

 <b>ISU CENTRAL TÉCNICO</b> <small>INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO</small>	<b>INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO</b>		<b>VERSIÓN:</b> 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN		<b>ELABORACIÓN:</b> vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN		<b>ÚLTIMA REVISIÓN</b> mi,21/04/2021
Código: <b>FOR.FO31.04</b>	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
<b>FORMATO</b>	PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		Página 1 de 39



# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISITEMA ENROLLADOR DE MANGUERA PLÁSTICA DE Ø ½"

INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO

## ELECTRICIDAD

### CHALAN MARTINEZ CHRISTIAN

### ING. FLAVIO BARBOSA

2022-JULIO

 <b>ISU CENTRAL TÉCNICO</b> <small>INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO</small>	<b>INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO</b>		<b>VERSIÓN:</b> 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN		<b>ELABORACIÓN:</b> vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN		<b>ÚLTIMA REVISIÓN</b> mi,21/04/2021
Código: <b>FOR.FO31.04</b>	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
<b>FORMATO</b>	<b>PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Página 2 de 39

## CONTENIDO

1.	TITULO DEL PROYECTO.....	4
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
4.	PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:.....	5
4.1	GENERALES.....	5
4.2	ESPECÍFICOS.....	5
5.	JUSTIFICACIÓN.....	5
6.	ALCANCE.....	5
7.	MARCO TEÓRICO.....	6
7.1	CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	6
7.1.1	CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	7
7.1.2	TIPOS DE CONDUCTORES ELÉCTRICO.....	10
7.1.3	TIPOS DE AISLAMIENTO DE CABLES ELÉCTRICOS.....	13
7.2	CAÍDA DE TENSIÓN.....	14
7.2.1	FÓRMULA DE CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN TRIFÁSICO (3Ø).....	15
7.3	PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	16
7.3.1	INTERRUPTORES.....	16
7.3.2	TOMAS A TIERRA.....	18
7.4	MOTORES ELÉCTRICOS.....	20
7.4.1	MOTORES ELÉCTRICOS CLASIFICACIÓN.....	20
7.4.2	TIPOS DE MOTORES ELÉCTRICOS.....	24
7.5	EFICIENCIA.....	26
7.5.1	TIPOS DE CONSUMOS NO DESEADOS.....	26
8.	DESARROLLO.....	27
8.1	SELECCIÓN TIPO DE CONDUCTOR.....	27
8.2	CÁLCULO DE CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICO (3Ø).....	27
8.3	PROTECCIÓN.....	28
8.4	MOTOR.....	28
8.5	EFICIENCIA DEL ENROLLADOR.....	29
8.6	MATERIALES.....	30
9.	CONCLUSIONES.....	31
10.	RECOMENDACIONES.....	32
11.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	33
12.	ANEXOS.....	35

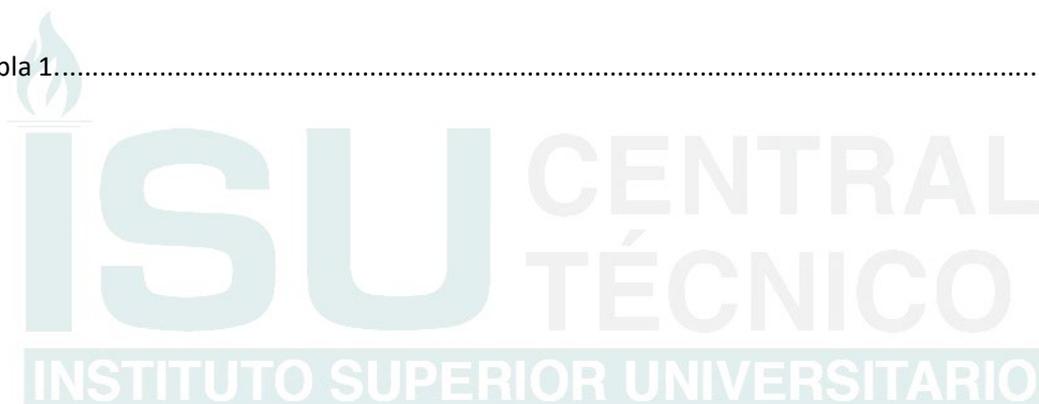
	<b>INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO</b>		VERSIÓN: 2.1
	MACROPROCESO: 01 FORMACIÓN		ELABORACIÓN: vi,20/04/2018
	PROCESO: 03 TITULACIÓN		ÚLTIMA REVISIÓN mi,21/04/2021
Código: FOR.FO31.04	01 TRABAJO DE TITULACIÓN PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
<b>FORMATO</b>	<b>PROYECTO TECNOLÓGICO / PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Página 3 de 39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Conductores Metálicos.....	11
Figura 2 - Conductor Electrolítico .....	11
Figura 3 - Alambre Aislado .....	12
Figura 4 - Cable Flexible .....	12
Figura 5 - Conductor de Cordón .....	13
Figura 6 - Interruptor Termomagnético .....	28
Figura 7 - Motor jaula de ardilla. ....	29
Figura 8 - Motor reductor.....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	30
--------------	----



## 1. TITULO DEL PROYECTO

### DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISITEMA ENROLLADOR DE MANGUERA PLASTICA DE $\varnothing \frac{1}{2}$ "

## 2. INTRODUCCIÓN

La empresa ECUAPLASTIC brinda distintas formas de cuidar al planeta, con ello precisa algunas de ellas las cuales mencionaremos a continuación.

### Sostenibilidad

Nuestro trabajo se basa en la responsabilidad social, compromiso medio ambiental y eficiencia económica.(Mora, 2022)

### Calidad

Nuestros productos cumplen con un riguroso proceso de control de calidad para garantizar la satisfacción de nuestros clientes. (Mora, 2022)

### Innovación

Nuestra curiosidad y constante investigación nos ayuda a optimizar los procesos y tecnología permitiéndonos estar a la vanguardia del mercado. (Mora, 2022)

Con dichas cualidades la empresa nos ha abierto las puertas para con nuestro conocimiento poder adaptar un proyecto que contribuirá y apoyará a los dos entes, con el proyecto mencionado a continuación.

Implementación del sistema enrollador, ayudándonos al procesamiento y desarrollo de la manguera, por lo cual reduciremos el tiempo de despacho de esta, por lo tanto, el obrero tendrá la facilidad de aumentar o disminuir la velocidad de producción a la salida del producto, lo cual ayudará a verificar como se realiza la implementación de despacho en forma ordenada y acorde al pedido.

## 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la empresa observamos el campo de trabajo a ser modificado esto quiere decir la implementación del enrollador automatizado, el cual nos brindara la reducción de tiempo empleado de enrollamiento de manguera, misma que a su salida se encuentra en el suelo sin supervisión del operador, hasta obtener el metraje determinado por los sensores ubicados en la máquina extrusora, al final de su producción el obrero tendrá

que visualizar la manguera, cortarla para enrollarla manualmente ayudado del enrollador manual, colocar su peso y broches para su debido despacho.

#### 4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:

##### 4.1 GENERALES

Disminuir el tiempo de enrollamiento de la manguera mediante el sistema enrollador automático el cual estará ubicado a la salida de la máquina de producción.

##### 4.2 ESPECÍFICOS

Observar el correcto funcionamiento del equipo automático, mediante el enrollamiento de la manguera, ya que la misma tiene que ser ubicada de forma correcta para su despacho.

Implementar el sistema enrollador de manguera mediante un diseño propuesto por el cliente, ayudando a que exista menos interacción de obrero máquina, por lo cual ambos serán más eficientes para el correcto despacho de esta.

Disminuir el tiempo de enrollamiento de la manguera que se ubica al final de la máquina productora y disposición del área de trabajo para que no exista ningún posible accidente a futuro.

#### 5. JUSTIFICACIÓN

Con la implementación del sistema enrollador facilitará el despacho de la manguera plástica, ya que en su etapa de finalización se optimizará el tiempo en el que el obrero se moviliza hacia la enrolladora, ya que la misma se encontrara a la salida de la extrusora se procederá a estilizar el manejo de la manguera, esto quiere decir obtener un rollo de manguera concisa y lineal para proceder a colocar los diferentes broches que ayudan a su movilidad, como consiguiente paso tomar su peso y apilarlas hasta establecer el pedido de lote a entregar.

#### 6. ALCANCE

Con la realización del proyecto nos permitirá implementar y controlar con facilidad las distintas tareas dispuestas en la empresa, también entregar una herramienta útil y de punta enfocada hacia operador con el fin de reducir la supervisión y los tiempos de entrega del lote de mangueras a realizar en un periodo de trabajo.

## 7. MARCO TEÓRICO

### 7.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los cables o conductores eléctricos se pueden definir como materiales con baja resistencia a la corriente eléctrica, por esta característica pueden transmitir la energía que reciben a través de ellos. (Araya Diaz & Sandoval, 2001)

Aunque la energía fluye fácilmente a través de estos conductores, también deben tener la capacidad de evitar el paso de la corriente eléctrica, ser flexibles y duraderos. (Araya Diaz & Sandoval, 2001)

Aunque los aisladores no son útiles para la transferencia de carga, juegan un papel vital en experimentos y demostraciones electrostáticas. Los objetos conductores generalmente se instalan en objetos aislantes. La disposición del conductor en la parte superior del aislante puede evitar la transferencia de carga eléctrica del objeto conductor a su entorno, evitando así accidentes como cortocircuito o descarga eléctrica, y luego podemos manipular el objeto conductor sin tocar el conductor. (Araya Diaz & Sandoval, 2001)

Los conductores son los cuales nos ayudara a la conexión de las distintas partes que implementaremos a lo largo de la máquina enrolladora con lo que comenzaremos la elección por el coste del material de dichos conductores ya sean estos de cobre o aluminio. (Araya Diaz & Sandoval, 2001)

Los conductores eléctricos o materiales conductores tienen características específicas debido a su estructura atómica, y por lo tanto tienen menor resistencia a la circulación de corrientes eléctricas, porque su estructura conductora transfiere fácilmente la conductividad eléctrica a la corriente. (Araya Diaz & Sandoval, 2001)

Este conductor se puede proporcionar en varias formas, una de las cuales es un material en condiciones físicas especiales, como una tira de metal (plomo) que no se fabrica como parte de un circuito. Aunque no forman parte de componentes eléctricos, estos materiales mantienen siempre sus características de accionamiento. (Araya Diaz & Sandoval, 2001; Farina, 2010)

Para esta característica, existen conductores unipolares o multipolares, que se suelen utilizar como elementos de conexión para circuitos en áreas domésticas e industriales. Este modelo de conductor está formado de alambre de cobre u otros tipos de materiales

metálicos en el interior y cubierto con una superficie aislante. (Araya Diaz & Sandoval, 2001; Farina, 2010)

Teniendo en cuenta que lo anterior depende de la composición del circuito, se puede hacer una distinción entre conductores para colocaciones residenciales o domésticas (delgados) o conductores para tomas profundos o bajo tierra (gruesos) en el sistema de distribución. (Araya Diaz & Sandoval, 2001; Farina, 2010)

#### 7.1.1 CLASIFICACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS ORO

Es un material para componentes electrónicos de microprocesadores y circuitos integrados. Entre otras aplicaciones, también se utiliza para fabricar terminales de baterías de automóviles. (CENTELSA, 2017)

La conductividad eléctrica del oro es prácticamente un 20% más baja que la del oro recocido. Sin embargo, es un material muy durable y resistente al desgaste. (CENTELSA, 2017)

#### PLATA

Su conductividad eléctrica es de  $6.30 \times 10^7$  s.m-1 (9-10% mayor a la del cobre recocido), el cual es el metal con mejor conductividad eléctrica conocida hasta la fecha. (CENTELSA, 2017)

Es un material muy dúctil y dúctil, y su dureza es comparable al oro o al cobre. Sin embargo, su costo es extremadamente alto, por lo que no se usa comúnmente en la industria. (CENTELSA, 2017)

#### ALUMINIO

A lo largo de la historia se ha utilizado el cobre con más frecuencia, también el aluminio posee características de conductividad eléctrica, por lo tanto, obtiene algunas ventajas o especificaciones las cuales son en conductividad eléctrica del aluminio es solo el 60% de la del cobre, pero el peso no supera el 30%. Esto distingue que un cable de aluminio pelado pesa la mitad que un cable de cobre de la misma resistencia. Esto, unido al hecho de que su precio por unidad de peso es de un tercio, explica que el aluminio sea a menudo el material elegido para las particiones intermedias. (Gómez, 2011)

### Resistencia a la corrosión

Cuando el aluminio se expone a las condiciones del medio ambiente al aire y la humedad, se forma una capa de óxido para proteger la superficie de una mayor oxidación. Esta capa de óxido autoprotector le confiere resistencia al deterioro provocado por la intemperie o ambientes industriales. También se pueden utilizar tratamientos de anodizado para mejorar la resistencia de la capa superficial de óxido. (Picon, 2020)

### Conductividad eléctrica

La alta conductividad eléctrica del aluminio (1350) es aproximadamente el 62 % del estándar internacional para el cobre recocido (IACS) y lo convierte en un buen conductor con un tercio del atractivo del cobre. (Picon, 2020)

Es muy utilizado en sistemas aéreos de transmisión de energía porque, aunque su conductividad es un 35% menor que la del cobre recocido, su peso es tres veces más ligero que este último. (CENTELSA, 2017)

Los enchufes de alto voltaje suelen estar cubiertos por la superficie exterior de cloruro de polivinilo (pvc), que evita que el conductor se sobrecaliente y aísla la corriente del exterior. (CENTELSA, 2017)

Uno de los beneficios del conductor de aluminio es que se lo puede reciclar, el aluminio es cien por cien reciclable sin perder su calidad. La recuperación del aluminio al final de su vida requiere poca energía. El proceso de reciclaje requiere solo el cinco por ciento de la energía necesaria para producir el metal original. Mediante el uso de aluminio reciclado, podemos reproducir los mismos productos de los que proceden. (Picon, 2020)

### Ventajas del conductor de aluminio

Debido a su clase ligera, el aluminio es muy flexible y factible de trabajar lo cual lo hace beneficiosa, puesto que cuando el cableado tiende hacer largas distancias el trabajo suele ser menos riguroso, también podemos decir que el aluminio reduce el efecto corona esto quiere decir la disminución del efecto que se causa por la ionización del aire que recorre a los conductores eléctricos o en pocas palabras una descarga eléctrica asociada con transmisiones de alta potencia. (Peralta, 2012)

Por otro punto cuando hablamos de costo el aluminio es más accesible que el cobre, por lo tanto, para este conductor se requerirá prácticamente la mitad de la cantidad necesaria si utilizara el cobre, también si existe una distancia lejana en las acometidas el aluminio es menos pesado que el cobre. (Peralta, 2012)

Desventajas del conductor de aluminio

Si se instala incorrectamente, los cables de aluminio probablemente aumenten el riesgo de incendios en áreas domésticas, estos se producen por el calentamiento del conductor lo cual expande el mismo, cuando se enfría dicho conductor se encoje, la tensión del cableado se minimiza con cada periodo de enfriamiento continuo se conoce como el fenómeno conocido como flujo frío. (Peralta, 2012)

Los conductores de aluminio requieren un mejor y mayor mantenimiento que los de cobre, en parte debido a su mayor índice de corrosión y peligro de incendio. El aluminio experimenta corrosión cuando se encuentra con ciertos compuestos metálicos y esta oxidación da a la conexión da una mayor resistencia. (Peralta, 2012)

COBRE

Teniendo en cuenta el equilibrio entre su conductividad eléctrica y su precio, es el metal mayormente utilizado como conductor eléctrico en aplicaciones industriales y civiles, el cobre puede usar uno o varios cables para conductores de calibre bajo a medio, dependiendo de la capacidad de amperios del conductor. (CENTELSA, 2017)

El cobre es uno de los materiales más antiguos que se conocen. Investigadores como Ben Franklin y Michael Faraday explotaron la ductilidad y la conductividad de la electricidad en los primeros experimentos eléctricos. El cobre se utilizó en inventos como el telégrafo, el teléfono y el motor eléctrico. (ALESUR, 2018)

Está diseñado como un metal de transición que se distingue por su color cobre. Es de color rojo y naranja con un brillo metálico. Ha sido identificado como el segundo mejor conductor de electricidad. (CablesYConductores, 2011)

Además, es dúctil y maleable. Es ampliamente utilizado en la industria del cable eléctrico. La facilidad de compra y el costo lo convierten en uno de los materiales conductores más buscados comercialmente. (CablesYConductores, 2011)

El IACS (International Annealed Copper Standard) fue establecido en 1913 para cotejar la conductividad eléctrica de diferentes metales con el cobre. De acuerdo con la norma, el cobre recocido mercantil tiene una conductividad del 100 % IACS. El cobre comercialmente puro se puede producir y contienen un nivel más alto de conductividad IACS, ya que la tecnología de procesamiento ha mejorado con el tiempo. (ALESUR, 2018)

#### Ventajas del cableado de cobre

El cobre contiene una de las tasas de conductividad eléctrica más altas entre los metales lo cual permite una buena soldadura, también hace posible utilizar conductores más pequeños los cuales transmiten ciertas cargas de alta potencia. (Peralta, 2012)

Los conductores pequeños son más fáciles de trasladar e instalar, por lo que son menos costosos y ayudan a administrar los costos del cableado, y el cobre no pasa por los mismos periodos duros de expansión y contracción que el aluminio debido a estas propiedades, es un material más permanente para usar. (Peralta, 2012)

Debido a sus características de alta ductilidad, el cobre se formará un alambre muy fino, lo que lo hace más flexible. Como resultado tenemos una alta resistencia a la tracción, por lo que puede soportar fuerzas extremas con menos desgaste, lo que hace que el cable sea más duradero que el aluminio. (Peralta, 2012)

#### Desventajas del cableado de cobre

Los conductores de cobre son más costosos que los de aluminio, por lo que cuando se requiere un cableado de larga distancia, el costo total puede ser un poco desorbitantes. (Peralta, 2012)

También el cobre es más pesado lo cual agrega una dificultad al momento de cablear un circuito, entonces se sumarán soportes extras para asegurar el alambre en la distancia o en lugar donde lo necesite, esto aumenta el costo total. (Peralta, 2012)

#### 7.1.2 TIPOS DE CONDUCTORES ELÉCTRICO

Existen diferentes categorías de conductores eléctricos, y en cada categoría está el material o medio con la conductividad más alta. (CENTELSA, 2017)

Cabe señalar que los mejores conductores para la electricidad son los metales sólidos, incluidos el cobre, el oro, la plata, el aluminio, el hierro y algunas aleaciones. (Farina, 2010)

Sin embargo, existen otros tipos de materiales o soluciones con buena conductividad eléctrica, como el grafito o las soluciones salinas. (CENTELSA, 2017)

Según la forma de conducción de la electricidad, se pueden distinguir los siguientes tres tipos de materiales o medios conductores:

### CONDUCTORES METÁLICOS



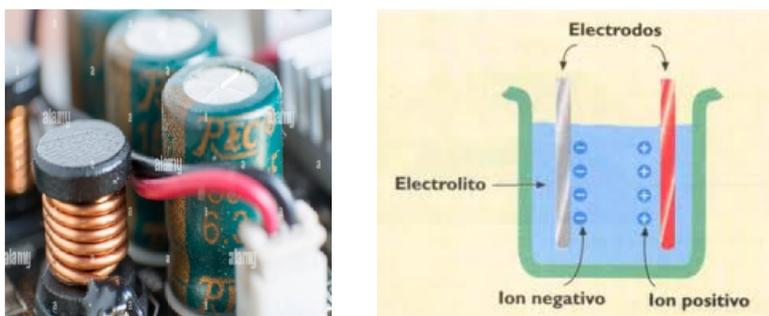
*Figura 1-Conductores Metálicos (Conductores y Cables, 2014)*

Este grupo está formado por metales sólidos y sus respectivas aleaciones. La alta conductividad de los conductores metálicos se atribuye a la nube de electrones libres, que facilita la circulación de la corriente a través de ellos, los metales traspasan los electrones en el último orbital del átomo sin tener que invertir más energía, lo que hace que sea ventajoso para los electrones saltar de un átomo a otro. (CENTELSA, 2017)

Por otro lado, la aleación se caracteriza por una alta resistividad. En otras palabras, su resistencia es proporcional a la longitud y diámetro del conductor. (CENTELSA, 2017)

Las aleaciones más comunes utilizadas en equipos eléctricos son las aleaciones de latón, cobre y zinc; hierro occidental, una aleación de hierro y estaño; aleación de cobre-níquel; y aleación de cromo-níquel. (Farina, 2010)

### CONDUCTOR ELECTROLÍTICO



*Figura 2-Conductor Electrolítico (Sapiensman, 2013)*

Estas son soluciones compuestas por iones libres que ayudan a los iones a conducir la electricidad. (CENTELSA, 2017)

En la mayoría de los casos, estos tipos de conductores existen en soluciones iónicas porque la sustancia electrolítica debe sufrir una disociación parcial (o total) para formar iones que se convertirán en portadores de carga. (Farina, 2010)

El funcionamiento de los conductores electrolíticos se basa en reacciones químicas y el desplazamiento de sustancias, lo que ayuda a que los electrones se muevan en las vías de circulación a través de los iones libres. (Farina, 2010)

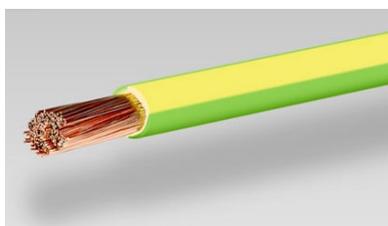
#### CONDUCTOR DE ALAMBRE AISLADO



*Figura 3-Alambre Aislado (INCABLE, 2015)*

Es exactamente igual que un conductor de alambre desnudo con una sola diferencia, en este caso el conductor está cubierto con una capa de aislante de material plástico para que el conductor no tenga contacto con ningún otro elemento como otros conductores, personas o metal. El alambre aislado se usa más que el cobre desnudo tanto en casas y oficinas. (Araya Diaz & Sandoval, 2001; Farina, 2010)

#### CONDUCTOR DE CABLE FLEXIBLE



*Figura 4-Cable Flexible (OTECE, 2003)*

El cable eléctrico flexible es el más comercializado y el más aplicado, consiste en innumerables cables delgados envueltos en plástico, es muy flexible porque está hecho de muchos alambres delgados en lugar de un conductor grueso, se puede doblar fácilmente y es muy flexible. (Araya Diaz & Sandoval, 2001; Farina, 2010)

#### CONDUCTOR DE CORDÓN



*Figura 5-Conductor de Cordón (TOPCABLES, 2020)*

Consisten en más de un cable o alambre, todos los cuales se ensamblan y enrollan nuevamente, lo que significa que tienen aislamiento para cada conductor, así como también un conductor que los mantiene unidos. (Farina, 2010)

### 7.1.3 TIPOS DE AISLAMIENTO DE CABLES ELÉCTRICOS

Recuerda que casi todos los cables llevan un revestimiento o aislamiento para evitar que entren en contacto entre sí y provoquen un cortocircuito. (FARADAYOS, 2013; MASVOLTAJE, 2020)

Se puede especificar el tipo de aislamiento del cable en la inscripción, y estas son abreviaturas en inglés, cables utilizados para instalación en viviendas y oficinas son: thn, thw, thhw y thwn. el significado de estas abreviaturas es el siguiente: (FARADAYOS, 2013; MASVOLTAJE, 2020)

1 - T (THERMOPLASTIC): Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables).

2 - H (HEAT RESISTANT): Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° f).

3 - HH (HEAT RESISTANT): Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° f).

4 - W (WATER RESISTANT): Resistente al agua y a la humedad.

5 - LS (LOW SMOKE): este cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.

6 - SPT (SERVICE PARALLEL THERMOPLASTIC): esta designación se utiliza para identificar un hilo formado por dos cables flexibles paralelos y aislados unidos entre sí, también conocidos como cordón dúplex. (FARADAYOS, 2013; MASVOLTAJE, 2020).

## 7.2 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de voltaje es la diferencia de potencial entre los extremos de cualquier conductor, semiconductor o aislante. Este valor está en voltios y representa la fuerza consumida cuando pasa la corriente. (Salazar, 2015)

La caída de tensión es un efecto provocado por la pérdida de potencial a lo largo de recorrido del conductor por la resistencia que este presenta, esto desencadena en que los voltios que tenemos al final del conductor sean menores que los que existían inicialmente aumentando el consumo y dificultando en casos extremos el funcionamiento de los receptores. (Salazar, 2015)

Asimismo, la caída de tensión generalmente se mide como un porcentaje del voltaje nominal de la fuente de alimentación de la que se suministra. Por lo tanto, si se especifica una caída máxima de voltaje de instalación del 5% en un circuito que proporciona 400 voltios, significa que no se pueden exceder los 20 voltios en esta parte, que es una pérdida de voltaje con respecto al voltaje nominal. (Salazar, 2015)

No existe un conductor perfecto, porque todos tienen resistencia al flujo de corriente, por pequeña que sea la resistencia, por lo que la longitud del conductor aumenta la resistencia al flujo de corriente a medida que aumenta su longitud, si aumenta la resistencia, aumenta la fuerza de desgaste, es decir, cae la tensión. Podemos decir que la caída de voltaje de un conductor depende de la resistencia del conductor al flujo de corriente, la relación entre la carga esperada en el extremo lejano del circuito y el tipo de voltaje que se aplicará al conductor. (Castro, 2021; Salazar, 2015)

La caída de tensión o bajo voltaje es uno de los problemas comunes de calidad de energía y afecta seriamente el funcionamiento de todos los equipos y maquinarias conectadas a la línea eléctrica, La caída de voltaje se define como el voltaje rms de una línea eléctrica que cae a menos del 90% de su valor nominal durante más de 1 minuto. (Castro, 2021; Salazar, 2015)

Un bajo voltaje puede causar en muchas ocasiones daños parciales o totales de maquinaria y tiene un costo económico importante para empresas, comercios y hogares debido a la necesidad de reparar o adquirir equipos nuevos. (Salazar, 2015)

Algunas de las causas más comunes que provocan la caída de voltaje y sus problemas asociados son:

Sobrecarga o saturación del sistema eléctrico, es decir, cuando el circuito eléctrico de CFE requiere mayores requisitos de diseño. En áreas con altas temperaturas en la temporada de calor, cuando se usa una gran cantidad de acondicionadores de aire para Sobrecargar el cable de alimentación y generar bajo voltaje, este es un problema muy común. (Castro, 2021; Salazar, 2015)

La distancia de conexión al transformador de potencia más cercano es bastante larga, cuanto mayor sea la distancia, mayor será la resistencia de la línea eléctrica y mayor será la caída de tensión. (Castro, 2021; Salazar, 2015)

En el ámbito industrial, la puesta en marcha de maquinaria industrial, bombas y motores de alto consumo de corriente provocará la saturación de la línea, lo que provocará caídas de tensión y problemas con la maquinaria y los sistemas de control. (Castro, 2021; Salazar, 2015)

#### 7.2.1 FÓRMULA DE CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN TRIFÁSICO (3Ø)



$$\Delta v = \sqrt{3} L I R_c \quad (1)$$

$\Delta v$ : Caída de tensión

3Ø: Sistema en el que se está trabajando

L: Longitud del punto de energización hacia el punto de conexión en su unidad es [metros]

I: Intensidad o corriente que entrega el sistema que es en [amperios]

R<sub>c</sub>: Resistencia del conductor con su unidad que es [ $\Omega$ /km] (cobre o aluminio). (Chalan, 2017).

### 7.3 PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Los diferentes tipos de protección eléctrica que podemos encontrar en nuestros hogares o lugares de trabajo juegan un papel vital en todas las situaciones. En proyectos donde la electricidad es importante, la seguridad debe ser un asunto extremadamente serio, especialmente si planeamos manejar equipos eléctricos en un entorno particularmente peligroso. (Cervantes, 2000)

Al momento que hablamos de seguridad, relacionamos a la integridad física de una persona y otros seres vivos, que se refiere a las instalaciones e infraestructura que los rodean o donde se ubican los equipos eléctricos sumado a esto, también mencionamos específicamente la integridad de la instalación eléctrica y de cada componente, lo cual es un elemento fundamental para asegurar que siempre se brinde una seguridad integral. (Cervantes, 2000)

#### 7.3.1 INTERRUPTORES

Los interruptores son los componentes en los que podemos encontrarnos con una mayor variedad de dispositivos la mayoría de ellos persiguen el objetivo de evitar electrocuciones, como veremos que hacen las tomas de tierra, pero también sirven para impedir que se detonen cortocircuitos, sobrecargas, y daños en el circuito eléctrico y/o en sus componentes en cualquier clase de instalación, pero en especial en entornos adversos, el uso de ciertos tipos de interruptores y relés es más que recomendable, cuando no obligado por la normativa. (Cervantes, 2000)

Entre otros, los interruptores de protección más utilizados en instalaciones eléctricas son:

#### **INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS**

También conocidos como pequeños interruptores automáticos, conocidos como ('pia'), destinados a proteger la instalación de sobrecargas y cortocircuitos. (Cervantes, 2000)

El interruptor térmico magnético o interruptor magnético térmico, tecla de acceso rápido o disyuntor es un dispositivo que puede interrumpir su corriente cuando la corriente del circuito excede un cierto valor máximo. (Cervantes, 2000)

Su funcionamiento se basa en dos efectos producidos por la circulación de corriente en el circuito: magnetismo (ley de ampere) y calor (efecto joule), por lo tanto, el dispositivo incluye dos partes, un electroimán y un bimetálico, que están conectados en serie, y la

corriente que fluye hacia la carga fluye a través de esta parte, no lo confunda con interruptores diferenciales. (Cervantes, 2000)

Al igual que los fusibles, los disyuntores protegen el equipo de sobrecargas y cortocircuitos. (Cervantes, 2000)

Con las características mencionadas anteriormente resaltaremos el funcionamiento en cada parte del equipo en el que actuara. (Cervantes, 2000)

#### CORTOCIRCUITO

Cuando la corriente fluye por el electroimán, genera una fuerza que tiende a abrir el contacto  $c$  a través de un dispositivo mecánico adecuado ( $m$ ), pero solo cuando la corriente  $I$  que fluye por la carga excede el límite de intervención establecido, se desconecta. (Cervantes, 2000)

Este nivel de intervención suele ser de tres a veinte veces (según las letras  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ) de la fuerza nominal (fuerza de diseño del interruptor térmico magnético), y su tiempo de acción es de unos 25 segundos, debido a su rápida velocidad de respuesta, es muy seguro. (Cervantes, 2000)

Esta es la parte que se utiliza para evitar cortocircuitos, en el caso de un cortocircuito, la corriente aumentará rápidamente, un cortocircuito es un aumento en el corriente causado por un contacto directo accidental entre la línea de fase y la línea neutra. (Cervantes, 2000)

#### SOBRECARGA

La otra parte está compuesta por una tira bimetálica (indicada en rojo) cuando se calienta por encima de cierto límite, la tira bimetálica se deforma y se mueve a la posición que muestra la línea discontinua, lo que hace que el contacto  $c$  se abra con la ayuda del correspondiente dispositivo mecánico ( $m$ ). (Cervantes, 2000)

Esta parte se encarga de la protección de las corrientes que, si bien estas corrientes son superiores a las permitidas por la instalación, aún no han alcanzado el nivel de intervención de los equipos magnéticos esta situación es un caso típico de sobrecarga, donde la sobrecarga aumenta con la conexión del dispositivo. (Cervantes, 2000)

Los dos dispositivos se complementan en funciones de protección, el magnético se utiliza para cortocircuito y el térmico para sobrecarga. (Cervantes, 2000)

## INTERRUPTORES DIFERENCIALES

La base de su funcionamiento es conceptualmente simple. Mida la intensidad de la corriente al principio y al final del circuito, si los valores para ambos puntos son iguales, significa que no hay pérdida y la instalación está en buen estado. Pueden medir la posible diferencia entre las corrientes de entrada y de retorno de un sistema eléctrico. Por eso se llama diferencial. (Cervantes, 2000)

Estos son dispositivos electromagnéticos, y su función principal es cortar la corriente tan pronto como detectan una falla o fuga en un circuito eléctrico, detectan la intensidad de la señal de todo el circuito y comparan la potencia de entrada y salida del circuito. Funciona midiendo el campo magnético generado por estas corrientes, cada una gracias a dos bobinas en uno de estos puntos. (Cervantes, 2000)

En un circuito que funcione correctamente, las intensidades de entrada y salida son las mismas, por lo que los campos magnéticos generados son iguales en direcciones opuestas y se eliminan entre sí, al comparar las corrientes de entrada y salida y medir la diferencia entre ellas, el interruptor permite que la corriente fluya siempre que sean iguales, si el circuito tiene fugas y las corrientes son diferentes, estos campos dejarán de apagarse, lo que hará que el diferencial "salte". (Cervantes, 2000)

En el caso de electricidad o descarga eléctrica, una persona actúa como una conexión a tierra, evitando parte de la energía en el circuito, y el disyuntor detecta la diferencia de energía a través de un campo magnético e inmediatamente corta la corriente. (Cervantes, 2000)

### 7.3.2 TOMAS A TIERRA

Es una conexión entre una superficie conductora expuesta (caja de metal) y un punto débil o no energizado. Generalmente, se nombra porque es el terreno en el que se ubica la construcción, un sistema de uno o más electrodos que proporciona una conexión a tierra se llama "tierra". (Cervantes, 2000)

La puesta a tierra se utiliza en equipos eléctricos como medida de seguridad. En algunos sistemas, una falla puede hacer que se apague un interruptor termomagnético, un interruptor diferencial o un dispositivo de monitoreo de aislamiento. (Cervantes, 2000)

Con la definición de tomas a tierra, también se forman o estructuran dos conceptos o partes de esta y estas los mencionaremos. (Cervantes, 2000)

## TIERRA O SUELO FÍSICO

El término "suelo físico", como su nombre lo indica, se refiere al potencial de la superficie terrestre. (Cervantes, 2000)

Se utiliza un electrodo de tierra para conectar el potencial de tierra a un circuito eléctrico. El electrodo de tierra es tan simple como una varilla de metal (generalmente de cobre) insertada profundamente en el suelo. (Cervantes, 2000)

Este es un concepto de seguridad humana, ya que tiene el mismo potencial cuando una persona pisa el suelo. Si el potencial del dispositivo es el mismo, no hay diferencia entre el dispositivo y la persona, por lo que no hay una descarga eléctrica peligrosa. (Cervantes, 2000)

Finalmente, hay que decir que el potencial de la Tierra no siempre se considera cero, especialmente en el caso de los rayos. Por ejemplo, si se produce un rayo a una distancia de 1 km de donde se encuentra el sistema de la Tierra, la diferencia de potencial entre los dos puntos superará los 150 V y estará a 10 m de distancia en ese momento. (Cervantes, 2000)

## TIERRA ANALÓGICA

La definición clásica de tierra (la tierra inglesa en los Estados Unidos, que es el origen de la abreviatura GND, en inglés en el Reino Unido) es el punto que sirve como referencia para el voltaje (0 voltios) en el circuito. El problema con la definición anterior es que este voltaje en realidad varía de un punto a otro. Es decir, hay una diferencia de voltaje entre un punto y un punto en el mismo cable debido a la resistencia del cable y la corriente que fluye a través de él. (Cervantes, 2000)

Una definición más útil es que la masa es el estándar para conductores usados como retorno general de corriente. (Cervantes, 2000)

La mayoría de las aplicaciones requieren la conexión a tierra del equipo o del chasis, soporte de circuito y un valor de 0 voltios para conectarse a tierra en principio. Por mucho que digas conexión a tierra, también significa conexión a tierra. En algunos otros casos, la masa y la tierra en el circuito no tienen que ser del mismo voltaje. (Cervantes, 2000).

## 7.4 MOTORES ELÉCTRICOS

A lo largo de la historia, la mecánica se ha caracterizado como un elemento de trabajo básico de la humanidad. Esto ha permitido resolver una variedad de problemas con todo tipo de máquinas, soluciones como los cojinetes y los frenos de transmisión son un claro ejemplo de la evolución mecánica de la humanidad, pero posiblemente uno de sus mejores representantes es el motor eléctrico. (Contreras & Sanchez, 2010)

Dispositivo que pueden transformar energía eléctrica en energía mecánica mediante la acción de un campo magnético que se produce en una bobina. (Contreras & Sanchez, 2010)

Una máquina eléctrica que consta de un estator y un rotor se utiliza habitualmente en muchos sectores industriales, comerciales y privados. Su uso principal está relacionado con determinadas máquinas que requieren motores eléctricos alimentados por fuentes de alimentación de CC y CA, como ventiladores, electrodomésticos y vehículos eléctricos. No todos los motores eléctricos son iguales, es útil distinguir entre los diferentes tipos disponibles en el mercado. (Contreras & Sanchez, 2010)

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Debido a la amplia variedad de usos y aplicaciones que pueden ofrecer los motores eléctricos, es útil comprender y controlar las características de los motores eléctricos si no se quiere involucrar en errores que causen problemas en el funcionamiento de la máquina. (Contreras & Sanchez, 2010)

Como se mencionó anteriormente, no todos los motores eléctricos son iguales y, siempre que el voltaje lo permita, la industria de la máquina puede crear elementos de cualquier tamaño, por lo que cada uno tiene una potencia, tamaño y peso específicos. (Contreras & Sanchez, 2010)

Algunas de las mejores características técnicas del motor eléctrico están relacionadas con el mecanismo de auto ventilación (que no necesita ser enfriado) y el alto rendimiento que proporciona a la potencia de la máquina, que tiene el potencial de mejorar completamente los tirantes. (Contreras & Sanchez, 2010)

#### 7.4.1 MOTORES ELÉCTRICOS CLASIFICACIÓN

En el mercado se encuentran o disponen de diferentes tipos de motores eléctricos en función de las necesidades de cada máquina o industria, estos, por tanto, en la mayoría

de los casos son clasificados por las características que los componen ya sea para un uso en las distintas industrias, aunque en el mercado común los usuarios suelen hablar de motores eléctricos. (Contreras & Sanchez, 2010)

## MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS

El primero es un motor eléctrico monofásico que funciona tanto en corriente alterna (CA) como en corriente continua (CC), y cuenta con placas de hierro de silicio, aisladas y apiladas para reducir la máxima pérdida de potencia debido a remolinos. Corrientes eléctricas. (Contreras & Sanchez, 2010)

Los motores monofásicos tienen menos vueltas en el inductor para evitar la saturación del magnetismo en el núcleo, mientras que tienen más vueltas en el motor para compensar el flujo más bajo. (Contreras & Sanchez, 2010)

En los motores monofásicos (a diferencia de los motores trifásicos), el estator genera un campo magnético estático oscilante que no puede generar un par de arranque. Para producir este par de arranque, el motor debe tener la bobina auxiliar desfasada 90 grados con respecto al devanado primario. (Soler, 2019)

Esta característica se debe a la necesidad de crear un campo de dos etapas a partir de una sola etapa. Las diferentes disposiciones de estos devanados determinan el tipo de motor monofásico. (Soler, 2019)

## TIPOS DE MOTORES MONOFÁSICOS

### Motor monofásico de fase partida o condensador permanente

En el motor existen dos devanados, el principal y el auxiliar o devanado de arranque. El devanado auxiliar solo se necesita al arrancar, por lo que en algunos motores el interruptor desconecta este devanado de la corriente (una solución muy poco utilizada), mientras que en la mayoría de los motores el devanado auxiliar está conectado en serie a un condensador que suministra la corriente de transición de fase necesaria para el arranque, después del arranque el bobinado auxiliar y su condensador siguen activados, por lo tanto, este tipo de motor tan común también se conoce como condensador permanente. (Soler, 2019)

### Motor monofásico de espira en cortocircuito

En la parte de una bobina o devanado auxiliar, se usa un anillo de cobre o bronce, también es conocido como anillo de vacío, para reducir el flujo magnético y proporcionar un campo alternativo. Está diseñado para motores de baja potencia. (Soler, 2019)

## MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS

El segundo motor (motor eléctrico trifásico), que se utiliza para impulsar una variedad de máquinas como bombas, montacargas, ventiladores, sopladores y grúas, se fabrica con diferentes capacidades, voltajes y frecuencias. Todos los motores eléctricos trifásicos convierten la energía eléctrica en energía mecánica, debido a la estructura del estator, rotor y escudos. (Contreras & Sanchez, 2010)

Debe entenderse que este campo magnético se crea precisamente al aplicar una corriente alterna trifásica. La corriente alterna tiene una onda que cambia de negativa a positiva varias veces por segundo. Esta onda se conoce como la onda sinusoidal. (Vargas, 2015)

Esta corriente alterna consta de tres fases que están desfasadas 120 grados entre sí. Volviendo a los motores trifásicos, es la acción sincrónica de estas tres ondas la que produce un flujo magnético que induce corriente en las varillas del rotor, lo que resulta en un par del motor que ajusta el rotor o es de igual valor, provocando el rotor para girar. (Vargas, 2015)

## TIPOS DE MOTORES TRIFÁSICOS

### Motor de rotor de polos lisos o polos no salientes

Se utilizan en rotores de dos y cuatro polos. Estos rotores están hechos con los mismos estándares de la superficie del rotor, también el motor rotativo trabaja suavemente y a alta velocidad. (Vargas, 2015)

### Motor de polos salientes

Funcionan a baja velocidad. El polo saliente es el polo magnético que sobresale de la superficie del rotor. Los rotores de eje flotante se utilizan en rotores con cuatro o más ejes. (Vargas, 2015)

## DIFERENCIA DE LOS MOTORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS

### MOTOR MONOFÁSICO.

- En el cableado de motores monofásicos podemos encontrar dos tipos de cable: hilo vivo e hilo neutro. (Hoffman, 2015)
- Disponible en capacidades de hasta 3KW. (Hoffman, 2015)
- En un sistema monofásico, la tensión de alimentación cambia al mismo tiempo. (Hoffman, 2015)
- Se prefiere para su uso en hogares, oficinas, comercios, pequeñas empresas no industriales y en algunos casos pequeñas fábricas porque satisfacen las necesidades eléctricas de esos sitios. Rara vez se usa en áreas o áreas grandes. (Hoffman, 2015)
- No genera un campo magnético giratorio, solo puede generar un campo magnético alterno. Esto significa que primero disparan en una dirección y luego disparan en la otra. Asimismo, dado que no crea una escena, no puede iniciarse por sí solo. Necesita un condensador para comenzar. (Hoffman, 2015)
- El funcionamiento de un motor monofásico puede ser un poco más ruidoso y vibrar. (Hoffman, 2015)

#### MOTOR TRIFÁSICO

- Es impulsado por tres corrientes alternas de la misma frecuencia, que alcanzan alternativamente sus valores máximos. Esto da como resultado una transferencia continua de energía durante cada ciclo de trabajo, lo que permite que se cree un campo magnético giratorio en el motor auto inicio. (Hoffman, 2015)
- En un sistema trifásico, su función alterna entre generación, transmisión y distribución de energía. (Hoffman, 2015)
- Disponible en capacidades de hasta 300KW y velocidades de 900 a 3600 rpm. (Hoffman, 2015)
- Es muy utilizado en la industria porque contiene un 150% más de potencia que un motor monofásico. Además, la electricidad trifásica es el método más utilizado por las redes eléctricas en el mundo porque transmite más energía. (Hoffman, 2015)
- Cambio de marchas más suave que los motores monofásicos. No produce vibraciones y es mucho más silencioso. (Hoffman, 2015).

## 7.4.2 TIPOS DE MOTORES ELÉCTRICOS

### Motor Asíncrono o de Inducción (AC)

Su principal ventaja es que la rotación del rotor no se corresponde con la velocidad de rotación del campo magnético generado por el estator. Este motor consta de un rotor que puede ser de jaula de ardilla o enrollado. En el estator (un anillo cilíndrico de metal ferromagnético) hay bobinas de inducción trifásicas, desfasadas entre sí en un ángulo de 120 °. (Contreras & Sanchez, 2010)

Las ventajas incluyen alta eficiencia, bajo costo, confiabilidad, bajo nivel de ruido, vibración y par constante. En cambio, sus desventajas son la baja densidad de potencia, el bajo par y el riesgo de sobrecarga. Es uno de los motores más utilizados en la industria de los vehículos eléctricos. (Contreras & Sanchez, 2010)

### Motor síncrono de imanes permanentes (AC)

Con la velocidad de rotación constante, las hélices giratorias con la velocidad del campo magnético creado por el estator, el motor de imán permanente puede tener dos tipos; El flujo radial o el flujo del eje, en función de la posición del campo de inducción magnética, puede ser perpendicular o paralelo al eje giratorio del rotor, la línea radial se usa más. (Contreras & Sanchez, 2010)

Por otro lado, el flujo axial se puede integrar directamente en la rueda del vehículo, para optimizar el espacio en el vehículo y simplificar la conexión mecánica entre el motor y la rueda, llamada "rueda del motor". (Contreras & Sanchez, 2010)

Las ventajas de este tipo de motor son de alto rendimiento, un control de velocidad simple, bajo ruido, vibración, tamaño y peso. Aunque tienen altos costos, con motores asíncronos, son los más deseados en el interior y los híbridos deseados. (Contreras & Sanchez, 2010)

### Motor síncrono de reluctancia conmutada o variable. (AC)

La corriente se alterna entre los devanados de cada fase del estator para producir un campo magnético giratorio; El rotor, hecho de un material magnético con polos magnéticos, está sometido al campo magnético, donde atrae y crea un par para mantener el rotor en movimiento a una velocidad sincrónica. (Contreras & Sanchez, 2010)

Estos motores no necesitan imanes permanentes ni escobillas, prefieren alto torque, durabilidad y bajo costo, mientras que, por el contrario, tienen baja potencia y diseños complejos. Renault y su división Electric Powertrain han desarrollado el motor 5A, que es un motor síncrono más eficiente que un motor de imanes permanentes. (Contreras & Sanchez, 2010)

Motor sin escobillas de imanes permanentes (DC)

Estos motores se denominan "sin escobillas" y tienen un imán permanente ubicado en el rotor que funciona alimentando secuencialmente cada fase del estator. Puede ser un "corredor de cabeza", una velocidad de rotación más alta y un par menor, o una velocidad más baja y un par más alto, un "corredor de cabeza". (Contreras & Sanchez, 2010)

Aunque se utilizan principalmente en vehículos híbridos, los motores "brushless" ofrecen ciertas ventajas para su uso en vehículos eléctricos, ya que son bajos en ruido y fricción, potentes y no requieren mantenimiento. Actualmente, estos son motores sin experiencia, de alto precio y de baja potencia. (Contreras & Sanchez, 2010).

## 7.5 EFICIENCIA

Toma como contexto la virtud o facultad para lograr un efecto. También, es la acción con que se logra ese efecto y refiere a la utilización correcta y con la menor cantidad de recursos para conseguir un objetivo o cuando se alcanza más objetivos con los mismos o menos recursos. (DELTA, 2009)

La eficiencia energética se puede definir como la mejora del consumo energético para conseguir un determinado nivel de confort y servicio, por ejemplo, ajustando el consumo eléctrico a las necesidades reales del usuario, o consiguiendo un ahorro energético, evitando pérdidas durante el uso. (DELTA, 2009)

En el parte de la electricidad, la eficiencia de la energética eléctrica se mide o calcula en función del uso eléctrico específico. Es la cantidad de energía eléctrica requerida para producir un producto en particular o proporcionar un servicio en particular. Técnicamente, se expresa como: (DELTA, 2009)



$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Potencia Útil}}{\text{Potencia Consumida(teórica)}} \times 100\% \quad (2)$$

### 7.5.1 TIPOS DE CONSUMOS NO DESEADOS

#### Sobrecargas puntuales

En ocasiones, debido a la demanda indiscriminada de electricidad, la sobrecarga obliga a contratar y pagar el exceso de electricidad; O enfréntate a las mayores sanciones de la industria. Esto aumenta la factura de la luz recibida en más de un 5%. Pueden aumentar sus pérdidas hasta en un 10%. (BBVA, 2010)

#### Descuidos y negligencias

Los usuarios representan más del 5% de las facturas eléctricas de industrias y hogares. Pueden representar hasta el 10% de la factura. (BBVA, 2010)

#### Stand-by

Algunos equipos y maquinarias eléctricas, así como la posible depreciación en todo tipo de instalaciones, que supondrá una pérdida de alrededor del 5% del coste total de la electricidad, al estar siempre conectada innecesariamente las 24 horas del día. Llegan a ser, en algunos casos, hasta el 10% del consumo total. (BBVA, 2010)

## 8. DESARROLLO

### 8.1 SELECCIÓN TIPO DE CONDUCTOR

Determinamos o escogimos el conductor N° 14 awg concéntrico por sus parámetros, las cuales nos permitieran trabajar en las conexiones de la instalación eléctrica de la máquina.

El cual es recomendado para las instalaciones o circuitos de alimentación y distribución e instalaciones comerciales e industriales, por otro lado, también se distingue por su flexibilidad y manejo, las cuales ayudan y facilitan con el ahorro de tiempo de instalación, además son adecuados para instalaciones fijas donde por la complejidad de la instalación se hace necesaria la utilización de cable flexible.

Los parámetros que mencionamos son las siguientes.

1.- La temperatura de servicio que resiste el conductor, las cuales son para el tipo de conductor escogido: 60 °C, 75 °C o 90°C, por lo que en lugar donde se encuentra la máquina no llega hasta los 60 °C.

2.- Temperatura de cortocircuito que emplea el conductor, la cual es de 250 °C.

3.- La capacidad de conducción que soporta el cable y esta es de 15 amperios, la máquina nos brinda o nos da 10 amperios, por lo tanto, estos parámetros son los más importantes para la selección del conductor para la instalación eléctrica para la energizarla.

### 8.2 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN TRIFÁSICO (3Ø)

$$\Delta v = \sqrt{3} L I R_c \quad DE (1)$$

Datos:

Longitud: 5 [M]

I: 10 [A]

Conductor # 14 R<sub>c</sub>: 5,25 [Ω/km]

Proceso

Trasformación de metros a km

$$5m \times \frac{1km}{1000m} = 0,005 km$$

Cálculo

$$\Delta v = \sqrt{3} (0,005km)(10A)(5,25\Omega/km)$$

$$\Delta v = 0,455 [V]$$

Transformación a porcentaje

$$\% = \frac{\text{Voltaje que trabaja}}{\text{Caída de tensión}} \times \frac{\text{Porcentaje}}{\text{Incógnita}} \quad (3)$$

Voltaje: 220 [V]

X: Incógnita

Porcentaje: 100 %

$\Delta v$ : 0,455 [V]

$$\% = \frac{220v}{0,455 v} \times \frac{100\%}{X}$$

$$X = \frac{0,455v \times 100 \%}{220v} = 0,21\%$$

$$V_p\% = 0,21$$

### 8.3 PROTECCIÓN

La protección escogida para la caja de conexiones es un interruptor termomagnético de 10 amperios trifásico, el cual protegerá al sistema de una descarga de tensión anómala a donde se energiza.



Figura 6 - Interruptor Termomagnético

### 8.4 MOTOR

Los motores determinados para la máquina fueron dos, el primero es un motor universal trifásico jaula de ardilla de ½ HP, el cual se utilizó para el movimiento o dar inercia del eje mayor de la polea.

Un motor de jaula de ardilla es un motor eléctrico de inducción, el rotor o parte del rotor consiste en un conjunto de guías paralelas al eje y dispuestas en un cilindro alrededor del eje.

El segundo es un motor reductor de 3 HP el cual utilizamos para controlar la velocidad del eje, el cual colocara en forma correcta la manguera.

Se conoce como motorreductor a una máquina muy compacta que combina un reductor de velocidad y un motor. Estos van unidos en una sola pieza y se usa para reducir la velocidad de un equipo de forma automática.

Primer motor jaula de ardilla.



Figura 7 - Motor jaula de ardilla.

Segundo motor reductor.



Figura 8 - Motor reductor.

## 8.5 EFICIENCIA DEL ENROLLADOR

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Potencia Útil}}{\text{Potencia Consumida(teórica)}} \times 100\%$$

DE ( 2)

$$= \frac{40.83 \text{ W}}{72 \text{ W}} \times 100 \%$$

$$= 56.70 \%$$

## 8.6 MATERIALES

Tabla 1.

Ítem	Recursos Materiales requeridos	Costos
1	Protección eléctrica de tres polos 10 [A]	\$ 22.00
2	Riel din de 10 cm	\$ 8.00
3	Cable concéntrico 15 metros número 14	\$ 12.00
4	Motor jaula de ardilla	\$ 436.00
5	Motor reductor	\$ 315.00

Fuente: Propia.

## 9. CONCLUSIONES

Con el proceso realizado pudimos comprender como elegir el correcto conductor para la conducción de energía hacia el tablero de control, por lo que se debe tener en cuenta todas las variantes a lo que se expone el cable o conductor. Además, implementar y reconocer las distintas características de los motores para el correcto funcionamiento de la máquina enrolladora de manguera.

La implementación de la máquina enrolladora de manguera plástica de ½" demostró que por acción semiautomática es posible mantener un ritmo de enrollado capaz de evacuar la manguera que se manufactura, evitando posibles acumulaciones, y los posibles enredos en la manguera. Además, debido a que la máquina tiene la cualidad de ser semiautomática, le da al trabajador que tiene la ventaja de poder reducir la velocidad de enrollado, así también como aumentarla y generar más producción.

La incorporación de esta máquina enrolladora al proceso de producción de la manguera ha permitido reducir el tiempo de enrollado, mejorando así el proceso de despacho de los rollos de manguera. Sabiendo que el desarrollo manual es capaz de compensar a las máquinas que producen o manufacturan, manguera de una forma supervisada a una marcha pausada de las mismas.

Mediante el proceso de automatización se logra reducir el tiempo de enrollado y protección de los rollos, así como reducir la mano de obra que se utilizará en el proceso de enrollado manual, por lo que con esta máquina se utilizará un solo operario por puesto de trabajo, esto es un ahorro muy grande para la empresa.

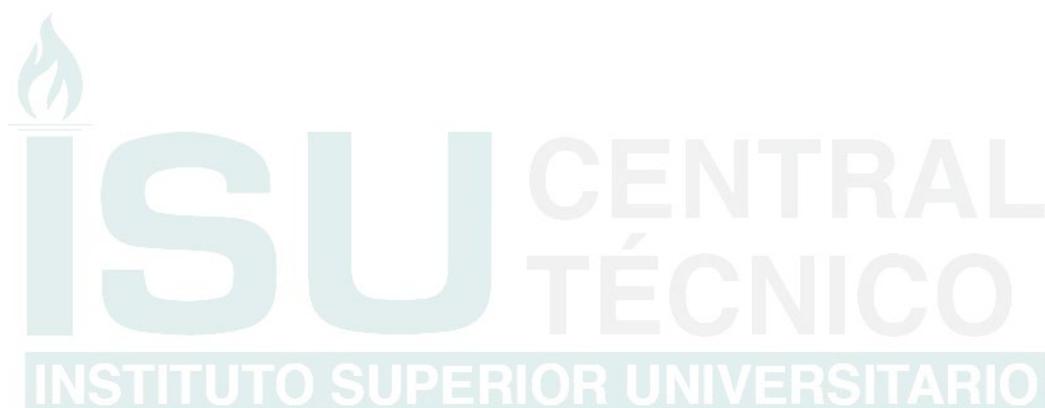
A través del proceso de diseño de la enrolladora de manguera se ha estudiado y diseñado cada componente del tablero de acuerdo con las cargas que soportar y los esfuerzos a los que será sometido, por lo que se pudo verificar que todos sus componentes cumplen satisfactoriamente con las necesidades que estarán sujetas, y han sido seleccionados en función de las características que posean y de si cumplen o no los requisitos de esta.

## 10. RECOMENDACIONES

Para mantener el funcionamiento de la máquina en óptimas condiciones, se debe realizar el mantenimiento de todas las piezas que necesita, componentes como rodamientos, piezas de tablero de control, etc., para evitar posibles daños o mal funcionamiento.

El uso de equipos de alta calidad y las últimas tecnologías posibles permite que la maquina funcione de la manera más eficiente posible, así como la forma correcta de programar los accionamientos en caso de accidente.

Para potenciar la interacción hombre-máquina, es fundamental utilizar pantallas que sean fáciles de usar y comprender para el operador, visualizando si algo está en falla y poder corregirlo a tiempo.



## 11. FUENTES DE INFORMACIÓN

- ALESUR. (2018). *Conductores*. <https://www.gomezmaqueda.com/conductores-cobre-aluminio/>
- Araya Diaz, J., & Sandoval, F. O. (2001). *Conductores electricos*.
- BBVA. (2010). *Eficiencia*. BBVA COMUNICACIONES.  
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-eficiencia-energetica-y-como-se-calcula/>
- CablesYConductores. (2011). *Conductor eléctrico*. <https://cablesyconductores.com/el-cobre-es-conductor-de-electricidad/>
- Castro, R. (2021). *Caida de tension*. ESTUDIANDO. <https://estudyando.com/caida-de-tension-definicion-y-calculo/>
- CENTELSA. (2017). *MANUAL DE ELECTRICO*.
- Cervantes, J. R. V. (2000). *PROTECCION EN SISTEMAS ELECTRICOS*.
- Chalan, C. (2017). *Calculo de caida de tension*.
- Conductores y Cables*. (2014). <https://cablesyconductores.com/>
- Contreras, E. V., & Sanchez, R. R. (2010). MOTORES ELECTRICOS. *Interagir: Pensando a Extensão, 0(15)*, 1–9. <https://www.golder.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/>
- DELTA. (2009). *Eficiencia energetica*. [https://shopdelta.eu/eficiencia-de-corriente-de-la-fuente-de-alimentacion\\_l6\\_aid916.html](https://shopdelta.eu/eficiencia-de-corriente-de-la-fuente-de-alimentacion_l6_aid916.html)
- FARADAYOS. (2013). *Aislamiento de conductores*.  
<https://www.faradayos.info/2013/12/aislantes-cables-termoplastico-hule.html>
- Farina, A. (2010). *Cables y conductores eléctricos*. <https://www.amazon.com/-/es/Ing-Alberto-Luis-Farina/dp/9505531834>
- Gómez, M. (2011). *Conductores de Aluminio*.  
<http://www.centelsa.com.co/archivos/7572c0a5.pdf>
- Hoffman, C. (2015). *Manual De Motores Electricos* (pp. 1–70).
- INCABLE. (2015). <https://incable.com/producto?id=38>
- MASVOLTAJE. (2020). *Aisladores de cable*. <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
- Mora, E. (2022). *ECUAPLASTIC*.
- OTECE. (2003). <https://www.otece.com.ec/producto/cable-superflex-3x14-awg-1kv-general-cable/>
- Peralta, P. (2012). *Electricaplicada*. <https://www.electricaplicada.com/ventajas-y-desventajas-del-cobre-vs-aluminio-cableado-electrico/>
- Picon, A. (2020). *ALUMINIO: CARACTERÍSTICAS, PROPIEDADES Y VENTAJAS*. WEERGS.  
<https://www.weerg.com/es/es/blog/aluminio-características-propiedades-y-ventajas>

Salazar, A. V. (2015). PROCESO DE BOBINADO DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE EMBALAJE. In *Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato* (Vol. 593, Issue 03).

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/12640>

*Sapiensman*. (2013).

<http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/eletrolisis.php>

Soler, P. (2019). *Tipos de motore monofásicos*. S&P. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/motor-monofasico/>

TOPCABLES. (2020). <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/>

Vargas, R. (2015). *Tipos de motores trifásicos*. Monografias.

<https://www.monografias.com/trabajos91/motor-electrico-trifasico/motor-electrico-trifasico>



## 12. ANEXOS



Figura 1. Máquina extrusora de manguera.

Podemos observar el problema, que es cuando se realiza o mano factura la manguera en el punto final la producción va hacia el suelo hasta el metraje determinado, con lo cual ubicaremos la maquina en ese punto de acuerdo con la velocidad de producción.



Figura 2. Modelo enrollador manual.

En este punto observamos el modelo del enrollador manual que funciona con una solo velocidad de giro, contiene un punto donde se ubica una punta de la manguera para su enrollamiento hasta conseguir el bulto de manguera.



Figura 3. Enrollador manual.

Con el punto anterior observamos con el operario al final de la construcción de la manguera toma una de sus puntas y la ubica en el enrollador manual, por lo cual él tienen que ir guiando para tener un recorrido lineal para formar un círculo, hasta conseguir enrollar toda la manguera hasta poder colocar los sunchos para su pesaje.



Figura 4. Modelo automatizado.

Observamos el modelo a automatizar, con dos enrolladoras las cuales ayudaran en la producción mientras el operario termina de armar un lado se podrá en funcionamiento el otro lado con la velocidad programada.

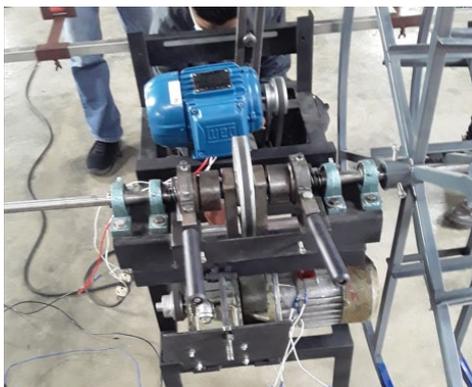


Figura 5. Motores del enrollador.

Tenemos los dos motores utilizados en la máquina, el primer motor acciona los ejes para el movimiento de los enrolladores, el segundo motor acciona el movimiento del eje o guía de la manguera para ubicarlos en un mismo sentido de circunferencia.



Figura 6. Conexión para energizar.

Conectamos al sistema trifásico de la empresa para obtener energía en la instalación eléctrica de la botonera la cual permitirá encender y apagar la máquina.



Figura 7. Interruptor termomagnético.

Conectamos el interruptor termomagnético con las líneas energizadas, las cuales nos permitirán encender los motores de la máquina para su funcionamiento.



Figura 8. Variador de velocidad.

Implementamos los variadores de velocidad para el control de la rapidez de los motores ya que sin ellos no tendrían la velocidad correcta para funcionar a complemento de la extrusora.



Figura 9. Conexión de variadores.

Conectamos los respectivos componentes para el funcionamiento de los variadores, las cuales son relés y borneras para que no exista algún fallo o corto al momento de iniciar con las funciones.



Figura 10. Peinado y conexión.

Con todos los elementos correctamente conectados procedemos a peinar los cables de conexión para ubicarlos en las canaletas y posterior colocamos su tapa para dar una imagen organizada de los mismos.



Figura 11. Armado de botonera.

Con los implementos instalados de la caja de control procedemos a montar la botonera la cual lleva luces piloto generales de inicio y paro de la máquina, así también como inicio y paro de los motores y un botón de paro de emergencia para cualquier inconveniente dentro o fuera de la caja de control o máquina.



Figura 12. Máquina funcionamiento.

Una vez concluido con todos los procedimientos procedemos a poner en marcha la máquina y observamos que no existe ningún problema ni en los motores y tampoco en su caja de mando, lo cual ya permite al operario fiscalizar como sigue enrollando la manguera.