Cuándo: Mensual Tiempo: 0.4 Horas

Cómo:

- Observar que los pulsadores no se encuentren con material corrosivo, sin daños alrededor de los mismo y que no existan cables y terminales averiados o recalentados.
- Verificar el correcto funcionamiento de los pulsadores.

Paso # 03

Qué: Verificar estado de guardamotors y contactores.

Dónde: Tableros de control y fuerza.

Quién: Eléctricos

Cuándo: Mensual Tiempo: 0.4 Horas

Cómo:

- Observar que los contactores se encuentren bien fijos, sin daños como fisuras alrededor de ellos, cables y terminales que no tengan recalentamientos.
- Verificar que en la bobina vaya a tener algun ruido anormal.
- Ayudarnos con un pirómetro y censar la temperatura del Contactor, no deberá sobrepasar los 45°C.

Paso # 04

Qué: Verificar estado mecanico de la máquina

Dónde: Linea de transporte

Quién: Mecanicos

Cuándo: Mensual Tiempo: 0.4 Horas

Cómo:

- Observar que la parte mecanica se encuentre bien lubricada
- Observar que los rodamientos se encuentren sin ningun tipo de ruido.

Paso # 05

Qué: Verificar banda de linea transportadora.

Dónde: Linea transportadora.

Quién: Mecanicos

Cuándo: Mensual Tiempo: 0. Horas

Cómo:

- Observar que la banda no se encuentre con alguna fisura por muy leve que esta sea

Paso # 06

Qué: Verificar sensor de presion

Dónde: Estructura del Mezclador vertical

Quién: Eléctrico y mecanico

Cuándo: Mensual Tiempo: 0.4 Horas

Cómo:

- Observar que el sensor de presión se encuentre bien sujeto a la base y las salidas de señal no se encuentren corroidas.
- Observar que no hayan fisura, cables que esten expuestos al ambiente, además se deben revisar las prensa estopas.

Paso # 07

Qué: Verificar el controlador de nivel.

Dónde: Tablero de control eléctrico.

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.4 Horas

Cómo:

- Observar que el Controlador se encuentre bien fijo al tablero, que no exista fisuras, terminales, cables flojos.

Paso # 08

Qué: Verificar el variador de frecuencia

Dónde: Tablero de control eléctrico.

Quién: Eléctrico

Cuándo: Mensual

Tiempo: 0.4 Horas

Cómo:

- Observar que el Variador se encuentre bien fijo al tablero, que no exista fisuras, terminales, cables flojos.

Anexo II

Manual de operación del sistema de control de velocidad:

Antes de energizar el equipo verificar que no haya ningún objeto extraño que pueda obstruir el equipo al momento de proceder con el funcionamiento.

El panel de control eléctrico:



Panel eléctrico
Fuente: (Construyendo.co, 2014)

Paso 1

Subimos el breaker principal para energizar todo el sistema.

Paso 2

Una vez encendido el equipo verificamos de forma visual que este encendido la luz piloto de color verde que nos indica que el tablero esta en funcionamiento

Paso 3

Presionar el botón de encendido del mezclador vertical ya que este debe de estar encendido antes de que le llegue producto.

Paso 4

Colocamos el selector en modo “ON modo automatico”

Paso 5

Verificamos que esten encendido el variador de frecuencia.

Paso 6

Verificamos que este encendido el controlador de nivel.

Una vez revisado visual mente podemos decirle a la persona encargada que proceda a la producción.




























Nota.- Una vez terminada la jornada laboral se deja presionado el boton de emergencia seguido del breaker principal para no tener problema alguno con los equipos al momento de volver a producir.

APORTACIONES

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Descripción	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Interruptor de control de potencia (ICP)	Se instalará antes de los dispositivos de protección, en caja precintable. Altura entre 1,4 y 2 m.
			Interruptor automático bipolar F+N (PIA) magnetotérmico	Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se instalarán en cuadros de distribución. Su poder de corte será suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. Este poder de corte será como mínimo de 4,5 kA.
			Interruptor automático bipolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor automático tripolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor automático tetrapolar (PIA) magnetotérmico	
			Interruptor diferencial bipolar	
			Interruptor diferencial tetrapolar	
			Interruptor diferencial tetrapolar	

Simbología Eléctrica
Fuente: (Diquimia, 2015)

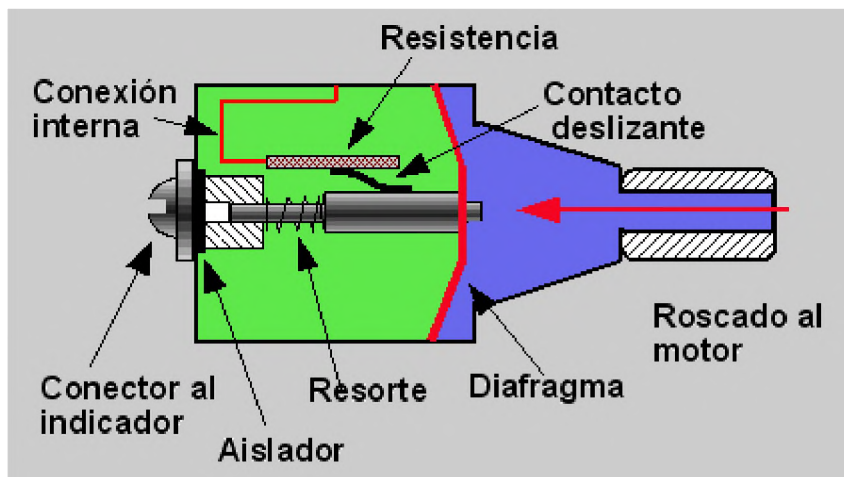
SIMBOLOGÍA PARA CIRCUITOS DE MANIOBRA

	Elemento auxiliar utilizado para marcar sobre el esquema a las conexiones eléctricas.		Flechas para establecer referencias cruzadas hacia arriba, abajo, izquierda o derecha en los circuitos de maniobra.
	Borne, regleta o ficha de conexión en posición horizontal.		Borne, regleta o ficha de conexión en posición vertical. La razón de utilizar los dos símbolos es agilizar su inserción.
	Contacto normalmente cerrado asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.		Contacto conmutado asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.
	Contacto normalmente abierto asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.		
	Contacto temporizado a la conexión normalmente cerrado, es decir, está temporizado a la apertura.		Contacto temporizado a la conexión normalmente abierto, es decir, está temporizado al cierre.
	Contacto normalmente cerrado temporizado a la desconexión, es decir, está temporizado el paso de abierto a cerrado.		Contacto normalmente abierto temporizado a la desconexión, es decir, está temporizado el paso de cerrado a abierto.
	Contacto auxiliar de relé térmico normalmente abierto.		Contacto auxiliar de relé térmico normalmente cerrado.
	Contacto normalmente abierto asociado a un disyuntor. Suele utilizarse para señalización.		
	Contacto normalmente cerrado activado por un final de carrera.		Contacto normalmente abierto activado por un final de carrera.
	Contacto normalmente cerrado activado por la acción de un presostato.		Contacto normalmente abierto activado por la acción de un detector de proximidad.
	Contacto temporizado a la conexión normalmente abierto, es decir, está temporizado al cierre.		Conmutado con 1 contacto cerrado asociado.
	Contacto normalmente cerrado asociado a otro elemento. Las interrogantes aparecen simbolizando que su numeración dependerá de cada caso.		Contacto normalmente cerrado temporizado a la desconexión, es decir, está temporizado el paso de abierto a cerrado.
	Piloto luminoso.		Bodina, sirena, en general elemento de señalización acústica.
	Bobina de contactor o relé de maniobra.		
	Bobina de contactor o relé de maniobra con contactos auxiliares temporizados a la conexión.		Bobina de contactor o relé de maniobra con contactos auxiliares temporizados a la conexión.

Simbología para circuito de maniobra
Fuente: (Diquimia, 2015)



Partes de un variador
Fuente: (FULLWAT, 2012)



Partes del sensor de nivel
Fuente: (DIM.USAL, 2016)



Controlador de nivel
Fuente: (FULLWAT, 2012)

Formulas Electricas

Desired Data	Single Phase	Three-Phase	Direct Current
Kilowatts (kW)	$\frac{1 \times V \times PF}{1000}$	$\frac{\sqrt{3} \times 1 \times V \times PF}{1000}$	$\frac{1 \times V}{1000}$
Kilovolt-Amperes kVA	$\frac{1 \times V}{1000}$	$\frac{\sqrt{3} \times V \times I}{1000}$	
Electric Motor Horsepower Output (HP)	$\frac{1 \times V \times Eff. \times PF}{746}$	$\frac{\sqrt{3} \times 1 \times V \times Eff. \times PF}{746}$	$\frac{1 \times V \times Eff.}{746}$
Amperes (I) When Horsepower is known	$\frac{HP \times 746}{V \times Eff. \times PF}$	$\frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times Eff. \times PF}$	$\frac{HP \times 746}{V \times Eff.}$
Amperes (I) When Kilowatts are known	$\frac{kW \times 1000}{V \times PF}$	$\frac{kW \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times PF}$	$\frac{kW \times 1000}{V}$
Amperes (I) When kVA is known	$\frac{kVA \times 1000}{V}$	$\frac{kVA \times 1000}{\sqrt{3} \times V}$	

Where:

- V = Volts
- I = Amperes
- Eff = Percentage Efficiency
- PF = Power Factor = $\frac{\text{Watts}}{1 \times V}$

Formulas 3 F
Fuente: (DIM.USAL, 2016)

BIBLIOGRAFÍA

Agrotechna. (2018). *www.agrotechna.com/web/*. Recuperado el 21 de Enero de 2019, de Acerca de nosotros: <http://www.agrotechna.com/web/>

ALTEC. (2016). *https://www.altecdust.com/productos/controles-de-nivel/detector-de-nivel-mn03.html*. Recuperado el 18 de Julio de 2019, de <https://www.altecdust.com/productos/controles-de-nivel/detector-de-nivel-mn03.html>: <https://www.altecdust.com/productos/controles-de-nivel/detector-de-nivel-mn03.html>

BYCRODAMIENTOS. (2015). *http://bycrodamientos.mex.tl/1037855_BANDAS.html*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de http://bycrodamientos.mex.tl/1037855_BANDAS.html: http://bycrodamientos.mex.tl/1037855_BANDAS.html

Construyendo.co. (2014). *https://construyendo.co/electricidad/cable-electrico.php*. Recuperado el 10 de Julio de 2019, de <https://construyendo.co>: <https://construyendo.co/electricidad/cable-electrico.php>

Definición.xyz. (Junio de 2018). *https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html*. Recuperado el 28 de Junio de 2019, de <https://www.definicion.xyz/2018/06/controles-electricos.html>

DIM.USAL. (12 de Julio de 2016). *http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm*. Obtenido de <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/rosca%20helicodal.htm>

Diquimia. (2015). *Diagrama de bloques de la fabricación de urea* . Mexico: Tecnología Química Industrial .

ELGRANTLAPALERO.COM. (2016). *https://www.elgrantlapalero.com/herramientas/motores-electricos.html*. Recuperado el 12 de Junio de 2019, de <https://www.elgrantlapalero.com>: <https://www.elgrantlapalero.com/herramientas/motores-electricos.html>

FULLWAT. (2012). *http://blog.fullwat.com/grados-de-proteccion-ip-e-ik/*. Recuperado el 14 de Agosto de 2019, de <http://blog.fullwat.com/grados-de-proteccion-ip-e-ik/>: <http://blog.fullwat.com/grados-de-proteccion-ip-e-ik/>

Googlemap. (2015). *https://maps.google.com*. Obtenido de <https://maps.google.com>: <https://maps.google.com>

IMC . (2019). *Square D / Telemecanique*. Recuperado el 24 de enero de 2019, de https://www.imc-direct.com/product_p/lc1d32.htm

Quiminet. (24 de Junio de 2011). *Acerca de nosotros: E. Quiminet*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/los-diferentes-tipos-de-sistemas-de-ensacado-56449.htm>

Sensovant. (2014). *http://sensovant.com*. Recuperado el 16 de Agosto de 2019, de Sensovant: <http://sensovant.com/productos/caudal-nivel-fluidos/sensores-Nivel-de-liquidos/sensores-solidos/articulo/sensor-medicion-nivel-silos-depositos-almacenamiento-laser-LTI.html>

Siemens. (5 de 11 de 2018). *Siemens*. Obtenido de Industria, Variadores de frecuencia: https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive_tech/variadores/Pages/Variador.es.aspx

Virtual-Expo. (2019). *Direct Industry*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/correa-redonda-71973.html>



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



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

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vera Boza Oscar Gabriel** con C.C: # 092401171-1 autor del trabajo de titulación: Diseño de un sistema eléctrico de control de velocidad de una banda recolectora de úrea, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICO-MECANICA** 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: **Vera Boza Oscar Gabriel**

C.C: 092401171-1

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACION

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de un sistema eléctrico de control de velocidad de una banda recolectora de úrea.		
AUTOR(ES)	Vera Boza Oscar Gabriel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Zamora Cedeño, Néstor Armando, M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
PROGRAMA:	Ingeniería en Eléctrico-Mecánica		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico-Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de septiembre del 2019	No. DE PÁGINAS:	75
ÁREAS TEMÁTICAS	ELECTRICIDAD, CONTROLES, TELECOMUNICACIONES		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	CONTROLADOR, VELOCIDAD, VARIADORES, FRECUENCIA, SENSORES, PROCESOS.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Una de las líneas de Agrotechna S.A. es la producción y venta de fertilizantes, puesto que se ha detectado que en el proceso productivo de úrea existen falencias que afectan económicamente a la empresa, generan contaminación ambiental y afectación a la salud de los trabajadores, en esta investigación se busca solucionar las causas de esta problemática, y cuyo objetivo es: Estudiar el control de la velocidad de la banda recolectora de úrea desde el mezclador para evitar pérdidas de producto que cae al piso. En primer lugar se determinan los parámetros teórico- técnicos relacionados con el funcionamiento de una banda recolectora similar a la utilizada en la empresa; luego se han identificado los problemas en la línea de producción que generan desperdicio de materia prima, estableciéndose que el deficiente control de la velocidad de transportación de la banda es uno de los principales; finalmente se proponen como soluciones técnicas a la problemática observada, implementar un sistema de control que permita mover el motor de la banda de una manera controlada, compuesto de un controlador, variador de frecuencia, un sensor de nivel para sólidos que regule el motor mediante un modelo de lazo cerrado; adicionalmente se proponen otras acciones secundarias para mejorar la eficiencia del proceso de producción. El estudio para determinar una solución viable y aceptable dentro de un contexto técnico- económico, se ha orientado como</p>		
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593993210917	E-mail: oscargabrielvera@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: +593-9-80960875		
	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):			