



# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

## **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **TITULO**

**“REDISEÑO ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA  
DE POLIPROPILENO PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA C&D SAC, CHICLAYO  
2016”**

### **TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

**CALVAY CHAQUILA JHONEL**

**ASESOR:**

**Dr. RODRIGUEZ PAREDES, RICARDO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS**

**LIMA, PERÚ**

**2016**

PAGINA DEL JURADO

.....  
**ALUMNO: CALVAY CHAQUILA JHONEL.**

Presentada a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la  
Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo para optar por el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico Electricista

.....  
ING.

PRESIDENTE

.....  
ING.

SECRETARIO

.....  
ING.

VOCAL

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico en primer lugar a Dios por darme la vida cada día y por seguir guiándome en mis metas trazadas, a mi padre que desde el cielo me guía para poderle dar una mejor calidad de vida a mi madre y a ella, mi madre, por el gran apoyo moral para lograr mis objetivos; sin estos apoyos jamás hubiera logrado lo que hasta ahora he conseguido.

CALVAY CHAQUILA JHONEL

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios porque siempre me guía y protege cada paso que doy y por darme las fuerzas necesarias para superar mis obstáculos.

A mi madre por la forma como me inculcó los valores, por sus consejos y enseñanzas que cada día me transmite.

A mis hermanos por el ánimo moral que día a día me inculcaron para lograr mi meta trazada, y a todas aquellas personas que directa e indirectamente me apoyaron y colaboraron con la elaboración de mi tesis.

CALVAY CHAQUILA JHONEL.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo CALVAY CHAQUILA JHONEL con DNI N° 43858152, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la **Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la **Universidad César Vallejo**.

Chiclayo, diciembre de 2016.

.....  
**CALVAY CHAQUILA JHONEL**

DNI: 43858152

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de **Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo** presento ante ustedes la Tesis titulada **“REDISEÑO ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA DE POLIPROPILENO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA C&D SAC, CHICLAYO 2016”**

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

EL AUTOR.

**CALVAY CHAQUILA JHONEL.**

## INDICE

PAGINA DEL JURADO .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA INTERNACIONAL .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.2. REALIDAD PROBLEMÁTICA NACIONAL .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.3. REALIDAD PROBLEMÁTICA REGIONAL .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.4. REALIDAD PROBLEMÁTICA LOCAL .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. TRABAJOS PREVIOS.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL .....</b>	<b>20</b>
<input type="checkbox"/> <b>MEXICO .....</b>	<b>20</b>
<input type="checkbox"/> <b>COLOMBIA.....</b>	<b>21</b>
<input type="checkbox"/> <b>ECUADOR .....</b>	<b>24</b>
<b>1.2.2. A NIVEL NACIONAL.....</b>	<b>25</b>
<b>1.3. TEORÍAS RELACIONADAS CON EL TEMA .....</b>	<b>27</b>
<b>1.3.1. EXTRUSIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS.....</b>	<b>27</b>
<b>1.3.2. Extrusoras de uno y varios tornillos .....</b>	<b>29</b>
<b>1.3.3. Tolva .....</b>	<b>29</b>
<b>1.3.4. Barril.....</b>	<b>29</b>
<b>1.3.5. Tornillo. ....</b>	<b>30</b>
<b>1.3.6. Garganta de alimentación .....</b>	<b>30</b>
<b>1.3.7. Plato Rompedor y Filtros .....</b>	<b>30</b>
<b>1.3.8. El cabezal o boquilla.....</b>	<b>31</b>

1.3.9. Proceso de Inyección .....	31
1.3.10. Polipropileno.....	32
1.3.11. Procesamiento del Polímero.....	33
1.3.12. Proceso Primario .....	33
1.3.13. Proceso Secundario .....	33
1.3.14. Problemas en el proceso de extrusión.....	34
1.3.15. Diseño Instalaciones Eléctricas.....	35
1.3.16. Motor trifásico de corriente alterna.....	38
1.3.17. Tableros Eléctricos de Control.....	41
1.3.18. Variadores de frecuencia.....	42
1.3.19. Controladores lógicos programables. (PLC).....	43
1.3.20. PLC Zelio .....	44
1.3.21. Incremento de la productividad.....	44
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	47
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	47
1.6. HIPÓTESIS.....	48
1.7. OBJETIVOS.....	48
1.7.1. OBJETIVO GENERAL .....	48
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	48
II. METODO.....	49
2.1. Diseño de investigación .....	49
2.2. Variables, Operacionalización.....	49
2.3. Población y muestra .....	51
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: valides y confiabilidad.....	51
2.4.1 Técnicas .....	51
2.4.2 Instrumento de recolección de datos.....	52
2.5. Métodos de análisis de datos.....	53
2.6. Aspectos Éticos .....	53
III. RESULTADOS .....	54
3.1. Diagnóstico de la situación actual de productividad en la empresa.....	54
3.2. Estado actual de la máquina extrusora .....	62

<b>3.3. Diseño del Sistema Eléctrico.....</b>	<b>65</b>
<b>3.3.1 Selección de los motores.....</b>	<b>76</b>
<b>3.3.2 Selección de los variadores de frecuencia .....</b>	<b>78</b>
<b>3.3.3 Selección de cable conductor .....</b>	<b>88</b>
<b>3.3.4 Selección del disyuntor termo magnético .....</b>	<b>90</b>
<b>3.3.5 Selección del PLC.....</b>	<b>92</b>
<b>3.3.6 Planos de instalación.....</b>	<b>98</b>
<b>3.4 Evaluación Económica y Financiera del Proyecto.....</b>	<b>106</b>
<b>3.4.1 Inversión del Rediseño Eléctrico.....</b>	<b>106</b>
<b>3.4.2 Tiempo de evaluación de la propuesta .....</b>	<b>108</b>
<b>3.4.3 Costos por Mantenimiento .....</b>	<b>108</b>
<b>3.4.4 Ahorro de energía eléctrica.....</b>	<b>108</b>
<b>3.4.5 Incremento de la Producción .....</b>	<b>109</b>
<b>3.4.6 Flujo de Caja de la Implementación de la Propuesta .....</b>	<b>109</b>
<b>3.4.7 Cálculo de las variables económicas .....</b>	<b>112</b>
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>114</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>117</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>119</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>121</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Máquina extrusora de tornillo.
- Figura 2 Proceso de extrusión de materiales plásticos.
- Figura 3 Espina de pescado en el problema de procesos de extrusión.
- Figura 4 Triangulo de potencias eléctricas.
- Figura 5 Modificación de triángulos de potencia.
- Figura 6 Pérdidas de calor en el arranque de motores eléctricos.
- Figura 7 Conexión estrella/ triangulo en motores eléctricos.
- Figura 8 Instalación eléctrica utilizando variador de frecuencia
- Figura 9 Estructura básica de un PLC.
- Figura 10 PLC zelio para programar arranque.
- Figura 11 Diagrama de flujo de proceso de sacos.
- Figura 12 Situación actual de máquina extrusora de polipropileno.
- Figura 13 Motor de corriente continua.
- Figura 14 Colector y escobillas del motor de corriente continua.
- Figura 15 Motor de corriente continua de rodillos de tracción y formamiento.
- Figura 16 Variador de motores de corriente continua.
- Figura 17 Curva de torque y potencia
- Figura 18 Controladores PLC.
- Figura 19 Controladores Motiom
- Figura 20 Circuito antiguo de mando
- Figura 21 Circuito de mando variadores de voltaje antiguo
- Figura 22 Circuitos de Fuerza variadores de frecuencia
- Figura 23 Circuito de mando variadores de frecuencia

Figura 24 Esquema de instalación PLC

Figura 25 Lenguaje de programación PLC

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1 Producción de sacos de polipropileno.
- Tabla 2 Total consumo de materia prima de la máquina extrusora china.
- Tabla 3 Tipo, color y descripción de la fabricación de sacos de polipropileno.
- Tabla 4 Consumo de material extrusoras.
- Tabla 5 Consumo de materia prima y desperdicio.
- Tabla 6 Consumo y costo de la energía eléctrica.
- Tabla 7 Evolución de los consumos de energía en empresa CyD SAC.
- Tabla 8 Evolución de los costos de energía en empresa CyD SAC.
- Tabla 9 Consumo específico de energía para producción de sacos.
- Tabla 10 Consumo de energía para procesar 1Kilo gramo de insumo.
- Tabla 11 Datos característicos de cajas reductoras.
- Tabla 12 Características de los componentes referenciales
- Tabla 13 Potencia, torque y rpm calculado.
- Tabla 14 Revolución y número de polos estandarizados.
- Tabla 15 Datos característicos de los motores a instalar.
- Tabla 16 Variador de frecuencia para motor transporte
- Tabla 17 Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 71HC20N4
- Tabla 18 Variador de frecuencia para motor levantamiento.
- Tabla 19 Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 32HU55N4
- Tabla 20 Variador de frecuencia para motor tracción.
- Tabla 21 Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 32HU11N4
- Tabla 22 Variador de frecuencia para motor estiramiento.

- Tabla 23 Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 71HD75N4
- Tabla 24 Variador de frecuencia para motor formamiento.
- Tabla 25 Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 32HD15N4
- Tabla 26 Selección del termo magnético
- Tabla 27 Parámetros para elegir el PLC
- Tabla 28 Parámetros para elegir fuente de alimentación
- Tabla 29 Inversión total del proyecto.
- Tabla 30 Detalle de costos de equipamiento.
- Tabla 31 Estimado de Ahorro de energía eléctrica en 3 años del Proyecto.
- Tabla 32 Estimado incremento de la producción en 3 años del proyecto.
- Tabla 33 Estado de Ingresos y Egresos.

## RESUMEN

La presente investigación denominada “REDISEÑO ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA DE POLIPROPILENO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA C&D SAC, CHICLAYO 2016”, contempla una propuesta de cambio del sistema eléctrico de la máquina extrusora, que es la máquina matriz en el proceso productivo de la empresa C&D SAC, dedicado a la fabricación de sacos de polipropileno, y con ello incrementar la productividad, que finalmente conlleva al desarrollo integral de la empresa.

Se hace necesario las modificaciones en el sistema eléctrico, debido a la antigüedad de los dispositivos de fuerza y de control, haciendo que los procesos no sean controlados adecuadamente; por ello éste trabajo de investigación plantea el uso de componentes electrónicos programables, capaces de mejorar el control de la extrusora.

En el capítulo I, se presenta la realidad problemática en lo que respecta al consumo de energía eléctrica en la empresa, durante el periodo 2015-2016, y los niveles de producción de sacos en los últimos meses, luego en los trabajos previos, se revisaron trabajos relacionados a sistemas de control electrónico de máquinas extrusoras desarrollados en el Perú y en el mundo; luego se hizo la formulación del problema, que busca la solución al problema existente; se plantearon los objetivos específicos que son 4, los cuales permitirán realizar el rediseño completo de las instalaciones eléctricas en la empresa C&D SAC.

En el capítulo II, se muestra la metodología, con el análisis de las dos variables, que son el rediseño eléctricos y el incremento de la productividad; en el capítulo III, se realiza un diagnóstico de la situación de la empresa para luego realizar la propuesta técnica y económica de la misma, en el aspecto técnico se plantea el uso de sistema de control electrónico, usando un lenguaje de programación, y se utilizó al variador de frecuencia como dispositivo de control de la velocidad de los motores que accionan los diferentes procesos de la máquina extrusora. En el capítulo IV, se muestra la discusión del tema, y en el capítulo V las conclusiones donde concluye que dicho rediseño eléctrico si incrementa la productividad de la empresa C&D SAC.

Palabras Claves: Máquina Extrusora, Rediseño Eléctrico, Variador de frecuencia

## **ABSTRACT**

This investigation called "REDESIGN ELECTRIC MACHINE EXTRUDER POLYPROPYLENE FOR INCREASING PRODUCTIVITY IN THE COMPANY C & D SAC, CHICLAYO 2016" includes a proposal of change of the electrical system of the extruder, which is the parent machine in the production process C & D SAC dedicated to the manufacture of polypropylene bags, and thereby increase productivity, which ultimately leads to the development of the company.

Changes in the electrical system, due to the age of the device power and control, making processes are not adequately controlled is necessary; Therefore, this research proposes the use of programmable, able to improve control of the extruder electronic components.

In Chapter I, the problem actually occurs with respect to energy consumption in the company during the period 2015-2016, and bags production levels in recent months, then in previous studies, were reviewed work related to electronic control systems extruders developed in Peru and in the world; then it became the formulation of the problem, seeking the solution to the existing problem; the specific objectives are 4 raised, which will allow for the complete redesign of electrical installations in the C & D SAC.

In Chapter II, the methodology is shown, with the analysis of the two variables, which are the electrical redesign and increasing productivity; in Chapter III, a diagnosis of the situation of the company and then make the technical and economic proposal for the same, in the technical aspect the use of electronic control system is proposed, using a programming language it is made, and used the variable frequency drive control device de la speed of the motors driving the different processes of the extruder machine. In chapter IV, discussion of the topic is displayed, and the conclusions in chapter V which concludes that this electrical redesign if productivity increases of C & D SAC.

**Keywords:** Extruder Machine, Redesign Electric, variable speed drive.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **1.1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA INTERNACIONAL**

“El nivel de consumo energético para la producción de artículos plásticos es una variable que los últimos años ha cobrado gran interés, porque tiene un impacto ambiental en su uso racional y también un costo representativo para la producción” (Vargas, 2015, p.1)

El análisis de la eficiencia productiva, a través de la transformación de conformado en caliente, no es usual en las empresas productoras de envases plásticas, pues los estudios sobre eficiencia y optimización de los procesos, han estado enfocados a partes y piezas por separado, habiéndose logrado altos niveles en este sentido, pero desde el punto de vista productivo, la conjugación de todos estos elementos, para lograr una optimización, tiene pocos estudios realizados. (Jiménez, 2015, p.21)

Llegar a un comportamiento productivo apropiado, a través de estudios de los diferentes mecanismos, es de gran importancia para determinar los tiempos exactos y con ello, conjugar el resto de los equipos que actúan en función de esto, para lograr las máximas producciones con mínimos costos de operación. (Jiménez, 2015, p. 21).

Muchas de las empresas más importantes en esta índole se encuentran en Italia, Estados Unidos, Taiwán; en México existen algunas empresas que también diseñan y construyen las extrusoras. El precio de una máquina extrusora en el mercado mandada a fabricar con las especificaciones requeridas es muy alto, por lo tanto no es costeable. (Suarez, 2015, p. 6)

“La eficiencia de un proceso se mide en relación a la cantidad de recursos, ya sea energía, insumos, mano de obra y otros que se utilizan para obtener el producto final, sea cual sea” (Huaraca, 2007, p. 3).

Por ejemplo, se podría concluir que un determinado proceso es más eficiente que otro si produce un mayor volumen del mismo producto con un menor gasto. “En otras palabras, mayor cantidad a menor gasto. Asimismo, la efectividad, en cambio, se mide en relación a la capacidad nominal o planificada del proceso, así como también de una misma máquina. (Huaraca, 2007, p.3)

### **1.1.2. REALIDAD PROBLEMÁTICA NACIONAL**

“Para la industria plástica nacional, la consecución de maquinaria que se adecue a las características especiales de su proceso y materiales específicos, ha sido un inconveniente para su desarrollo y las dificultades que genera la importación de los mismos” (Cifuentes, 2011, p. 6).

En lo que respecta a la industria de los plásticos, las empresas, de tipo PYME, que son la mayoría, deben competir en el mercado con empresas extranjeras que cuentan con maquinaria de última tecnología en un mercado, condicionado principalmente por los acuerdos ya generalizados de los tratados de libre comercio (TLC), donde se contempla el cumplimiento de nuevas y estrictas regulaciones de carácter internacional para la lucha contra la contaminación ambiental. (Arias, 2011, p. 3)

Obligan a modificar los esquemas productivos y de distribución recurriendo cada vez más al empleo de tecnologías de control disponibles que tienen como características su disponibilidad, su costo accesible, su fácil configuración, su confiabilidad y su operación segura. Esto último constituye un factor que hace que los empresarios inviertan con mucha mayor confianza. (Arias, 2011, p. 3)

### 1.1.3. REALIDAD PROBLEMÁTICA REGIONAL

En la región Lambayeque este tipo de máquina no es muy común, al cual no se le toma mucha importancia quizá por desinterés o desconocimiento, muchas de las veces los empresarios se vuelven indecisos al momento de invertir en mejoramiento de sus maquinarias.

En el departamento existen cinco fábricas destinadas a la fabricación de envases de polipropileno cada una de ellas con una política distinta y con diferentes marcas y proveedores de maquinaria entre ellas tenemos:

- Starlinger de origen austriaca.
- Lohia de origen Hindú.
- Yongming de origen Chino.
- Ata de origen Chino.
- Beethoven de origen Taiwanés, etcétera.

Pero con un solo propósito de producir y/o transformar una materia prima en un bien. Si bien es cierto cada una de ella consta con distinta política el problema radica principalmente que durante el proceso de fabricación siempre hay pérdidas y esas pérdidas muchas de las veces son irreparables como en el caso de los desperdicios que muchas de las veces vendidos a bajo costo o son botados o quemados provenientes de una parada inesperada de la línea de extrusión ya que el kilogramo de este material se encuentra sobre los \$ 6.00 seis nuevos soles el kilogramo en el mercado.

En el mercado existen máquinas con una eficiencia muy elevada la cual están diseñadas para competir en producción y calidad pero el costo de adquisición es demasiado elevado es por ello que

muchas empresas pequeñas no cuentan con el capital necesario para su adquisición. (Fuente Propia)

#### **1.1.4. REALIDAD PROBLEMÁTICA LOCAL**

Debido al incremento de desperdicio de material generado por paradas imprevistas y el aumento de pérdidas económicas, se observó la ineficiencia de la máquina extrusora, según reporte de producción que data del año 2014 en el mes de febrero se ingresó una cantidad de insumos de 41,387 Kg. De materia prima y hubo un desperdicio de 1,451 Kg y en el mes de marzo ingresó 49,570 Kg con un desperdicio de 2,003 Kg la cual esa cantidad de desperdicio es considerado bastante perdida para la empresa, es por ello que se tomó la decisión de evaluar los componentes ya que por el tiempo de uso de algunos mecanismos se encuentran en deterioro como es el caso de los motores de corriente continua que realizan paros inesperados por aumento de corriente generado por el deterioro del colector (llamado escobillas) además el sistema eléctrico de mando radica de los años 90 la cual genera falsos contactos perjudicando la línea de extrusión.

Esto ha llevado a la fábrica de procesamiento de envases vacíos de polipropileno C&D SAC, a tomar decisiones de poner en inoperatividad la máquina y buscar soluciones eficientes que eleven su nivel de producción. (Fuente propia)

## 1.2. TRABAJOS PREVIOS

### 1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

- **MEXICO**

**Silva (2014, p. 20) en su tesis: “Mantenimiento preventivo de una máquina extrusora de plásticos. Universidad Tecnológica de Querétaro. México”, menciona lo siguiente:**

La extrusión de polímeros es un proceso industrial mecánico, en donde se realiza una acción de prensado, moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada.

Su problemática se enfoca en los tiempos de parada de la máquina debido a constantes mantenimientos no programados, reduciendo enormemente la productividad de la empresa. Ejecutándose planes de mantenimiento para mejorar producto y elevar el tiempo de vida útil de los diferentes componentes de la maquinaria.

Entre sus objetivos tenemos:

- Detección de fallas por medio de chequeos rutinarios realizados por el operario de turno.
- Realizar documentaciones de actividades realizadas a la máquina para futuras reparaciones de mantenimiento.
- Tener a mano un historial de mantenimiento realizado a la máquina.

Silva en sus resultados obtenidos detalla:

Se realizó un formato con el objetivo de poder detectar las posibles fallas que tenga la máquina.

Se realizó un historial a la máquina como medio de apoyo para las reparaciones futuras.

Se realizó un inventario para las refracciones de la máquina.

- **COLOMBIA**

**Cifuentes (2011, p. 7) En su tesis, “Diseño de una máquina extrusora para la empresa Plastic de occidente” Universidad del Valle, Colombia, menciona las siguiente.**

En el presente documento se especifica el diseño de una máquina extrusora orientada a la producción de insumos plásticos, para la empresa PLASTIK de OCCIDENTE, quien a través de su gerente el señor Reynaldo Amaya, financio y facilito todos los recursos posibles para que se culminara el proyecto y se construyera una máquina versátil que permita ser utilizada para la producción de diferentes productos en polipropileno.

El proyecto se inicia con la solicitud de la empresa, para realizar un diseño que cumpla con las necesidades en cuanto a los productos que desean producir y comercializar, para el caso el palito plástico para el bom bom, y en un futuro la malla para las flores, así mismo una máquina de fácil manejo, con un diseño simple y eficiente, económica, que permita la fabricación de variados productos.

Se buscará información técnica referente al diseño y construcción de una máquina extrusora, para continuar con el diseño teórico de la máquina, generación de planos y la posterior fabricación con ayuda de la empresa.

El proyecto tiene como finalidad poner a disposición de la empresa un proyecto de diseño simple y eficiente de una máquina extrusora, que permita la extrusión de termoplásticos, para este caso en particular el polipropileno, polietileno y PVC, El trabajo por tanto debe concluir cuando se tenga la información teórica, los planos tecnológicos y la lista de elementos para la construcción de la máquina.

- **MEXICO**

**Cuadros (2011, p.112), en su tesis denominada “Reconstrucción y Reconversión de una Máquina De Extrusión Soplado para el Laboratorio de Procesamiento de plásticos”, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, en las conclusiones, menciona:**

Que la sustitución de componentes electromecánicos por un control PLC (el cambio de control general en la máquina extrusora sopladora del laboratorio de plásticos de la Facultad de Ingeniería) tendría mayores beneficios que prejuicios dando como resultado mejor operación de la extrusora sopladora como son los ciclos de operación de la máquina más controlados y precisos, es decir el tiempo de proceso del ciclo de moldeo.

Se logrará un rendimiento óptimo en la operación de la máquina, resultando un equipo altamente productivo con menor consumo de energía, mayor productividad, menor desperdicio por concepto de tiempo de mala producción o menor tiempo en mantenimiento de sus componentes.

Así como también del cambio de control del motor por un variador (inversor), con el cual se lograría un control en la entrega del extrusor infinitamente variable, lo que resultaría en control de espesores del producto a producir, obviamente reduciendo el contenido en el producto, ahorrando material de proceso y como consecuencia incrementando la productividad del mismo.

Gracias a esta propuesta la tasa interna de retorno se ve favorecida por lo cual la inversión se ve justificada, esto hace posible que el equipo este en una organización que requiriera de hacer una inversión de mejora productiva y estudio realizado está en situación como la que proponemos para el equipo del Laboratorio.

**Aparicio (2012, p.112), en su tesis “Diseño Y Manufactura de un Carro de Arrastre Para una Máquina de Extrusión”. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, entre sus conclusiones menciona:**

Respecto a la precisión y ajuste de los bujes y carcasas para los rodamientos presentaron diversos problemas como la presencia de fricción entre los postes guía y los bujes, y holgura del rodamiento dentro de su carcasa, no obstante, una vez montados en el dispositivo, se presentaba flexión en los postes debido al peso de los rodillos principales, la que nos aumentaba considerablemente la fuerza de fricción. (Aparicio, 2012, p.112)

Este problema se solucionó adicionando al diseño base rodamientos lineales para reducir la fricción en bujes y postes.

En el transcurso del proyecto del carro de arrastre se presentaron dos problemas: el pasar el diseño plasmado en programa a la fabricación esto se genera porque muchas veces no están disponibles los materiales deseados para su manufactura, no todo elemento que se proponga en el diseño necesariamente existe en el mercado, siendo la fabricación del mismo, la solución, no obstante, la maquinaria no siempre contará con los requisitos para su fabricación en el torno. (Aparicio, 2012, p.112)

“Por otro lado, el haber logrado la construcción del dispositivo no asegura el óptimo funcionamiento una vez puesto en marcha; siempre existirán implementos por fabricar para una aplicación exitosa” (Aparicio, 2012, p.112).

Para la implementación de sistemas eléctricos también se generaron problemas ya que contaba con una red de alimentación, es por ello que al momento del montaje de nuevos dispositivos se tomó en cuenta la instalación de transformadores de voltaje con la finalidad de poder alimentar a

dichos componentes, estos transformadores tenían que reducir el voltaje de 220 [V] a 110[V] y de (110 [V] a 12 [V]. (Aparicio, 2012, p.112)

- **ECUADOR**

**Jiménez (2006, p. 117) En su tesis “Mejoramiento de la productividad en la empresa Agricominsa S.A”. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, entre sus conclusiones menciona:**

Luego de todo lo observado en el desarrollo del presente trabajo se puede concluir en que Agricominsa es una empresa de considerable tamaño, con un importante mercado y buena proyección nacional.

Para dar solución al problema fundamental que consiste en el incremento del número de devoluciones y que se genera por la falta de un plan de mantenimiento, por la inadecuada mezcla de la materia prima, y demás problemas analizados, la empresa necesita urgente un plan estratégico que permita recuperar valores perdidos. El presente trabajo, cuyo objetivo principal es mejorar el índice de productividad a la organización, que se puede lograr solamente incrementando los volúmenes de venta.

Sin embargo; para que la propuesta surta el efecto deseado se requiere que los directivos, los mandos medios y todo el personal relacionados a la organización se comprometa de manera efectiva, especialmente los directivos, ya que estos deberán realizar fuertes inversiones; las mismas que tienen como finalidad cambiar ciertas características en el producto y en todo el sistema productivo; que de no ser atendido de forma inmediata podría llegar a sufrir muchos problemas de consideración.

Los temas expuestos si bien es cierto no lograrán, de manera milagrosa resolver al cien por ciento los problemas detectados dentro de la organización, pero si contribuirán a desarrollar una cultura de mejoramiento continuo que con el tiempo logrará sacar adelante a la organización para beneficio de todos sus relacionados.

### 1.2.2. A NIVEL NACIONAL

**Arias (2011, p. 98) En su tesis “Automatización del Sistema de Control del Proceso de Extrusión De Mangas De Polietileno en una Planta de 450 Tn/Mes De Producción”. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.**

Por efectos de la automatización recomendada se logrará aumentar la producción en 35 Tn/mes y adicionalmente mejorará la calidad del producto ofrecido y tendrá estándares internacionales.

Por efectos del mantenimiento correctivo recomendado se logrará aumentar la producción en 150 Tn/mes debido al aumento de la eficiencia y eficacia de producción a conseguir en 10 de las 13 máquinas extrusoras.

En un escenario donde el crecimiento no es tan optimista, se participa dentro del mercado, con un valor superior al 33,3% del existente actual, que es de 450 Tn/mes, por lo cual se podría estar llegando hasta los 600 Tn/Mes, de manera sostenible, en un periodo de corto de plazo de tres años.

**Puccio (2007, p.153) En su tesis “incremento de la productividad en el área de telares de una empresa del sector plástico”. Universidad peruana de ciencias aplicadas, en sus conclusiones menciona:**

Una vez que se analizaron las principales causas de los problemas el equipo de trabajo planteó diferentes soluciones para combatir estas causas. Las propuestas de solución consistieron en: reasignación del personal, implantar nuevas metodologías de trabajo, creación de un adecuado control de proceso, correcta asignación de extrusoras.

Todas las propuestas fueron consideradas ya que son soluciones sencillas de implantar. Sin embargo, de las propuestas mencionadas la que conllevaría a un mejor beneficio sería la creación de un

adecuado control de proceso. Esta propuesta consiste en la creación de equipos de trabajos, indicadores adecuados y un programa de incentivos, se estima que estaría dejando de perder 2 toneladas de rafia mensualmente la cual a su vez reduciría el tiempo perdido por operación en un 30%.

Todas las propuestas de solución traen beneficios económicos, este aumento de productividad como se puede apreciar llevaría a generar ahorros significativos y aumentarlos a través del tiempo si es que se pone en práctica la mejora continua.

El incremento de productividad conseguido con este proyecto de mejora ayudará a tener un mayor nivel de producción, con lo cual se podrán aprovechar las oportunidades de producir pedidos que anteriormente no se podían atender, y a su vez, reducir ineficiencias como la generación de scrap.

## 1.3. TEORÍAS RELACIONADAS CON EL TEMA

### 1.3.1. EXTRUSIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS.

“La palabra extrusión proviene del latín extrudere que significa forzar un material a través de un orificio” (Beltrán, 2012, p.3).

“Este sistema consta precisamente en hacer pasar un material termoplástico a través de un orificio bajo la acción de presión de manera que el material se adapte a la forma del orificio” (Tecnología de los plásticos, 2011 p. 2).

En este proceso de extrusión el material termoplástico que se desplaza a través del tornillo el cual exteriormente se encuentran unas resistencias que hacen que el material cambie su estado, el material es empujado a una presión determinada para luego salir por una matriz calibrada dándole forma deseada y además sale al contacto con el aire, agua o una superficie fría. (Tecnología de los plásticos, 2011 p.2)

Al ser arrastrado el material por un tornillo sinfín en toda la longitud del cilindro la cual se encuentra a temperaturas de fusión adecuadas permite que el material se funda, luego es empujado por el tornillo con un movimiento constante hacia una matriz calibrada de diferentes formas puede usarse para la producción de perfiles, tubos, películas plásticas, hojas plásticas, etcétera. (Arias, 2011, p. 9).

Con la finalidad de conocer las funciones principales es necesario saber algunas de sus partes, la finalidad es saber elegir una máquina y encontrar fallas con la brevedad posible en caso de una reparación. Se dividen en varios tipos:

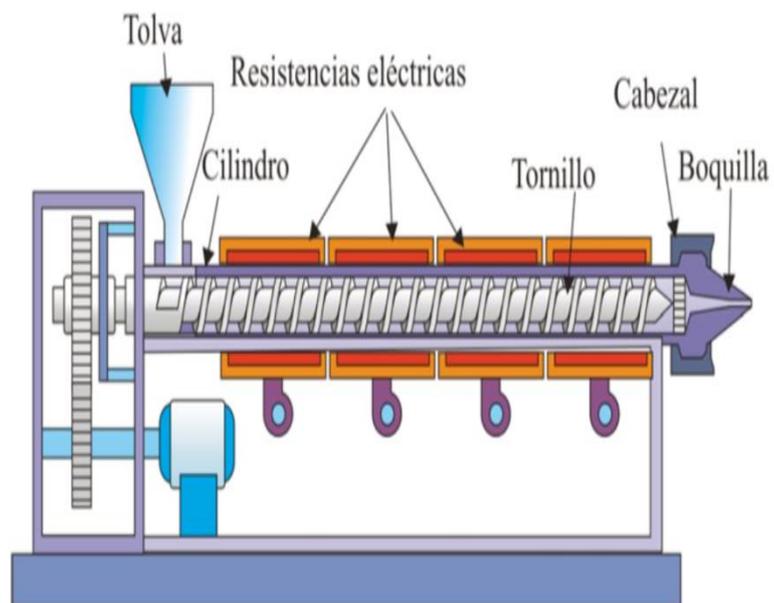
- De tubo y perfil.
- De película tubular.
- De lámina y película plana.
- Recubrimiento de cable.

- De mono filamento.
- Para pelletización y fabricación de compuestos.

“Independiente mente de las características necesarias que se adjunten todas estas guardan similitud hasta llegar al punto de extrusión”. (Tecnología de los plásticos, 2011)

**FIGURA 1**

(Beltran, M. & Marcilla. 2012 p.



**Máquina Extrusora De Tornillo**

### **1.3.2. Extrusoras de uno y varios tornillos**

“La extrusión es un proceso por el cual es posible obtener productos acabados o semiacabados en régimen continuo.

Utilizando equipos que funden, homogenizan y fuerzan al polímero a pasar a través de matrices de forma definida” (Díaz, 2012, p. 52).

### **1.3.3. Tolva**

Llamado también dosificador gravimétrico es un dispositivo muy importante ya que gracias a ello el tornillo siempre se encuentra con material en su ingreso, evitando así ingresar aire la cual generaría caídas, se encuentra situado en la parte superior del tornillo y alimenta con el material por gravedad, un mal diseño terminaría obstruyéndose y posterior caída de línea de extrusión. (Beltrán y A. Marcilla, 2012, p.110)

### **1.3.4. Barril.**

Llamado cilindro este es un cuerpo muy robusto diseñado para soportar temperaturas y fricción, su estructura debe ser muy rugosa con la finalidad de soportar fuerzas de cizallas, el material utilizado debe ser un acero especial y que tenga propiedades donde posee transferencia de calor, es aquí donde se encuentran alojado las resistencias circulares tipo abrazadera la cual se encuentran distribuidas en toda su longitud.

### **1.3.5. Tornillo.**

Llamado también tornillo sinfín o husillo, es un eje largo diseñado con unos alavés, este es el encargado de arrastra el material desde el ingreso hasta la zona de presión o empuje, también diseñado para esfuerzos de torsión y soportar elevadas temperaturas gracias a los lavas transporta, calienta, funde, y mezcla el material, la calidad del producto final depende exclusivamente del diseño del tornillo, los parámetros más importantes a tener en cuenta en el diseño del tornillo es su longitud (L), diámetro (D), el ángulo del filete (W) y el paso de la rosca (K).

### **1.3.6. Garganta de alimentación**

El tornillo se encuentra constituido de tres partes, en la parte inicial del tubo hay un agujero que es el encargado de alimentar constantemente al tornillo esta zona debe estar a bajas temperaturas con la finalidad que el polipropileno no se adhiera a sus paredes además cuenta con un sistema de refrigeración por agua para mantenerlo a bajas temperaturas, estas se encuentra interconectada con la tolva, según el diseño esta garganta de alimentación debe tener una longitud de 1.5 veces el diámetro del cilindro (Beltrán, M. & Marcilla, A., 2012 p. 109).

### **1.3.7. Plato Rompedor y Filtros**

Este dispositivo está situado al finalizar el tornillo, encargado de retener impurezas que de una u otra manera ingresan junto con el polipropileno, es allí donde se aloja una malla con características definidas por el fabricante. Una vez situada la malla después de un largo tiempo de trabajo la presión empieza a elevarse debido a la obstrucción de la misma debido a agentes externos como suciedad es por ello que se tiene que hacer correr la malla automáticamente y sin detener la línea de producción. (Beltrán, M. & Marcilla, A., 2012 p. 111)

### 1.3.8. El cabezal o boquilla

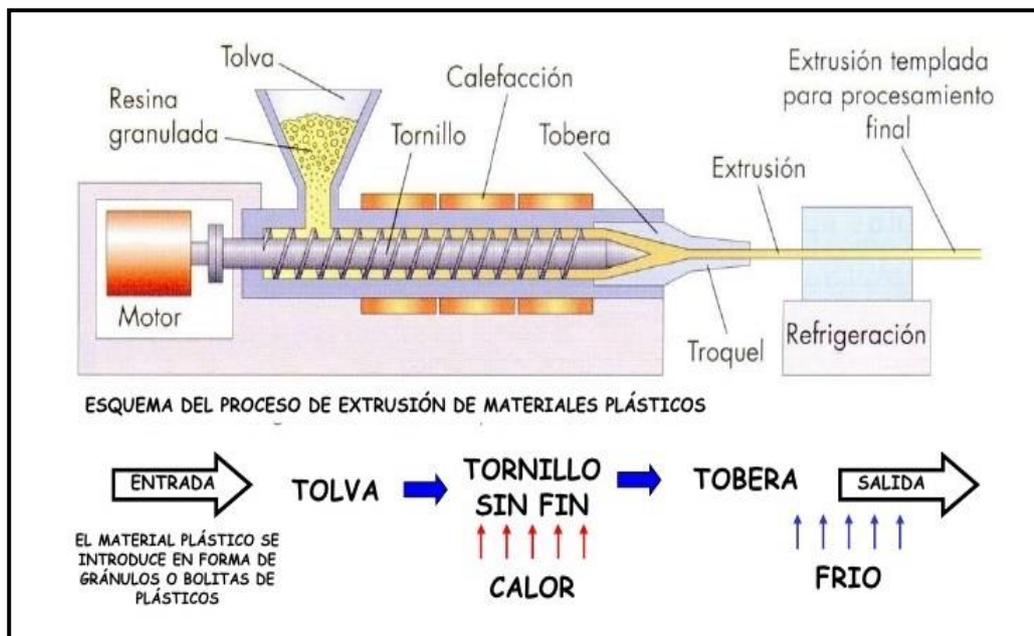
Esta es llamada matriz porque es la única encargada de darle forma deseada al material en el caso de la línea plástica tiene una calibración en micras su construcción es de aceros especiales se encuentra a temperaturas elevadas gracias a unas resistencias tipo cartucho introducidas en todo su cuerpo, parte principal a tener en cuenta en su adquisición. (Beltrán, M. & Marcilla, A., 2012 p. 112)

### 1.3.9. Proceso de Inyección

Al poner en marcha la máquina a través de un motor este a su vez mueve un tornillo sinfín situado en el interior de un cilindro la cual se encuentra a una temperatura aproximada de 200°C.

El tornillo arrastra el material toda su longitud y esta a su vez al pasar por el cilindro va cambiando su estado de sólido a líquido pastoso.

FIGURA 2



Proceso De Extrusión De Materiales Plásticos



### **1.3.11. Procesamiento del Polímero**

Las técnicas que empleamos para darle en acabado final a los plásticos son de tres factores: tiempo fluencia y temperatura.

El proceso más utilizado del polipropileno es por extrusión , consiste en una máquina que arrastra el material a temperaturas apropiadas para luego salir por una matriz calibrada dándole forma deseada, para formar laminas es utilizado el calandrado la cual consta de unos rodillos a presión neumática, así se distinguen:

### **1.3.12. Proceso Primario**

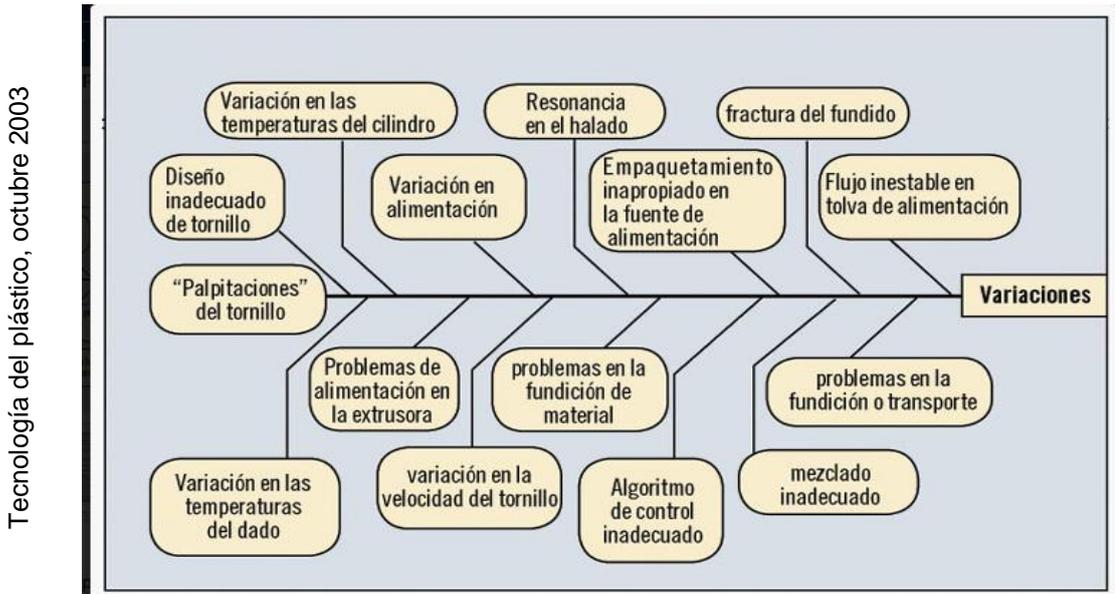
El material es moldeado a través de un proceso térmico donde se le da la forma necesaria estando en estado líquido, luego se solidifica, pasa por los siguientes procesos: extrusión, inyección, soplado, calandreo, inmersión y retro moldeo.

### **1.3.13. Proceso Secundario**

Utiliza otros medios como, mecánicos, neumáticos, hidráulicos para darle forma necesaria sin pasar por fusión, consta de los siguientes procesos de transformación: termo formado, doblado, corte, torneado y barrenado.

### 1.3.14. Problemas en el proceso de extrusión

FIGURA 3



#### Espina de Pescado en Problemas del Proceso de Extrusión

La aparición de inestabilidades está relacionada con un gran número de causas, algunas de las cuales son:

- Problemas de flujo másico en la tolva de alimentación.
- Problemas de transporte de sólidos en la extrusora.
- Capacidad de fundición insuficiente.
- Fragmentación de la cama sólida.
- No uniformidad de temperaturas de fundido en el dado.
- Fluctuaciones de temperatura en el barril.
- Fluctuaciones de temperatura en el tornillo.
- Fractura del fundido / piel de tiburón.
- Variaciones en la velocidad del tornillo.
- Desgaste del barril / desgaste del tornillo.
- Capacidad de mezclado insuficiente.

- Presión demasiado baja en la cabeza del dado.
- Capacidad de generación de presión insuficiente.

### 1.3.15. Diseño Instalaciones Eléctricas.

#### **Potencia Eléctrica.**

El estudio de la potencia eléctrica es muy amplia ya que se utiliza dentro de una instalación industrial, es de mucha importancia tener conocimiento de la naturaleza de las cargas eléctricas; éstas son del tipo resistivas, inductivas o capacitivas.

Las cargas eléctricas donde predomina el aspecto resistivo, la potencia que consume es la denominada potencia activa, que se mide en Watt, y es la relación directa entre la tensión y la corriente.

En las cargas resistivas la tensión y la corriente están en fase, y la ecuación que expresa la potencia activa es:

$$P = V * I * \text{Cos} (\varphi)$$

Dónde:

P: Potencia Activa, en Watt.

I: Intensidad de corriente eléctrica en Amperios.

V: Tensión eléctrica, en voltios

Cos ( $\varphi$ ): Coseno del ángulo que forma la tensión y la corriente eléctrica.

Así mismo existen ecuaciones que nos permiten obtener los parámetros que regulan el funcionamiento de un motor eléctrico, tanto para sistemas trifásicos como para sistema monofásicos.

Para sistemas trifásicos

$$\text{Potencia aparente: } P_s = \frac{U \cdot I \cdot 1,73}{1000}$$

$$\text{Intensidad (A)} \quad I = \frac{P_w \cdot 1000}{U \cdot \cos \varphi \cdot 1,73} = \frac{P \cdot 1000 \cdot 100}{U \cdot \eta \cos \varphi \cdot 1,73}$$

Para sistemas monofásicos:

$$\text{Intensidad (A)} \quad I = \frac{P_w \cdot 1000}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{P \cdot 1000 \cdot 100}{U \cdot \eta \cos \varphi}$$

Dónde:

P = potencia suministrada en el eje (kW)

P<sub>w</sub> = potencia activa (kW) absorbida de la red

P<sub>s</sub> = potencia aparente (kVA)

P<sub>b</sub> = Potencia reactiva (kVAr)

U = Tensión de servicio (V)

I = intensidad en el estator (A)

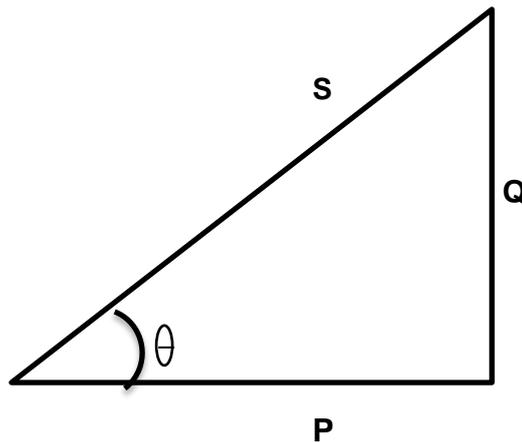
H = rendimiento (%)

cos φ = factor de potencia

**Factor de Potencia.**

El factor de potencia se define como la relación que existe entre los valores de la potencia aparente y la potencia activa. Dicha relación indica el tipo de carga que se está alimentando. Numéricamente los valores de la potencia aparente y la potencia activa no se pueden sumar aritmeticamente, sino que se tiene que utilizar los vectores de cada magnitud, existiendo un desfase entre la potencia activa P y la Potencia Reactiva Q de 90°.

**FIGURA 4**

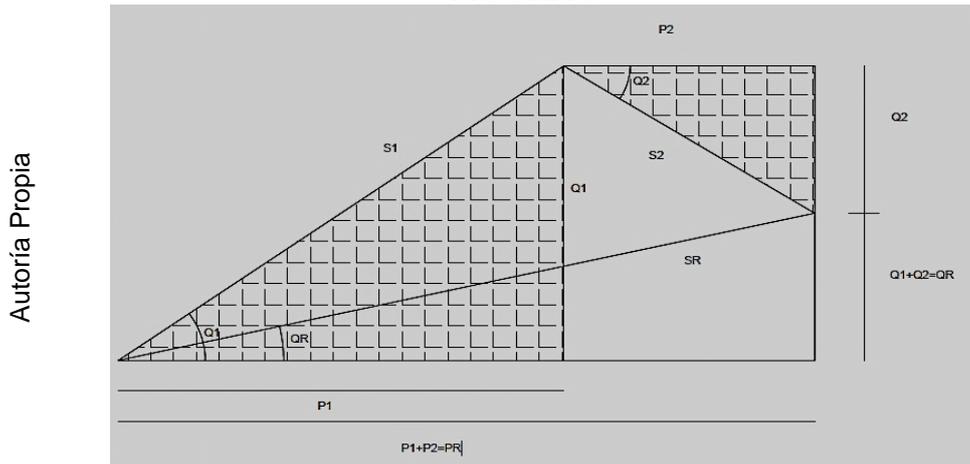


**Triangulo de Potencias Eléctricas.**

De la figura N°4, se observa que las potencias P y Q, difieren del valor de la potencia aparente S en el ángulo de desfase “teta”, éste sistema con el triangulo es la base para el análisis de los sistemas eléctricos, porque define la naturaleza de las cargas resistivas, inductivas y capacitivas, o una combinación de ambas.

Las empresas que suministran energía eléctrica, también registran el valor de la potencia reactiva, que de acuerdo a los pliegos tarifarios tienen costos diferentes, y que normalmente no debe exceder el 30% de la potencia activa. Para mejorar el factor de potencia se analiza en el triángulo de potencia y mediante el trazo se varía los parámetros, tal como se muestra en la figura N° 5.

**FIGURA 5**



### **Modificación de Triángulos de Potencia**

#### **1.3.16. Motor trifásico de corriente alterna.**

El motor trifásico de corriente alterna es una máquina encargada de transformar la energía eléctrica suministrada por la red en energía mecánica. La energía eléctrica se comporta en el bobinado como campos magnéticos que hacen que el rotor gire y por consiguiente mover cualquier mecanismo mecánico (EcuRed, 2010)

#### **Partes**

Estos motores constan de tres partes fundamentales, estator, rotor y escudo.

#### **El estator**

Su construcción se basa a un enchapado de hierro al silicio de ranuras para el alojamiento del bobinado.

#### **El rotor**

Este viene a ser la parte móvil en el motor está conformado por un eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas a los extremos con tornillos. En ambos extremos tiene asientos para rodamientos haciendo más fácil su deslizamiento. (EcuRed, 2010)

Para la selección de los motores se tiene en cuenta la fórmula de potencia, torque y velocidades.

### **Fórmula de potencia.**

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \varphi$$

Donde

P = Potencia en kW

V= Voltaje o tensión en voltios

I = corriente en amperios

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia.

### **Fórmula de torque.**

$$P = \frac{\text{TORQUE} * N}{9550}$$

Donde

P: Potencia en kW

T: Torque en N-m El torque es la capacidad del motor de hacer girar cargas.

N: velocidad en rpm.

### **Fórmula de velocidad.**

En el caso que se trate de poleas se utiliza la fórmula de igualación de velocidades

$$N1 * D1 = N2 * D2$$

Dónde:

N1 = velocidad del eje motriz

D1 =diámetro de la polea motriz

N2 =velocidad del eje accionado

D2 =diámetro de la polea accionada

Para encontrar el cable conductor que se va a utilizar para la unstalción de un motor trifasico de corriente alterna se utiliza la siguiente fórmula.

$$In = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \varphi \times \eta}$$

HP= Potencia del motor

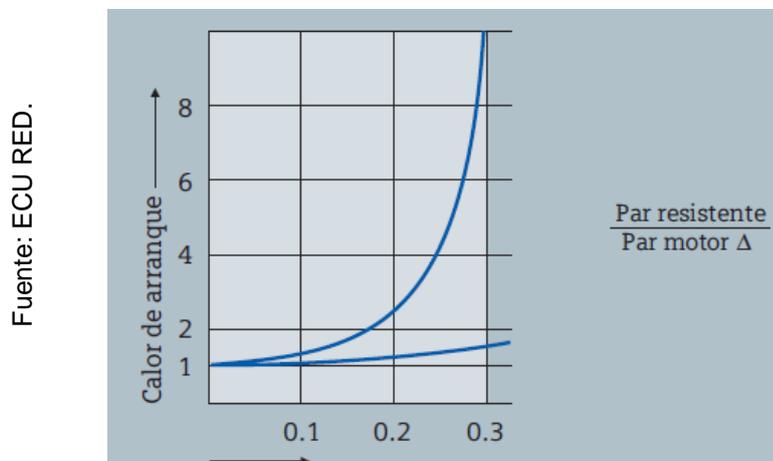
V =Voltaje o tensión en voltios

In = Intensidad nominal

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia

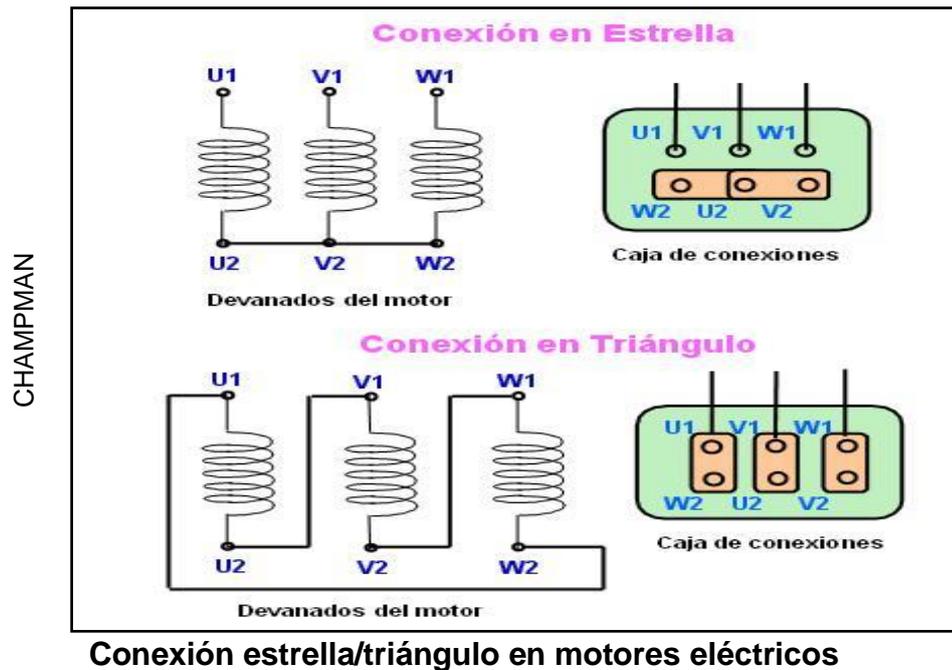
$\eta$  = Rendimiento

**FIGURA 6**



**Pérdidas de calor en el arranque de motores eléctricos**

FIGURA 7



Conexión estrella/triángulo en motores eléctricos

### 1.3.17. Tableros Eléctricos de Control.

Los Tableros eléctricos de control, son dispositivos que tienen la función de lograr la operatividad correcta de los circuitos eléctricos que accionan los motores eléctricos de diferentes tipos.

Estos tableros de control, están constituidos por elementos que normalmente son:

- a) Interruptor Termo magnético.
- b) Relé Diferencial.
- c) Disyuntores.
- d) Fusibles.
- e) Pulsador de Parada de emergencia.
- f) PLC.
- g) Temporizadores.
- h) Contactores.

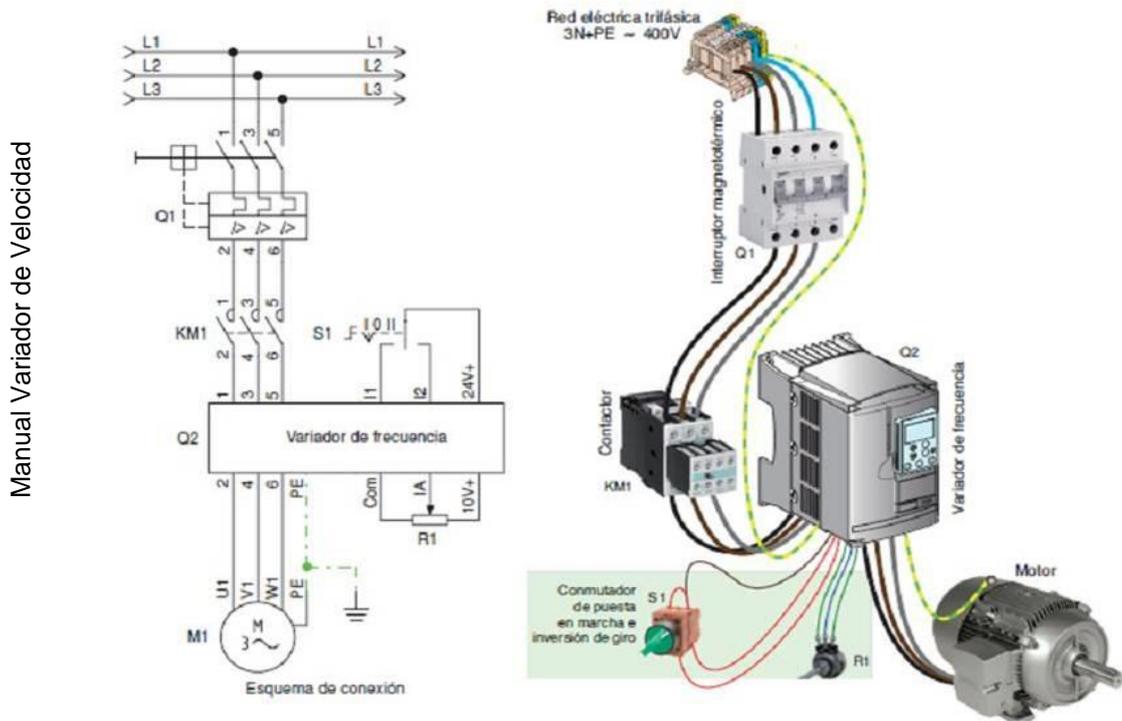
- i) Guarda motores.
- j) Conectores.

### **1.3.18. Variadores de frecuencia.**

El variador es una herramienta hoy en día que se ha caracterizado por ser muy eficiente, en el uso de automatizaciones industriales es indispensable ya que hace que el motor tenga un arranque lento y permite mantenerlo a velocidades adaptables al sistema de operación.

Su principio de funcionamiento se basa en el ingreso de una tensión alterna trifásica o monofásica, dependiendo del modelo de variador a utilizar, esta tensión atraviesa un puente rectificador donde se convertirá en corriente continua. Una vez rectificada se modula por ancho de pulso para obtener una tensión similar a la alterna de frecuencia variable. Así a través de un sistema de control, se logra examinar el nivel de tensión y de frecuencia en la salida del variador de frecuencia. (Micro Automatización,2016, p.3)

FIGURA 8



### Instalación eléctrica utilizando variador de frecuencia

#### 1.3.19. Controladores lógicos programables. (PLC)

Es un dispositivo electrónico digital con un potencial para guardar cualquier información y poder almacenar cambios en el sistema través de un programa la implementación de funciones específicas, a saber: Lógicas, secuencias, temporizados, conteos y aritméticas; con el objetivo de controlar máquinas y procesos.

Su aplicación es generalizada en diferentes procesos industriales. (Micro Automatización, 2016)

- Estructura de un PLC

La estructura básica de un PLC se puede simplificar con la siguiente figura:



lograrlo el resultado anhelado mayor será el carácter productivo del sistema. (Prokopenko, 1989, p.3)

“Existen diversas técnicas para medir la productividad de una determinada actividad económica. Una restricción para elegir el método idóneo es la disponibilidad de información estadística” (Metodología de Cálculo de Indicadores de Productividad Laboral en la Industria Manufacturera, s. f, p.1).

“La productividad es una actitud que busca una mejora continua día a día, se puede entender en una convicción de hacer mejor las cosas, se dice mejor hoy que ayer y mejor mañana que hoy” (Bussines Solución, 2012, p.5).

En una empresa se dice que se ha logrado la productividad cuando se optimiza el uso de los recursos. La medición de esta productividad es de uso cotidiano en las empresas para saber si está mejorando cada día. Todo personal encargado de una empresa tiene que saber que para calcular la productividad deben considerar que la organización es un ente completo donde interactúan diferentes áreas: ventas, finanzas, marketing, sistemas, etcétera.

Por ejemplo, al medir sólo el área de Ventas, el directivo tendrá información sobre las transacciones y el costo de lograrlas, pero ésta será limitada si el objetivo es mejorar otras actividades y no sólo se trata de ingresos. Si el área de Operaciones mide sólo la producción, los resultados no estarán vinculados con otras áreas de la firma, como mercadotecnia. (Granados, 2015, p.1)

“Aunque muchas de las veces productividad se confunde con producción cabe resaltar que estos son dos términos completamente distintos. Mientras que la producción es una tarea de transformación de recursos, la productividad es una medida que tiene que ver con el uso de los recursos en tiempos determinados” (Ocampo, 1990).

Llegar a elevar la productividad no es necesario elevar la producción una productividad refleja su incremento cuando utiliza el mínimo recursos en relación con el mínimo desperdicio y minimizar el consumo excesivo de energía eléctrica, combustibles y lógicamente horas– hombre. En otras palabras, incrementando el valor agregado. (Ocampo, 1990)

Una medida para calcular la productividad de un grupo de generación de energía sería el número de kilovatios-hora (kWh) producidos dividido por el costo en que se incurrió para generarlos. Éste representa un cálculo del producto final generado por la empresa dependiendo de la cantidad invertida en su proceso de producción. Hace parte del cálculo de la productividad, asociar de manera directa y constante las actividades que hacen parte del proceso y distinguir cuáles objetos de costo referentes a la cadena de valor del negocio le agregan valor al kWh producido y la hacen más eficiente. (Fuentes, 2014, p.3).

### **Ecuación para medir la productividad.**

$$\text{Productividad} = (\text{Productos o Servicios Producidos}) / (\text{Recursos Utilizados})$$

### **¿Cómo se mide la productividad?**

“La diversidad de funciones, medidas, interpretaciones y usos de la información sobre la productividad es tan grande que debemos manejar los aspectos de medición de la productividad en cuatro niveles diferentes:-Internacional -Nacional-Sector Industrial - Empresas” (Gallego, 2012, p.3).

Fórmula para calcular el consumo de energía eléctrica en relación a la producción de sacos.

$$C_i = C.E / K.P.$$

$C_i$ : Consumo de energía para procesar un Kg de insumo para la producción de sacos de polipropileno.

$C.E.$  Consumo de energía total en un mes.

$K.P.$  Kg de Insumos empleados en la producción de polipropileno en un mes.

#### **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo incrementar la productividad en la empresa C&D SAC con el rediseño de la máquina extrusora de polipropileno?

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Este rediseño eléctrico está dirigido a la empresa C&D SAC. Con la finalidad de incrementar la productividad de la empresa.

##### **Justificación económica**

Los altos costos de producción debido a las paradas injustificadas y de mantenimiento de la máquina existente en la empresa, justifica el rediseño de la máquina extrusora. El costo de producción de la extrusión del polipropileno, tiene relación directa con los gastos que originan la baja eficiencia de la máquina. Así mismo se justifica porque los equipos de la planta están en constante renovación, y por ende parte de las políticas de la empresa en invertir en la repotenciación de las máquinas de los procesos productivos.

##### **Justificación tecnológica**

La presente investigación se justifica porque es posible reemplazar los diferentes sistemas de la máquina, específicamente el sistema eléctrico. El reemplazo será por mecanismos de mayor eficiencia, menor peso, mayor performance, de mejor calidad, todos ellos controlados electrónicamente con un sistema de control de los parámetros eléctricos.

### **Justificación Ambiental**

Se justifica ambientalmente, ya que el polipropileno que es la materia prima utilizada es específicamente derivados del petróleo (diésel), quienes emiten grandes cantidades de gases de la contaminación, como monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos no quemados y vapor de agua.

### **Justificación Social**

Se justifica socialmente porque gracias al rediseño se aumenta la productividad de la empresa para así poder entregar sus productos terminados de buena calidad y satisfacer las necesidades a los clientes finales.

## **1.6. HIPÓTESIS**

Realizando el rediseño eléctrico de la máquina extrusora de polipropileno se incrementa la productividad en la empresa C&D SAC.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el rediseño eléctrico de la máquina extrusora de polipropileno para incrementar la productividad en la empresa C&D SAC, Chiclayo 2016.

### **1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la productividad en la empresa.
- Evaluar el estado actual de los sistemas mecánicos y eléctricos de la máquina extrusora.
- Realizar el diseño de modificación de los componentes y dispositivos del sistema eléctrico de la máquina extrusora.
- Ejecutar una evaluación técnica y económica del sistema eléctrico en la maquina extrusora.

## **II. METODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

No experimental descriptiva propositiva

No experimental.

Es aquella donde la variable independiente no se manipula porque ya ha sucedido, es una investigación sistemática y empírica.

Porque el trabajo se realiza sobre una realidad de los hechos y se caracteriza por plantear alternativas de solución a problemas suscitados.

### **2.2. Variables, Operacionalización**

- **Variable Independiente:**

REDISEÑO ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA DE  
POLIPROPILENO

- **Variable Dependiente:**

INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD

**- OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Rediseño eléctrico de una maquina extrusora de polipropileno</p>	<p>Rediseñar una maquina extrusora, es modificar los dispositivos mecánicos y eléctricos de acuerdo a los parámetros originales de diseño. Los dispositivos a remplazar son normalizados con mejores prestaciones a los que la máquina extrusora tiene en la actualidad.(fuente propia)</p>	<p>Los dispositivos mecánicos y eléctricos a seleccionar, serán de acuerdo las teorías científicas existentes, es decir se tiene en cuenta la mecánica de los materiales y las leyes de la electricidad con las normas técnicas, internacionales y nacionales vigentes.</p>	<p>Voltaje.</p> <p>Amperaje.</p> <p>Potencia.</p>	<p>Guías de observación</p>	<p>De razón o proporción</p>
			<p>Programas de PLC y Cade Simu</p>	<p>Planos de instalación de equipos.</p>	
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Incremento de Productividad.</p>	<p>Según una definición general, la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. (Prokopenko, 1989,p.3)</p>	<p>El incremento de producción se analiza en cada componente a instalar en la máquina extrusora, con valores cercanos al 99%.</p>	<p>Cantidad de toneladas de producción/insumos utilizados.</p>	<p>Ficha técnica</p>	<p>De razón o proporción</p>
			<p>Verificar producción/energía utilizada.</p>	<p>Hojas de reportes producción</p>	
				<p>Recibo de energía de pago mensual</p>	

### 2.3. Población y muestra

La población está constituida por los diferentes componentes y dispositivos de los sistemas mecánicos y eléctricos de la máquina extrusora de la planta C&D SAC, Chiclayo.

La muestra es igual a la población.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: valides y confiabilidad

#### 2.4.1 Técnicas

Se emplearan las siguientes técnicas de investigación.

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTO
Revisión documentaria.	Se revisaran los registros de consumo de materia prima proporcionada por el área de almacén y registros proporcionados por el área de producción de la planta.	Evaluación Documentaria.
Entrevista	Se realizará una entrevista al responsable del mantenimiento de las unidades, para obtener información del funcionamiento de la máquina extrusora	Entrevista.
Observación.	Se observara el funcionamiento de los equipos, identificando obstrucciones en los procesos productivos.	Registro de observación.

## **2.4.2 Instrumento de recolección de datos**

### **- Guías de observación**

Se utilizará una guía de observación para registrar la información real del funcionamiento de los equipos de la planta.

### **- Entrevista**

Se realiza un modelo de encuesta para conocer el estado actual de la maquinaria, y será realizada al Jefe de Mantenimiento.

### **- Guía de análisis de documento**

Se revisará los diversos manuales de los fabricantes Normas Técnicas Peruanas, las Normas Europeas (EUROS), en cuanto a estándares de consumo de energía por producto. (KW-H/Volumen de producción).

## **2.4.3 Validez y confiabilidad**

### **- Validez**

La validez de esta tesis de investigación nos concierne a la interpretación correcta y cuidado exhaustivo del proceso metodológico de los resultados que obtenemos en el estudio del tema científico estudiando en este caso el incremento de la producción de la planta.

### **- Confiabilidad**

La metodología de los cálculos y selección de los dispositivos seguirán un algoritmo confiable, y los datos de los equipos son de confiabilidad alta, debido a que se utilizarán instrumentos calibrados.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Los datos obtenidos de los parámetros de funcionamiento de la máquina extrusora, serán analizados con la estadística inferencial, y luego se propone una propuesta para dimensionar los dispositivos mecánicos y eléctricos de la máquina extrusora.

## **2.6. Aspectos Éticos**

El investigador tiene la obligación de poner fuentes confiables de información. Y ser responsable con la toma de decisiones para que éstas sean consistentes con la seguridad, salud y beneficio de la sociedad, ser honesto y realista al establecer conclusiones o estimaciones derivadas del análisis.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Diagnóstico de la situación actual de productividad en la empresa

##### a) Diagnóstico de la Producción Mensual

C&D SAC. Una empresa dedicada a la fabricación de envases vacíos de polipropileno, en el siguiente cuadro se especifica el proceso de producción y las distintas áreas que debe pasar el producto para luego salir al mercado.

FIGURA 11

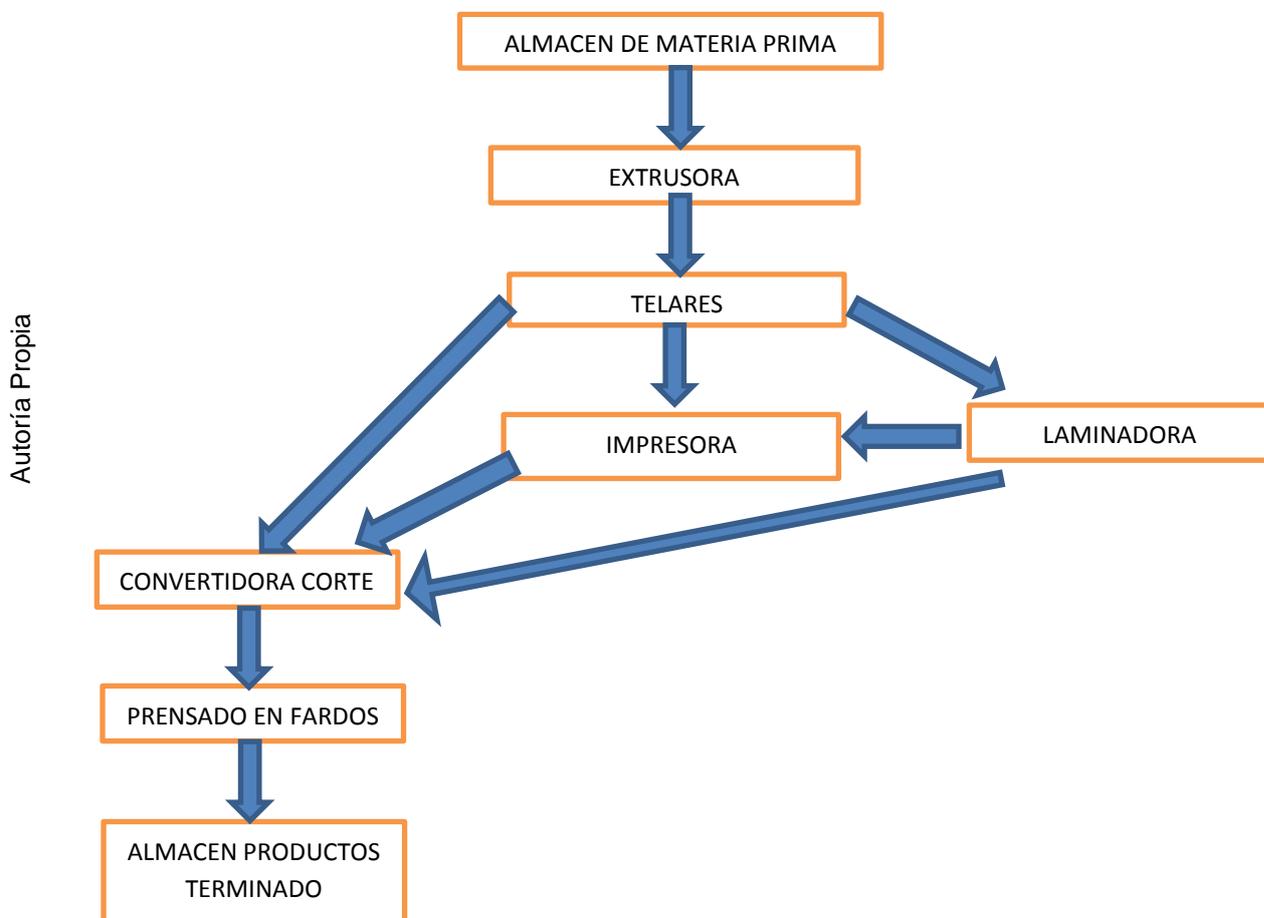


Diagrama de flujo de proceso de sacos

En la tabla N° 1 se muestra la producción de sacos de polipropileno de la empresa C&D sac. De los meses de junio, julio, agosto del año 2016 donde se ve una producción variable esto depende del flujo que no todo el producto que ingresa sale necesariamente sino que hay flujos que se quedan en observación en distintas áreas del proceso.

**Tabla 1**

Registros de Producción	Mes	Producción de Sacos de Polipropileno (kilogramos)
	jun-16	87633
	jul-16	82875
	ago-16	80189

### **Producción de Sacos de Polipropileno**

En la tabla N° 2 se muestra según registros de producción la cantidad de materia prima que ingresa a planta, teniendo en cuenta que la extrusora es la primera máquina donde empieza el proceso de producción. Es por ello que el ingreso de materia prima va a tener una variación mínima con respecto a la producción de sacos.

**Tabla 2**

Registros de Producción	Mes	Kilogramos Total de Insumos
	jun-16	82477
	jul-16	87581
	ago-16	82868

### **Total consumo de materia prima de la máquina extrusora china**

**Tabla 3**

COLOR DE SACO	TIPO DE SACO	DESCRIPCIÓN	
CRISTALINO	LAMINADO	N DEL NORTE	
		LAY FORTUNA	
		COCINERITA 49 KG	
		LAY FORTUNA	
		LOS MELLIZOS	
		NIR DEL VALLE	
		CEIBAÑITO	
	TEJIDO	LOS MELLIZOS	
		RAYA AZUL	
MULTICOLOR	TEJIDO	ROJO	
		NEGRO	
		CELESTE	
		MORADO	
		VERDE	
		Naranja	
		F/AZUL	
		MIK CARPE	
		2 FRANJAS NEGRAS	
		ENSAL	
		MAYAGUEZ	
		RIO PAILA	
		USSA	
		DRAGON ROJO	
		MOLINO SEMPER	
		MOLINO LOS ANGELES	
		F/VDR Y ROJA	
		CIRCULO ROJO	
		MOLICENTRO	
		MOL. LOS ANGELES	
		CASCARA DE ARROZ	
		CON FUELLE	
		AGRICULTOR	
		LAMINADO	3FRANJAS NEGRAS
	FRANJA AMARILLA - R/NEGRA		
NEGRO	TEJIDO	SEMPER	
		3 FRANJAS ROJAS	
		VARIOS	
		RAYA ROJA	
		CIRCULO ROJO	
		RAYA ROJA	
AMARILLO	TEJIDO	SIN IMPRESIÓN	
VERDE	TEJIDO	ALIMENTOS BALANCEADOS	
AZUL	TEJIDO	SIN IMPRESIÓN	

Registros de Producción

**Tipo, color y descripción de la fabricación de sacos de polipropileno**

Tabla 4

Máquinas	MATERIA PRIMA	CARBONATO	MASTERBACH								Pelets	TOTAL
	POLIPROPILENO	COMAI	Amarillo	Azul	Blanco	Buff	Lucuma	Negro	Rojo	Verde		
CHINA	79475,0	1513,5	36,3	45,0	791,0	0,0	0,0	449,0	141,5	26,0	0,0	82477,3
STARLINGER	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
<b>TOTAL Kg</b>	<b>79475,0</b>	<b>1513,5</b>	<b>36,3</b>	<b>45,0</b>	<b>791,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>449,0</b>	<b>141,5</b>	<b>26,0</b>	<b>0,0</b>	<b>82.477,3</b>
<b>TOTAL TN</b>	<b>79,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,00</b>	<b>82,48</b>

Registros de Producción

TOTAL CONSUMO DE MATERIA PRIMA PP (TONELADAS)

TOTAL CONSUMO DE CARBONATO (TONELADAS)

TOTAL CONSUMO DE MASTERBACHS (TONELADAS)

TOTAL CONSUMO DE PELLETS (TONELADAS)

TOTAL CONSUMO DE M.P + PELETS+ADITIVOS

79,5
1,5
1,5
0,00
<b>82,48</b>

Consumo de material de extrusora

En la tabla N° 5 a continuación se demuestra la cantidad de desperdicio que producen las dos extrusoras, dicho reporte data de los meses de febrero y marzo del 2014, en la cual se ve notablemente el desperdicio generado durante un mes por cada máquina.

Cabe resaltar que según tabla la máquina extrusora Starlinger es aquella que genera aproximadamente el doble de desperdicio la cual luego se traduce en pérdidas económicas.

Registros de producción

**Tabla 5**

MES	EXTRUSORA	CONSUMO DE MATERIA PRIMA EN Kg	GENERACION DE DESPERDICIO EN Kg
FEBRERO 2014	CHINA	41,885	709,70
	STARLINGER	41,387	1451,20
MARZO 2014	CHINA	60,536	1056,40
	STARLINGER	49,570	2003.6

**Consumo de materia prima y desperdicio.**

**b) Costos de energía eléctrica**

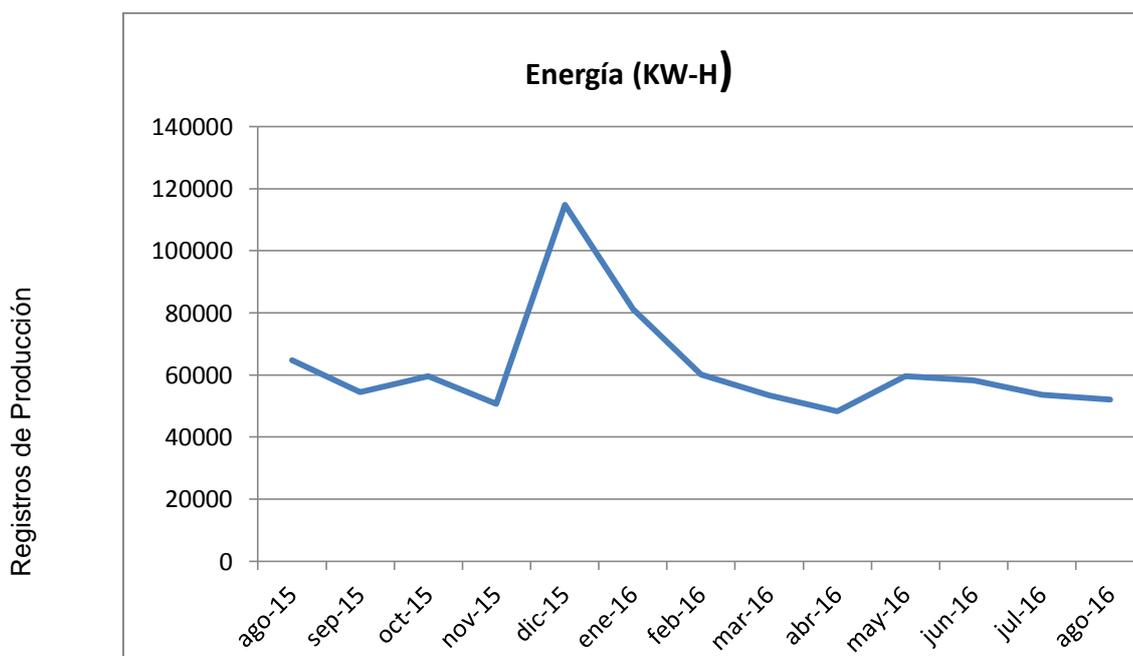
De acuerdo a lo registrado por la empresa concesionaria de distribución eléctrica, la planta es suministrada con energía eléctrica trifásica aérea, con un pliego tarifario MT3 No Residencial, con N° de suministro 25930653, y tiene consumos que sean incrementado en promedio en los últimos 12 meses, tal como se muestra en la tabla N°6.

**Tabla 6**

Electronorte	Periodo	Energía (KW-H)	Importe (Nuevos Soles)
	ago-15	64,683.31	25444
	sep-15	54,447.22	23924
	oct-15	59,546.46	25173
	nov-15	50,779.41	35823
	dic-15	114,874.34	45758
	ene-16	81,168.48	31508
	feb-16	60,063.69	26700
	mar-16	53,518.89	24821
	abr-16	48,329.73	22710
	may-16	59,652.99	25268
	jun-16	58,257.06	37340
	jul-16	53,579.54	33717
ago-16	52,002.95	32608	

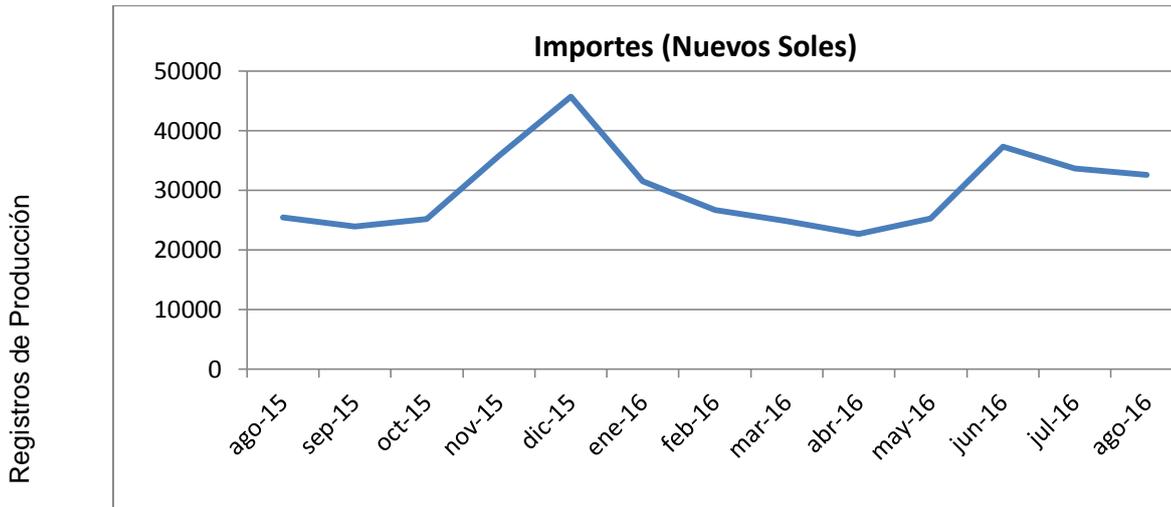
**Consumo y costos de la energía eléctrica.**

**Tabla 7**



**Evolución de los consumos de Energía en Empresa C&D SAC**

**Tabla 8**



### **Evolución de los costos de Energía en Empresa C&D SAC**

#### **c) Consumo específico de energía.**

Para el análisis del consumo de energía eléctrica en función a la producción, se establece un indicador que relaciona la cantidad de energía que se requiere para la fabricación de un millar de unidades de sacos de polipropileno, el cual se obtiene de la siguiente ecuación.

$$C_e = C.E / P.P$$

Dónde:

Ce: Consumo de energía para producir un millar de sacos de polipropileno en un mes.

C.E. Consumo de energía total en un mes.

P.P. Número de millares de Polipropileno producido en un mes

**Tabla 9**

Autoría Propia

Mes	Consumo total de energía (KW-H) - Mes	Producción de Sacos de Polipropileno (Unidades)	Consumo de energía para producir un millar de sacos de polipropileno en un mes. (KW-H)-Mes / Millar de Producción
Junio	58257	1042786	55,87
Julio	53579	839073	63,85
Agosto	52002	1107081	46,97

**Consumo específico de energía para producción de sacos**

Así mismo, se analizó con otro indicador, que es el consumo de energía para procesar un kg de materia prima (insumos), para la producción de sacos de polipropileno, éste se determina de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Ci = C.E / K.P.$$

Ci: Consumo de energía para procesar un Kg de insumo para la producción de sacos de polipropileno.

C.E. Consumo de energía total en un mes.

K.P. Kg de Insumos empleados en la producción de polipropileno en un mes.

**Tabla 10**

Mes	Consumo total de energía (KW-H) - Mes	Kg de Insumos empleados en la producción de polipropileno en un mes.	Consumo de energía por Kg de insumo(KW-H)-Mes / Kg
Junio	58257	82477	0,706
Julio	53579	87581	0,612
Agosto	52002	82868	0,628

Autoría Propia

**Consumo de energía para procesar 1 Kilo gramo de insumo.**

### 3.2. Estado actual de la máquina extrusora

**FIGURA 12**



C&D SAC "NEGOCIOS GENERALES"

**Situación actual de máquina extrusora de polipropileno.**

En la imagen se muestra la parte del tornillo y caja reductora con su respectiva tolva para abastecimiento de material, también se aprecia un tablero de mando, en lo que concierne a piezas mecánicas si se encuentran en óptimas condiciones de operación.

**FIGURA 13**



Fuente C&D SAC "NEGOCIOS  
GENERALES"

### **Motor de corriente continua.**

Motor principal de corriente continua, es aquel que da el movimiento al tornillo, encargado de hacer girar al sinfín con una transmisión de poleas y fajas, pero el problema radica en que se altera su amperaje debido que el colector y las escobillas ya no están en condiciones de trabajo.

**FIGURA 14**



**Colector y escobillas de motor de corriente continua**

En la figura N°14 se observa notablemente el desgaste y la falta de mantenimiento del colector y las escobillas del motor de corriente continua

**FIGURA 15**



**Motor de corriente continua de rodillos de tracción y formamiento.**

Los motores se encuentran en pésimas condiciones las cuales no trabajan, su mantenimiento es caro y muy complicado encontrar mecanismos para su funcionamiento como se muestra en la imagen tiene problemas con el colector y escobillas y posiblemente falta de aislamiento interno por recalentamiento de la parte externa del estator.

**FIGURA 16**

C&D SAC. "NEGOCIOS GENERALES"



### **Variador de motores de corriente continúa**

Variador de velocidad de motores de corriente continua se encuentran en pésimas condiciones debido al tiempo que se encuentra la máquina sin trabajar, según la imagen son variadores prácticamente obsoletos que sin duda necesitan un cambio del sistema para poner en funcionamiento la máquina extrusora.

### **3.3. Diseño del Sistema Eléctrico**

#### **Mecanismos a accionar**

Las cajas reductoras que se encuentran instaladas en la máquina extrusora se encuentran en perfectas condiciones y cada una de ellas tiene las características que adjuntan en la siguiente tabla.

**Tabla 11**

TRANSPORTE		LEVANTAMIENTO		TRACCIÓN		ESTIRAMIENTO		FORMAMIENTO	
TIPO	EX480								
Kw	170	TIPO	HG 1LA-IEC	TIPO	HG 3NA-1ND	TIPO	HG3ZA-IEC/D	TIPO	HG-1NC-IEC/250
N-m	16235	N-m	370 MAX.	N-m	1250 MAX.	N-m	1700 MAX.	N-m	315 MAX.
RPM	1250	RT	1=32.17	RT	1=44.82	RT	1=8.24	RT	1=8.90
RT	1=12.5								

**Datos característicos de cajas reductoras**

En la siguiente tabla se adjuntan datos importantes que sirven de apoyo para realizar distintos cálculos que se necesitan para llegar a saber las características de los motores que se van a instalar.

**Tabla 12**

	M/min DE TRABAJO	POLEA ACCIONADA	POLEA MOTRIZ	DIAMETRO DEL EJE	(RPM)
<b>TRANSPORTE</b>		350 mm	250 mm	100	100rpm
<b>LEVANTAMIENTO</b>	50			200	
<b>TRACCIÓN</b>	55	275 mm	250 mm	320	
<b>ESTIRAJE</b>	250	265 mm	250 mm	320	
<b>FORMAMIENTO</b>	250	265 mm	250 mm	320	

**Características de los componentes referenciales**

Para la selección de los motores eléctricos a reemplazar, en los diferentes sistemas de la máquina extrusora, se analizan la energía eléctrica que ingresa al motor, así como también la energía mecánica que sale del motor eléctrico.

El análisis de la potencia eléctrica se determina mediante la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \varphi$$

Donde

P: Potencia en kW

V: Voltaje o tensión en voltios

I: corriente en amperios

Cos  $\varphi$ : Factor de potencia.

El análisis de la potencia mecánica en el eje del motor eléctrico se determina mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{\text{TORQUE} * N}{9550}$$

Donde

P: Potencia en kW

T: Torque en N-m El torque es la capacidad del motor de hacer girar cargas.

N: velocidad en rpm.

**FIGURA 17**

Revisión de fundamentos motores



**Curva de torque y potencia**

### **Tornillo sin fin**

Es el encargado de transportar el polipropileno en un estado termodinámico a temperatura de 200 grados centígrados y presión 10 bar. El incremento de la temperatura se hace con resistencias eléctricas, ubicadas en el trayecto del mismo.

Según caja reductora se tiene un torque 16235 N-m y una velocidad de salida de 100 rpm por lo tanto aplicando la formula.

$$P = \frac{\text{TORQUE} * N}{9550}$$

$$P = \frac{16235 * 100}{9550} = 170 \text{ Kw.}$$

Luego que se ha calculado la potencia necesaria se tiene que en el ingreso del reductor tiene una velocidad máxima de 1250 es por ello que nuevamente se aplica fórmula, ahora buscamos fórmula necesaria para torque.

$$T = \frac{p * 9550}{N}$$

$$T = \frac{170 * 9550}{1250} = 1298.8 \text{ N-m}$$

Luego se tiene que la polea motriz es de 250 mm de diámetro y la polea accionada es de 350 mm es por ello que se calcula relación de velocidades.

$$N1 * D1 = N2 * D2$$

Dónde:

N1 = velocidad del eje motriz =?

D1 =diámetro de la polea motriz = 250 mm

N2 =velocidad del eje accionado =1250 rpm

D2 =diámetro de la polea accionada =350 rpm

$$N1 * D1 = N2 * D2$$

$$N1 = \frac{N2 * D2}{D1}$$

$$N1 = \frac{1250 * 350}{250} = 1750 \text{ rpm}$$

Ahora tenemos que encontrar el torque con la nueva velocidad

$$T = \frac{170 \cdot 9550}{1750} = 927.7 \text{ N-m}$$

Tenemos los datos necesarios para encontrar el motor adecuado para mover dicho tornillo.

Torque = 927.7 N-m

Potencia = 170 Kw

Revoluciones = 1750 rpm

Ahora vamos a la tabla del fabricante EPLI SAC.

### **Levantamiento**

Es un sistema de rodillos encargados de extraer la película del material que se encuentra ubicado en un recipiente denominado "tina de enfriamiento", por medio de unos cuchillas que le dan la forma apropiada a la cinta rafia, dichos rodillos soportan una presión neumática de 5 bar.

El reductor para accionar los rodillos, requiere un torque según placa de 370 N-m, a una velocidad de 79,5 RPM

Reemplazando valores

$$P = \frac{T \cdot N}{9550}$$

$$P = \frac{370 \cdot 79.5}{9550} = 3.08 \text{ Kw}$$

La potencia mecánica necesaria será de 3,08 KW

### **Cálculo de velocidad rpm del motor**

Para hallar esto primero sabemos que la velocidad del rodillo es 50 m/min.

Hallamos

$$Rpm = (M/min)/\pi \cdot D$$

$$Rpm = 50/3.1416 \cdot 0.2$$

$$Rpm = 79.5$$

Como el acople hacia el motor es directo solo aplicamos relación de transmisión (RT)

$$RT: 1=32.17$$

Reemplazando

$$79.5 \cdot 32.17$$

$$2557.5 = rpm$$

Después de encontrar estas velocidades se tiene que

$$T = \frac{3.08 \cdot 9550}{2557.5} = 11.50 \text{ N-m}$$

Tenemos los datos necesarios para encontrar el motor adecuado para mover dicho tornillo.

$$\text{Torque} = 11.50 \text{ N-m}$$

$$\text{Potencia} = 3.08 \text{ Kw}$$

$$\text{Revoluciones} = 2557.5 \text{ rpm}$$

Ahora vamos a la tabla del fabricante EPLI SAC.

### **Tracción**

Son 2 rodillos, que operan en concordancia con los rodillos de levantamiento, a presión neumática de 5 bar aproximadamente.

El moto reductor para accionar los rodillos, requiere un torque según placa de 1250 N-m, a una velocidad de 54,7 RPM

Reemplazando valores

$$P = \frac{T \cdot N}{9550}$$

$$P = \frac{1250 \cdot 54.7}{9550} = 7.16 \text{ Kw}$$

La potencia mecánica necesaria será de 7.16 KW

### **Cálculo de velocidad rpm**

Tenemos en el rodillo una velocidad de 55m/min

Hallamos las rpm

$$\text{rpm} = (55 \text{m/min}) / \pi \cdot (0.32) \text{m}$$

$$\text{Rpm} = 54.7$$

Tenemos la velocidad en el eje

Aplicamos fórmula

$$N1 * D1 = N2 * D2$$

Dónde:

N1 = velocidad del eje motriz = ?

D1 = diámetro de la polea motriz = 250 mm

N2 = velocidad del eje accionado = 54.7 rpm

D2 = diámetro de la polea accionada = 275 mm

$$N1 = \frac{54.7 \text{m/min} \cdot 275 \text{mm}}{250 \text{mm}}$$

$$N1 = 60.17 \text{ rpm}$$

Tenemos la velocidad en la salida del eje del reductor 60.17rpm

Relación de transmisión (RT)

$$\text{RT: } 1 = 44.82$$

$$\text{Rpm} = 60.17\text{m/min} \times 44.82$$

$$\text{Rpm} = 2696$$

La velocidad en el ingreso del reductor es de 2696 rpm

Después de encontrar estas velocidades se tiene que

$$T = \frac{7.16 \times 9550}{2696} = 25.36 \text{ N-m}$$

Tenemos los datos necesarios para encontrar el motor adecuado para mover dichos rodillos.

$$\text{Torque} = 25.36 \text{ N-m}$$

$$\text{Potencia} = 7.16 \text{ Kw}$$

$$\text{Velocidad} = 2696 \text{ rpm}$$

Ahora vamos a la tabla del fabricante EPLI SAC.

### **Estiraje.**

Son cinco rodillos, que se encargan de estirar la cinta, y le dan textura al material, con una razón de estiraje aproximado de 5 a 1.

El moto reductor para accionar los rodillos, requiere un torque según placa de 1700 N-m, a una velocidad de 248,67 RPM

Reemplazando valores

$$P = \frac{T * N}{9550}$$

$$P = \frac{1700 * 248.67}{9550} = 44.26 \text{ Kw}$$

La potencia mecánica necesaria será de 44.26 Kw

### **Cálculo de velocidad rpm**

Tenemos en el rodillo una velocidad de 250m/min

Hallamos las rpm

$$\text{rpm} = (250\text{m/min}) / \pi * (0.32)\text{m}$$

Rpm=248.67

Tenemos la velocidad en el eje

Aplicamos fórmula

$$N1 * D1 = N2 * D2$$

Dónde:

N1 = velocidad del eje motriz =?

D1 =diámetro de la polea motriz = 250 mm

N2 =velocidad del eje accionado =248.67 rpm

D2 =diámetro de la polea accionada =265 mm

$$N1 = \frac{248.67 \text{ m/min} \times 265 \text{ mm}}{250 \text{ mm}}$$

N1= 263.59 rpm

Tenemos la velocidad en la salida del eje del reductor 263.59rpm

Relación de transmisión (RT)

RT: 1=8.24

Rpm= 263.59m/min X 8.24

Rpm= 2172

La velocidad en el ingreso del reductor es de 2172 rpm

Después de encontrar estas velocidades se tiene que

$$T = \frac{44.26 \times 9550}{2172} = 194.6 \text{ N-m}$$

Tenemos los datos necesarios para encontrar el motor adecuado para mover dichos rodillos.

Torque = 194.6 N-m

Potencia = 44.26 Kw

Velocidad = 2172 rpm

Ahora vamos a la tabla del fabricante EPLI SAC.

### **Formamiento**

Son dos rodillos, que trabajan a una velocidad inferior de 5 a 10 metros por minuto a la velocidad del estiraje. Cuentan con un sistema de enfriamiento con agua a temperatura 20 grados aproximadamente.

El reductor para accionar los rodillos, requiere un torque según placa de 315 N-m, a una velocidad de 263,59 RPM

Reemplazando valores

$$P = \frac{T * N}{9550}$$

$$P = \frac{315 * 263.59}{9550} = 8.7 \text{ Kw}$$

La potencia mecánica necesaria será de 8.7 Kw

### **Cálculo de velocidad rpm**

Tenemos en el rodillo una velocidad de 250m/min

Hallamos las rpm

$$\text{rpm} = (250\text{m/min}) / \pi * (0.32)\text{m}$$

$$\text{Rpm} = 248.67$$

Tenemos la velocidad en el eje

Aplicamos fórmula

$$N1 * D1 = N2 * D2$$

Dónde:

N1 = velocidad del eje motriz =?

D1 =diámetro de la polea motriz = 250 mm

N2 =velocidad del eje accionado =248.67 rpm

D2 =diámetro de la polea accionada =265 mm

$$N1 = \frac{248.67 \text{ m/min} \times 265 \text{ mm}}{250 \text{ mm}}$$

N1= 263.59 rpm

Tenemos la velocidad en la salida del eje del reductor 263.59rpm

Relación de transmisión (RT)

RT: 1=8.90

Rpm = 263.59m/min X 8.90

Rpm = 2345.9

La velocidad en el ingreso del reductor es de 2345.9 rpm

Después de encontrar estas velocidades se tiene que

$$T = \frac{8.7 \times 9550}{2345.9} = 35.4 \text{ N-m}$$

Tenemos los datos necesarios para encontrar el motor adecuado para mover dichos rodillos.

Torque = 35.4 N-m

Potencia = 8.7 Kw

Velocidad = 2345.9 rpm

Ahora vamos a la tabla del fabricante EPLI SAC.

Luego de tener todas las características necesarias por cada motor que se va a instalar en la máquina extrusora, en la tabla adjunta se establecen los parámetros según cálculos.

**Tabla 13**

	TRANSPORTE	LEVANTAMIENTO	TRACCIÓN	ESTIRAJE	FORMAMIENTO
POTENCIA Kw	170	3.08	7.16	44.26	8.7
TORQUE N-m	927.7	11.50	25.36	194.6	35.4
RPM	1750	2557.5	2696	2172	2345.9

Autoría Propia

### Potencia, torque y rpm calculado

#### 3.3.1 Selección de los motores

Las variables a tener en cuenta en la selección de un motor.

- El suministro de energía eléctrica al cual estará conectado.
- El tipo de cierre de la carcasa
- El método de arranque con el que va a estar conectado
- Carga en KW
- Velocidad

También es dable señalar la frecuencia con la que va a trabajar, ya que esto varía con frecuencias de otros países.

**Tabla 14**

numero de polos	50 Hz velocidad r/min		60 Hz velocidad r/min	
	síncrono	plena carga típica	síncrono	plena carga típica
2	3000	2900	3600	3450
4	1500	1440	1800	1740
6	1000	960	1200	1150
8	750	720	900	850
10	600	580	720	700
12	500	480	600	580
16	375	360	450	430

Autoría Propia

**Revolución y número de polos estandarizados**

En la Tabla N° 14, se describe de manera resumida la incorporación de motores eléctricos para el accionamiento de los mecanismos propios de la máquina extrusora, la potencia en cada una de ella se ha determinado de acuerdo a la tabla proporcionada por el fabricante. EPLI SAC catálogo de motores eléctricos.

**Tabla 15**

	TRANSPORTE	LEVANTAMIENTO	TRACCION	ESTIRAMIENTO	FORMAMIENTO
POTENCIA KW	200	5.5	11	75	15
POTENCIA HP	270	7.5	15	100	20
CORRIENTE	620/ 358 /310	18.6 /10.7 /9.3	34.6 /20 /17.3	235.2/135.8/117.6	47.4/27.4/23.7
VOLTAJE	220 /380 /440	220 /380 /440	220 /380 /440	220 /380 /440	220 /380 /440
FRECUENCIA HZ	60	60	60	60	60
RPM	1787	3525	3540	3575	3540
FACTOR POT.	0.89	0.88	0.89	0.9	0.89
EFICIENCIA	94.9	85.7	88.4	93	89.4
TORQUE	1069	14.19	29.68	147	40.47

Autoría Propia

**Datos característicos de los motores a instalar.**

### 3.3.2 Selección de los variadores de frecuencia

Los motores eléctricos en corriente alterna ofrecen buenas prestaciones, buen rendimiento y una excelente fiabilidad pero tiene sus puntos débiles que son

El rendimiento en el arranque.

El control de velocidad.

Un variador de frecuencia soluciona ambos problemas, al instalarte un variador a un motor este es capaz de arrancar suavemente con una intensidad de arranque bajo y así poder regular la velocidad para adaptarse a cualquier trabajo.

Dicha ventaja de los variadores de frecuencia están ampliamente reconocidas, es por ello que existen una gran variedad de arrancadores en el mercado.

Para su correcta selección es de suma importancia tener en cuenta los factores básicos.

Potencia del motor

Tipo de trabajo la cual va a realizar

Tensión de entrada

Tensión de salida

### Variador de frecuencia para transporte (Tornillo)

Según el catalogo del fabricante Schneider Electric en su guía de selección de variadores de frecuencia nos indica que el variador adecuado para aplicaciones típicas de extrusoras es un Altivar 71 o un Altivar 900.

Altivar 71: variador avanzado para aplicaciones industriales severas y de procesos.

Altivar 900: variador compacto y modular para movimientos mecánicos en aplicaciones industriales y de procesos.

En este caso vamos a elegir un Altivar 71.

El variador seleccionado para transporte tornillo es:

**Tabla 16**

REFERENCIA	POTENCIA NOMINAL		MAXIMA CORRIENTE PERMANENTE		ALTO x ANCHO X PROFUNDIDAD
	HP	KW	380 V(IEC)	460 V (NEC)	Mm
ATV71HC20N4	300	200	387	387	1190 X 595 X 377

Autoría Propia

### Variador de frecuencia para motor transporte

El variador se seleccionó del manual del fabricante Schneider Electric la potencia está dada por un factor de seguridad a partir de 110kw.

En la tabla adjunta se describen los parámetros que van a ser introducidos a este tipo de variador y así cumplir con especificaciones.

Tabla 17

<i>código</i>	<i>Nombre/descripción</i>	<i>Ajuste requerido</i>
<i>tCC</i>	<i>Tipo de control (control 2/3 hilos)</i>	<i>3C</i>
<i>CFG</i>	<i>Macro configuración</i>	<i>StS</i>
<i>bfr</i>	<i>Frecuencia estándar del motor(Hz)</i>	<i>60</i>
<i>nPr</i>	<i>Potencia nomina motor(Hp)</i>	<i>270</i>
<i>UnS</i>	<i>Tensión nominal motor</i>	<i>380</i>
<i>nCr</i>	<i>Intensidad nominal motor</i>	<i>358</i>
<i>FrS</i>	<i>Frecuencia nominal motor</i>	<i>60</i>
<i>nSP</i>	<i>Velocidad nominal motor (rpm)</i>	<i>1787</i>
<i>LSP</i>	<i>Frecuencia mínima(Hz)</i>	<i>0</i>
<i>HSP</i>	<i>Frecuencia máxima(Hz)</i>	<i>60</i>
<i>ItH</i>	<i>Corriente térmica motor</i>	<i>350</i>
<i>COS</i>	<i>Coseno <math>\phi</math> nominal del motor</i>	<i>0.89</i>
<i>Allt</i>	<i>Configuración de la entrada analógica</i>	<i>10U</i>
<i>ACC</i>	<i>Rampa aceleración(segundos)</i>	<i>3.0</i>
<i>dEC</i>	<i>Rampa desaceleración(segundos)</i>	<i>3.0</i>
<i>IPL</i>	<i>Perdida por fase de red</i>	<i>yes</i>

**Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 71HC20N4**

**Variador de frecuencia para motor levantamiento**

Para obtener el variador adecuado primero se tiene que saber el tipo de trabajo que realiza el motor en este caso el motor se encarga de transportar la película que sale de una matriz a través de rodillos.

Según guía de selección de variadores para este tipo de trabajo el adecuado es: Altivar 71, Altivar 900, Altivar 32.

En este caso utilizamos un altivar 32 ya que el motor es de baja potencia y estos variadores su costo de adquisición es menor.

Altivar 32: Variador avanzado compacto para máquinas industriales.

**Tabla 18**

REFERENCIA	POTENCIA NOMINAL		MAXIMA CORRIENTE PERMANENTE	ALTO x ANCHO X PROFUNDIDAD
	HP	KW	380 -500 V(IEC)	Mm
ATV32HU55N4	7.5	5.5	14.3	232 X 150 X 232

**Variador de frecuencia para motor levantamiento**

**Tabla 19**

<i>código</i>	<i>Nombre/descripción</i>	<i>Ajuste requerido</i>
<i>tCC</i>	<i>Tipo de control (control 2/3 hilos)</i>	<i>3C</i>
<i>CFG</i>	<i>Macro configuración</i>	<i>StS</i>
<i>bfr</i>	<i>Frecuencia estándar del motor(Hz)</i>	<i>60</i>
<i>nPr</i>	<i>Potencia nomina motor(Hp)</i>	<i>7.5</i>
<i>UnS</i>	<i>Tensión nominal motor</i>	<i>380</i>
<i>nCr</i>	<i>Intensidad nominal motor</i>	<i>10.7</i>
<i>FrS</i>	<i>Frecuencia nominal motor</i>	<i>60</i>
<i>nSP</i>	<i>Velocidad nominal motor (rpm)</i>	<i>3525</i>
<i>LSP</i>	<i>Frecuencia mínima(Hz)</i>	<i>0</i>
<i>HSP</i>	<i>Frecuencia máxima(Hz)</i>	<i>60</i>
<i>ItH</i>	<i>Corriente térmica motor</i>	<i>10</i>
<i>COS</i>	<i>coseno <math>\varphi</math> nominal del motor</i>	<i>0.88</i>
<i>FrI</i>	<i>Asignación entrada analógica</i>	<i>AI1</i>
<i>A0It</i>	<i>Configuración de la entrada analógica</i>	<i>10U</i>
<i>ACC</i>	<i>Rampa aceleración(segundos)</i>	<i>3.0</i>
<i>dEC</i>	<i>Rampa desaceleración(segundos)</i>	<i>3.0</i>
<i>IPL</i>	<i>Perdida por fase de red</i>	<i>yes</i>

**Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 32HU55N4**

### Variador de frecuencia para motor tracción

Para obtener el variador adecuado primero se tiene que saber el tipo de trabajo que realiza el motor en este caso el motor se encarga de transportar la película que ha pasado por los rodillos de levantamiento.

Según guía de selección de variadores para este tipo de trabajo el adecuado es: Altivar 71, Altivar 900, Altivar 32.

En este caso utilizamos un altivar 32 ya que el motor es de potencia moderada, dicho variadores su costo de adquisición es menor.

Altivar 32: Variador avanzado compacto para máquinas industriales.

Tabla 20

REFERENCIA	POTENCIA NOMINAL		MAXIMA CORRIENTE PERMANENTE	ALTO x ANCHO X PROFUNDIDAD
	HP	KW	380 -500 V(IEC)	Mm
ATV32HD11N 4	15	11	27.7	330 X 180 X 232

Variador de frecuencia para motor tracción

**Tabla 21**

<b><i>código</i></b>	<b><i>Nombre/descripción</i></b>	<b><i>Ajuste requerido</i></b>
<b><i>tCC</i></b>	<b><i>Tipo de control (control 2/3 hilos)</i></b>	<b><i>3C</i></b>
<b><i>CFG</i></b>	<b><i>Macro configuración</i></b>	<b><i>StS</i></b>
<b><i>bfr</i></b>	<b><i>Frecuencia estándar del motor(Hz)</i></b>	<b><i>60</i></b>
<b><i>nPr</i></b>	<b><i>Potencia nomina motor(Hp)</i></b>	<b><i>15</i></b>
<b><i>UnS</i></b>	<b><i>Tensión nominal motor</i></b>	<b><i>380</i></b>
<b><i>nCr</i></b>	<b><i>Intensidad nominal motor</i></b>	<b><i>20</i></b>
<b><i>FrS</i></b>	<b><i>Frecuencia nominal motor</i></b>	<b><i>60</i></b>
<b><i>nSP</i></b>	<b><i>Velocidad nominal motor (rpm)</i></b>	<b><i>3540</i></b>
<b><i>LSP</i></b>	<b><i>Frecuencia mínima(Hz)</i></b>	<b><i>0</i></b>
<b><i>HSP</i></b>	<b><i>Frecuencia máxima(Hz)</i></b>	<b><i>60</i></b>
<b><i>ItH</i></b>	<b><i>Corriente térmica motor</i></b>	<b><i>19</i></b>
<b><i>COS</i></b>	<b><i>coseno <math>\phi</math> nominal del motor</i></b>	<b><i>0.89</i></b>
<b><i>FrI</i></b>	<b><i>Asignación entrada analógica</i></b>	<b><i>AI1</i></b>
<b><i>A0It</i></b>	<b><i>Configuración de la entrada analógica</i></b>	<b><i>10U</i></b>
<b><i>ACC</i></b>	<b><i>Rampa aceleración(segundos)</i></b>	<b><i>3.0</i></b>
<b><i>dEC</i></b>	<b><i>Rampa desaceleración(segundos)</i></b>	<b><i>3.0</i></b>
<b><i>IPL</i></b>	<b><i>Perdida por fase de red</i></b>	<b><i>yes</i></b>

**Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 32HU11N4**

## Variador de frecuencia para estiramiento

Según el catalogo del fabricante Schneider Electric en su guía de selección de variadores de frecuencia nos indica que el variador adecuado para aplicaciones típicas de máquinas transportadoras es un Altivar 32, Altivar 71 o un Altivar 900.

Altivar 32: variador avanzado compacto para máquinas industriales.

Altivar 71: variador avanzado para aplicaciones industriales severas y de procesos.

Altivar 900: variador compacto y modular para movimientos mecánicos en aplicaciones industriales y de procesos.

En este caso vamos a elegir un Altivar 71.

El variador seleccionado para estiramiento es:

Tabla 22

REFERENCIA	POTENCIA NOMINAL		MAXIMA CORRIENTE PERMANENTE		ALTO x ANCHO X PROFUNDIDAD
	HP	KW	380 V(IEC)	460 V (NEC)	Mm
ATV71HD75N4	100	75	160	124	630 X 320 X 290

### Variador de frecuencia para motor estiramiento

Tabla 23

<b>Código</b>	<b>Nombre/descripción</b>	<b>Ajuste requerido</b>
<b>tCC</b>	<b>Tipo de control (control 2/3 hilos)</b>	<b>3C</b>
<b>CFG</b>	<b>Macro configuración</b>	<b>StS</b>
<b>bfr</b>	<b>Frecuencia estándar del motor(Hz)</b>	<b>60</b>
<b>nPr</b>	<b>Potencia nomina motor(Hp)</b>	<b>100</b>
<b>UnS</b>	<b>Tensión nominal motor</b>	<b>380</b>
<b>nCr</b>	<b>Intensidad nominal motor</b>	<b>135.8</b>
<b>FrS</b>	<b>Frecuencia nominal motor</b>	<b>60</b>
<b>nSP</b>	<b>Velocidad nominal motor (rpm)</b>	<b>3575</b>
<b>LSP</b>	<b>Frecuencia mínima(Hz)</b>	<b>0</b>
<b>HSP</b>	<b>Frecuencia máxima(Hz)</b>	<b>60</b>
<b>ItH</b>	<b>Corriente térmica motor</b>	<b>133</b>
<b>COS</b>	<b>coseno <math>\phi</math> nominal del motor</b>	<b>0.9</b>
<b>Allt</b>	<b>Configuración de la entrada analógica</b>	<b>10U</b>
<b>ACC</b>	<b>Rampa aceleración(segundos)</b>	<b>3.0</b>
<b>dEC</b>	<b>Rampa desaceleración(segundos)</b>	<b>3.0</b>
<b>IPL</b>	<b>Perdida por fase de red</b>	<b>yes</b>

Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 71HD75N4

## Variador de frecuencia para Formamiento

Según el catalogo del fabricante Schneider Electric en su guía de selección de variadores de frecuencia nos indica que el variador adecuado para aplicaciones típicas de máquinas transportadoras es un Altivar 32, Altivar 71 o un Altivar 900.

Altivar 32: variador avanzado compacto para máquinas industriales.

Altivar 71: variador avanzado para aplicaciones industriales severas y de procesos.

Altivar 900: variador compacto y modular para movimientos mecánicos en aplicaciones industriales y de procesos.

En este caso vamos a elegir un Altivar 32.

El variador seleccionado para formamiento es:

**Tabla 24**

REFERENCIA	POTENCIA NOMINAL		MAXIMA CORRIENTE PERMANENTE	ALTO x ANCHO X PROFUNDIDAD
	HP	KW		
ATV32HD15N4	20	15	33	330 X 180 X 232

### Variador de frecuencia para motor Formamiento

Tabla 25

<b>código</b>	<b>Nombre/descripción</b>	<b>Ajuste requerido</b>
<b>tCC</b>	<b>Tipo de control (control 2/3 hilos)</b>	<b>3C</b>
<b>CFG</b>	<b>Macro configuración</b>	<b>StS</b>
<b>bfr</b>	<b>Frecuencia estándar del motor(Hz)</b>	<b>60</b>
<b>nPr</b>	<b>Potencia nomina motor(Hp)</b>	<b>20</b>
<b>UnS</b>	<b>Tensión nominal motor</b>	<b>380</b>
<b>nCr</b>	<b>Intensidad nominal motor</b>	<b>27.4</b>
<b>FrS</b>	<b>Frecuencia nominal motor</b>	<b>60</b>
<b>nSP</b>	<b>Velocidad nominal motor (rpm)</b>	<b>3540</b>
<b>LSP</b>	<b>Frecuencia mínima(Hz)</b>	<b>0</b>
<b>HSP</b>	<b>Frecuencia máxima(Hz)</b>	<b>60</b>
<b>ItH</b>	<b>Corriente térmica motor</b>	<b>26</b>
<b>COS</b>	<b>coseno <math>\phi</math> nominal del motor</b>	<b>0.89</b>
<b>FrI</b>	<b>Asignación entrada analógica</b>	<b>AI1</b>
<b>A0It</b>	<b>Configuración de la entrada analógica</b>	<b>10U</b>
<b>ACC</b>	<b>Rampa aceleración(segundos)</b>	<b>3.0</b>
<b>dEC</b>	<b>Rampa desaceleración(segundos)</b>	<b>3.0</b>
<b>IPL</b>	<b>Perdida por fase de red</b>	<b>yes</b>

Parámetros de configuración variador de frecuencia ATV 32HD15N4

### 3.3.3 Selección de cable conductor

Para calcular el cable alimentador necesario primero hay que conocer factores que permitan el cálculo sin defectos.

Voltaje: Red de alimentación.

Longitud: en este caso es despreciable porque es menor de 15 metros

Potencia: en HP.

Amperaje: cantidad de amperios del motor

Tipo de cable: en este caso utilizamos un conductor de marca INDECO THW-90(mm<sup>2</sup>).

#### Transporte tornillo sin fin

$$I_n = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi \times n}$$

$$I_n = \frac{746 \times 270}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.89 \times 0.949} = 362.32 \text{ A} \dots \dots \dots (25\%).$$

$$I_n = 452.9 \text{ A}.$$

Según tabla de datos técnicos como el conductor es al aire libre se elige un conductor de 150 mm<sup>2</sup>.

El conductor de protección puesta a tierra se da según tabla del código nacional de electricidad para 452.9 amperios corresponde 25 mm<sup>2</sup>.

#### Levantamiento

$$I_n = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi \times n}$$

$$I_n = \frac{746 \times 7.5}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.89 \times 0.857} = 11.14 \text{ A} \dots \dots \dots (25\%).$$

$$I_n = 13.9 \text{ A}.$$

Según tabla de datos técnicos como el conductor es al aire libre se elige un conductor tipo 2.5 mm<sup>2</sup>.

El conductor de protección puesta a tierra se da según tabla del código nacional de electricidad para 13.9 amperios corresponde 2 mm<sup>2</sup>.

### Tracción

$$I_n = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi \times \eta}$$

$$I_n = \frac{746 \times 15}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.89 \times 0.884} = 21.6 \text{ A} \dots \dots \dots (25\%).$$

$$I_n = 27 \text{ A}.$$

Según tabla de datos técnicos como el conductor es al aire libre se elige un conductor tipo 2.5 mm<sup>2</sup>.

El conductor de protección puesta a tierra se da según tabla del código nacional de electricidad para 27 amperios corresponde 3 mm<sup>2</sup>.

### Estiramiento

$$I_n = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi \times \eta}$$

$$I_n = \frac{746 \times 100}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.9 \times 0.93} = 135.4 \text{ A} \dots \dots \dots (25\%).$$

$$I_n = 169.25 \text{ A}.$$

Según tabla de datos técnicos como el conductor es al aire libre se elige un conductor de 35 mm<sup>2</sup>.

El conductor de protección puesta a tierra se da según tabla del código nacional de electricidad para 169.25 amperios corresponde 8 mm<sup>2</sup>.

### **Formamamiento**

$$I_n = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi_{xn}} \quad I_n = \frac{746 \times 20}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.89 \times 0.894} = 28.49 \text{ A} \dots \dots \dots (25\%).$$

$$I_n = 35.6 \text{ A}.$$

Según tabla de datos técnicos como el conductor es al aire libre se elige un conductor de 2.5 mm<sup>2</sup>.

El conductor de protección puesta a tierra se da según tabla del código nacional de electricidad para 35.6 amperios corresponde 3 mm<sup>2</sup>.

### **3.3.4 Selección del disyuntor termo magnético**

Según CNE su uso es obligatorio y para calcular la termo magnética al cálculo de diseño se le multiplica por 1.25

Se emplean en instalaciones eléctricas para proteger los cables o conductores eléctricos contra las sobre cargas y corto circuitos, se utiliza en distintos lugares ya sea fábricas, domicilios, oficinas.

#### **Características**

Tensión de operación

Capacidad de corriente

Para cumplir con estas especificaciones deberá cumplir con la norma NTP-IEC 60898-1, la cual establece las características mínimas de calidad, seguridad, capacidad y funcionamiento del interruptor.

Actúa cuando se sobre pasa la capacidad eléctrica del conductor como en los casos de sobrecarga o cortocircuito, este corta la corriente eléctrica automáticamente protegiendo el conductor eléctrico, para elegir correctamente se debe verificar el calibre o grosor del conductor así como su capacidad de corriente.

### **Curvas de disparo**

**Curva B:** mando y protección de circuitos óhmicos (muy poco inductivos), iluminación, bases de enchufe, etc... •

**Curva C:** mando y protección de circuitos mixtos, óhmicos e inductivos iluminación, calefacción, etc. •

**Curva D:** protección de circuitos muy inductivos, transformadores BT/BT con elevada corriente de arranque.

En la tabla adjunta se tiene las características del termo magnético Por desconexión instantánea:

<b>Tipo</b>	<b>Gama</b>
B	Mayor de 3 In hasta e incluyendo 5 In.
C	Mayor que 5 In hasta e incluyendo 10 In.
D	Mayor que 10 In hasta e incluyendo 20 In.

Observando tablas características que nos ayudan a elegir una termo magnética para protección de los componentes a instalar

El interruptor termo magnético se selecciona en base a la corriente de diseño que es igual a 3 veces la corriente nominal.

**Tabla 26**

Autoría Propia

	CORRIENTE DE DISEÑO	CALIBRE DE CABLE	CORRIENTE DE CABLE	TERMOMAGNETICA
TRANSPORTE	452.9	150 MM2	501	630 regulable
LEVANTAMIENTO	13.9	2.5MM2	37	40
TRACCIÓN	27	2.5MM2	37	40
ESTIRAMIENTO	169.25	35MM2	197	200
FORMAMIENTO	35.6	2.5MM2	37	40

### Selección del termo magnético

#### 3.3.5 Selección del PLC

Para seleccionar un PLC es necesario tener en cuenta cuidadosamente una serie de parámetros.

En el mercado actual existen una infinidad de marcas y dentro de cada marca existe un rango muy amplio de modelos y de potencias, fundamental tener en claro el tipo de proyecto que se va a automatizar, de allí parte 10 puntos clave.

#### Número de entradas y salidas E/S.

Al momento de dar inicio un proyecto es muy importante saber cuantas entradas y salidas (E/S) se va a necesitar.

**FIGURA 18**



## Controladores PLC

### Capacidad de programa y memoria.

Este programa está en función de las entradas y salidas, a mayor E/S, será mayor la capacidad del programa, es quizá uno de los aspectos más complicados en el momento de la elección.

### Comunicaciones.

Las comunicaciones son importantes ya que con esto se puede entrar a la supervisión desde los sistemas SCADA.

### Escalabilidad.

Es importante ajustar el rango y potencia del PLC a las necesidades del proyecto que estemos trabajando ya que no tenemos por qué penalizar el coste del PLC.

### Motion control.

Actualmente la automatización de maquinaria va incorporando más sistema de Servo Motores, actualmente existen dos tipos de controles.

- **Control por pulsos** - La gran mayoría de PLCs incorporan E/S de pulsos para el control de servomotores y entradas de conteo rápido como encoders.

- **Controladores Motion** - Son PLCs o controladores que realizan el control de los servos mediante un controlador o tarjeta especial mediante un bus de control, actualmente la tendencia es Ethernet.

**FIGURA 19**



### **Controladores motion**

#### **Seguridad.**

Empiezan a aparecer soluciones de seguridad controladas directamente por la lógica del PLC, aunque soluciones de gama alta es posible encontrarlas y cada vez estarán más presentes.

#### **Software.**

El software es importante, un software evolucionado y probado quita muchos quebraderos de cabeza. Actualmente vivimos una pequeña revolución de cambio de modelos de PLC.

#### **Precio.**

El precio, aunque no lo es todo sí que es un tema determinante. Al final los proyectos han de salir por lo que se ha presupuestado y la inversión del PLC es un coste que puede llegar a ser importante dentro del proyecto.

### Servicio técnico.

Es muy importante tener un servicio técnico donde apoyarse y asesorarse, por muy económico que pueda ser un PLC.

**Tabla 27**

PARAMETROS A TOMAR PARA ELEGIR NUESTRO PLC	
<i>TENSION DE ALIMENTACION</i>	<i>240V AC - 60 Hz</i>
<i>TEMPERATURA</i>	<i>30 °C</i>
<i>TIPO DE PLC</i>	<i>COMPACTO</i>
<i>NUMERO DE NETRADAS DISCRETAS</i>	<i>14</i>
<i>NUMERO DE SALIDAS</i>	<i>8</i>
<i>TIPO DE SALIDA</i>	<i>RELAY</i>
<i>TIPO DE VOLTAJE DE ENTRADAS DISCRETAS</i>	<i>24V DC</i>
<i>TIPO DE VOLTAJE SALIDAS DISCRETAS</i>	<i>24V DC</i>
<i>CAPACIDAD DE CORRIENTE SALIDAS DISCRETAS</i>	<i>1A</i>
<i>MEMORIA RAM</i>	<i>256 bits</i>
<i>LENGUAJE DE PROGRAMACION</i>	<i>LADDER</i>
<i>LITERATURA EN NUESTRO IDEOMA</i>	
<i>Respaldo de la compañía fabricante del PLC en nuestra localidad</i>	

### Parámetros para elegir el PLC

**Tabla 28**

<b>PARAMETROS A TOMAR PARA ELEGIR NUESTRO FUENTE DE ALIMENTACION</b>	
<b>TENSION DE ENTRADA</b>	<b>240V AC</b>
<b>FRECUENCIA DE ENTRADA</b>	<b>60Hz</b>
<b>TENSION DE SALIDA</b>	<b>24V DC</b>
<b>POTENCIA NOMINAL</b>	<b>40W</b>
<b>CORRIENTE NOMINAL</b>	<b>3A</b>
<b>TIPO</b>	<b>CONMUTADA</b>
<b>TEMPERATURA</b>	<b>30°C</b>
<b>TIPO DE MONTAJE</b>	<b>RIEL DIN</b>

**Parámetros para elegir fuente de alimentación**

## SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA SISTEMA DE AUTOMATIZACION

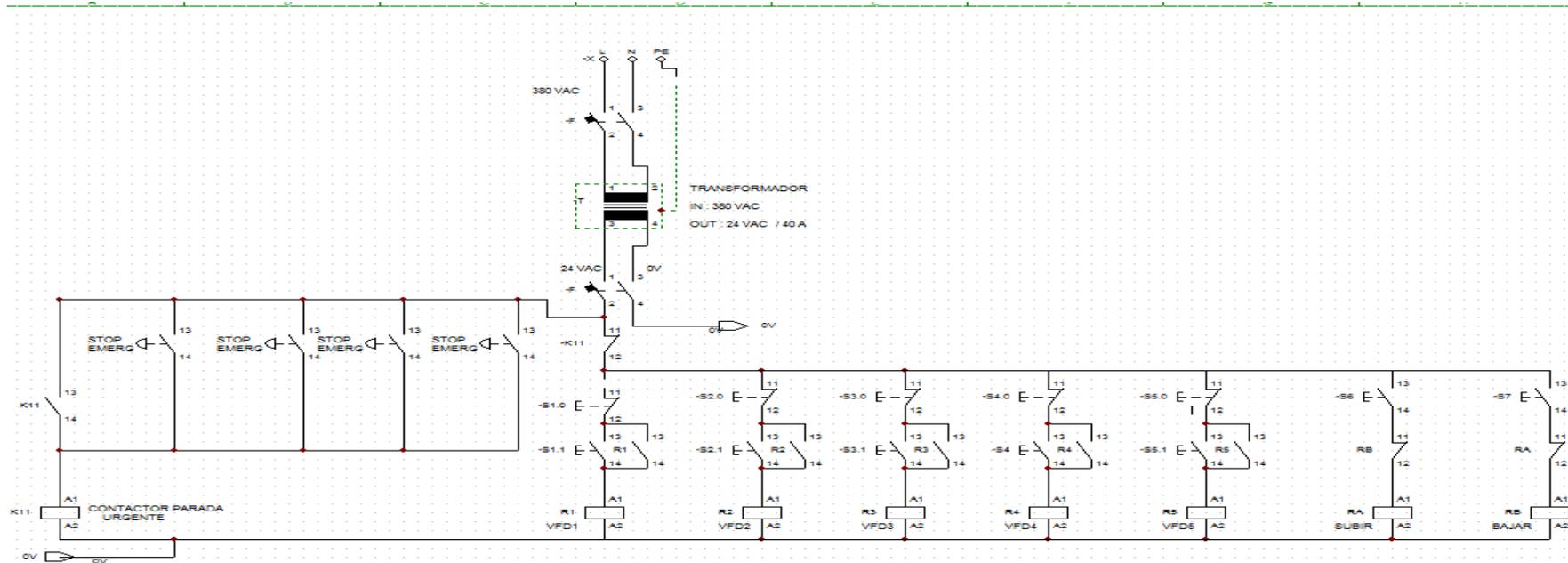
Tensión entrada conexión monofásica (N-L1)	Tensión de salida	Potencia nominal	Corriente nominal	Rearme	tipo	Dimensiones	Eficiencia	Temperatura mínima	Temperatura máxima	peso	Montaje
<b>100....240v -15%,+10% 50/60 Hz</b>	24 VDC	72 W	3A	Automático	Modo conmutado	120x27x120 mm  120 longitud 27ancho	85%	0 °C	70°C	0.52 Kg	Carril din

**FUENTE DE ALIMENTACIÓN: Schneider ABL 8REM24030**

### 3.3.6 Planos de instalación

En el sistema eléctrico antiguo el cual se detalla en los circuitos adjuntos su sistema de mando es contactos por relés, tiene un transformador de voltaje de 380vac a 24vac.

FIGURA 20

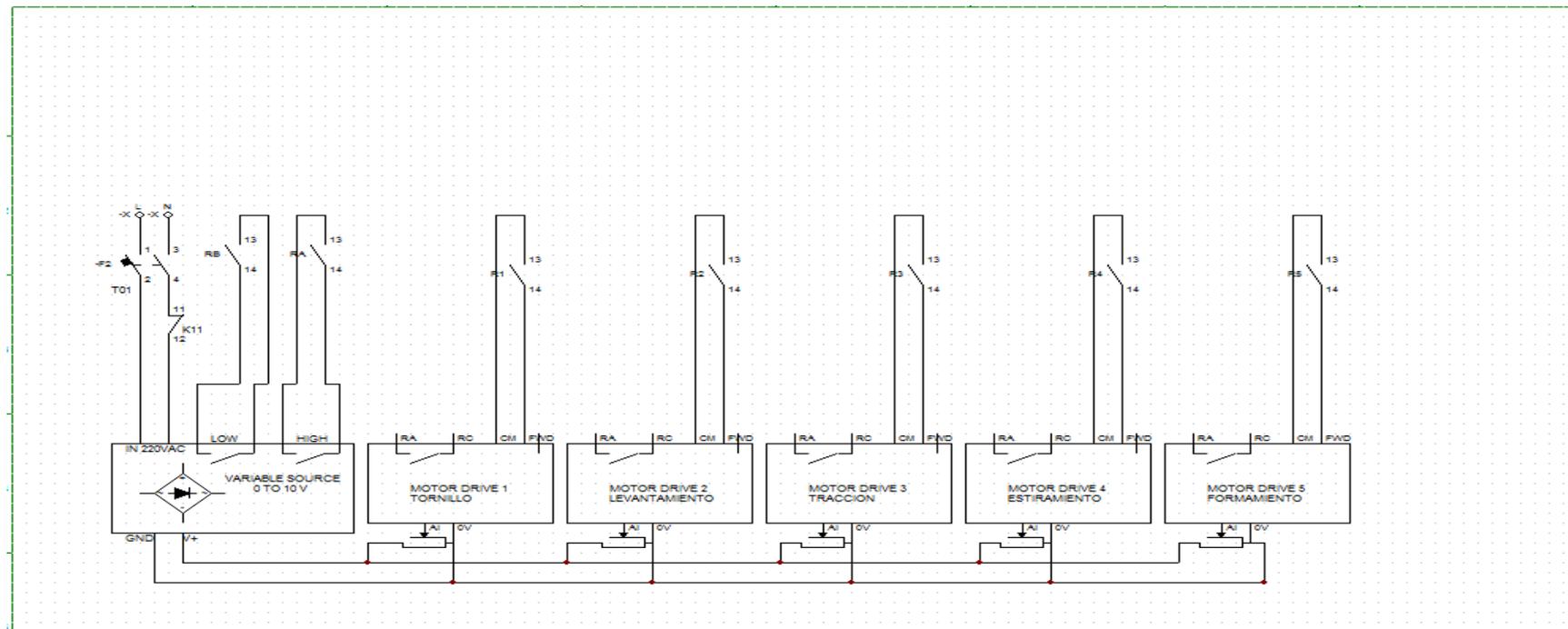


Circuito antiguo de mando

Además se adjunta el circuito de variadores de voltaje para dicho sistema de corriente continua

**FIGURA 21**

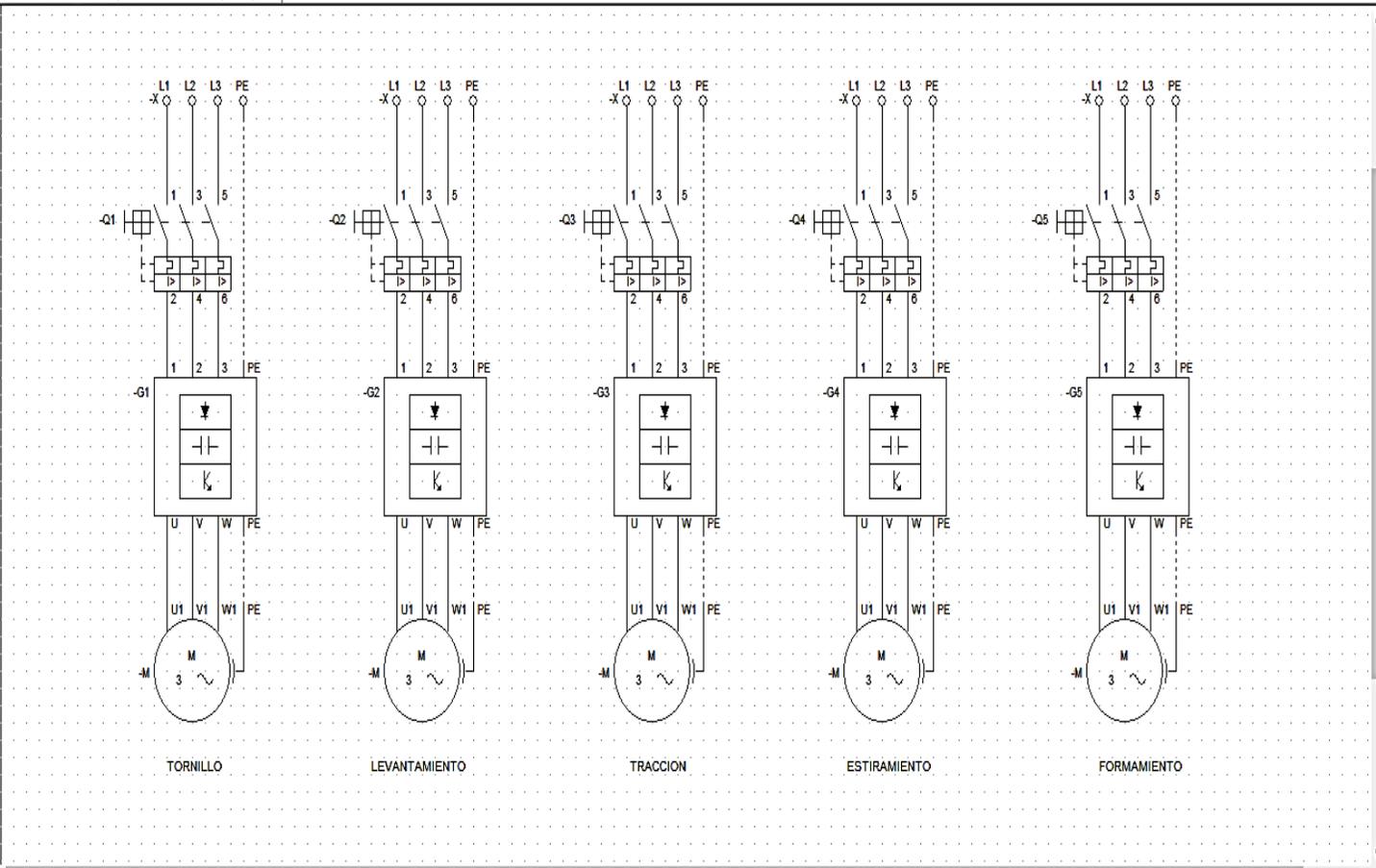
Autoría propia



**Circuito de mando variadores de voltaje antiguo**

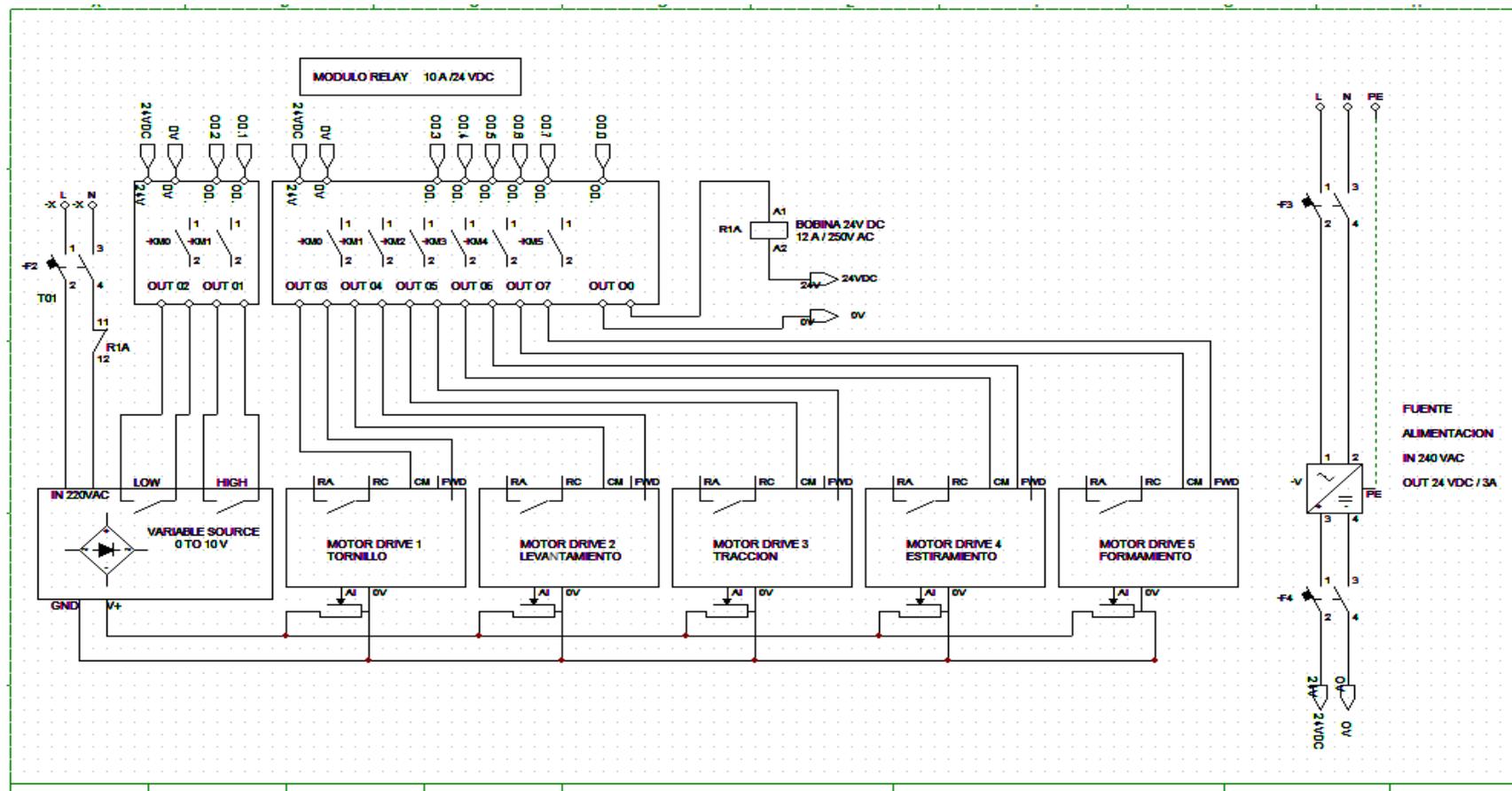
FIGURA 22

Autoría propia



Circuito De Fuerza Variadores De Frecuencia

FIGURA 23



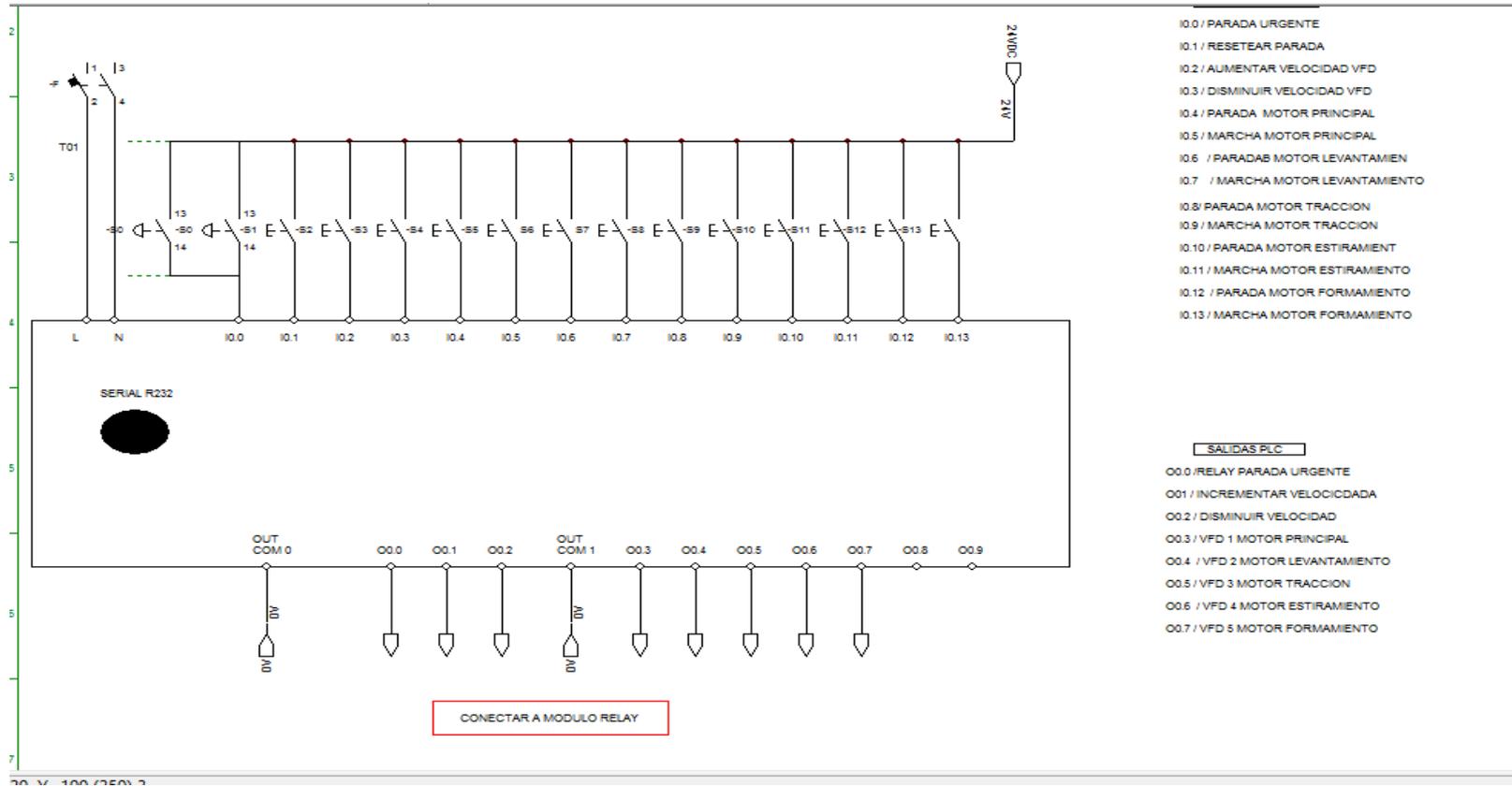
autoría propia

Circuito de mando variadores de frecuencia.

Sistema de mando que corresponde a los variadores de frecuencia comandado por dos tarjetas electrónicas de la primera tarjeta sale a una fuente variable la cual hace que todos los variadores suban o bajen su velocidad uniformemente y muy aparte tienen su potenciómetro independiente con la finalidad de estabilizar la máquina en una velocidad adecuada

FIGURA 24

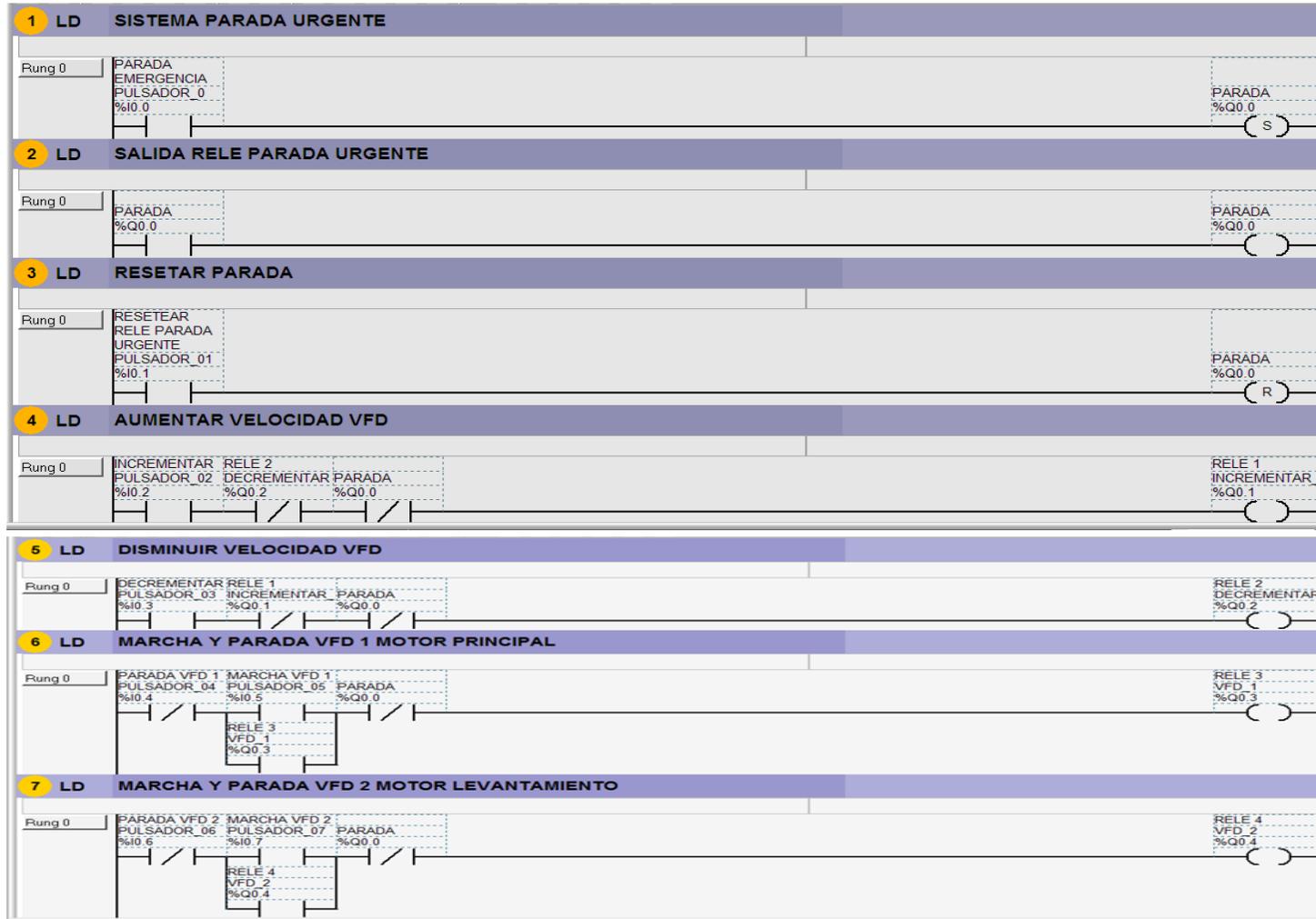
Autoría propia

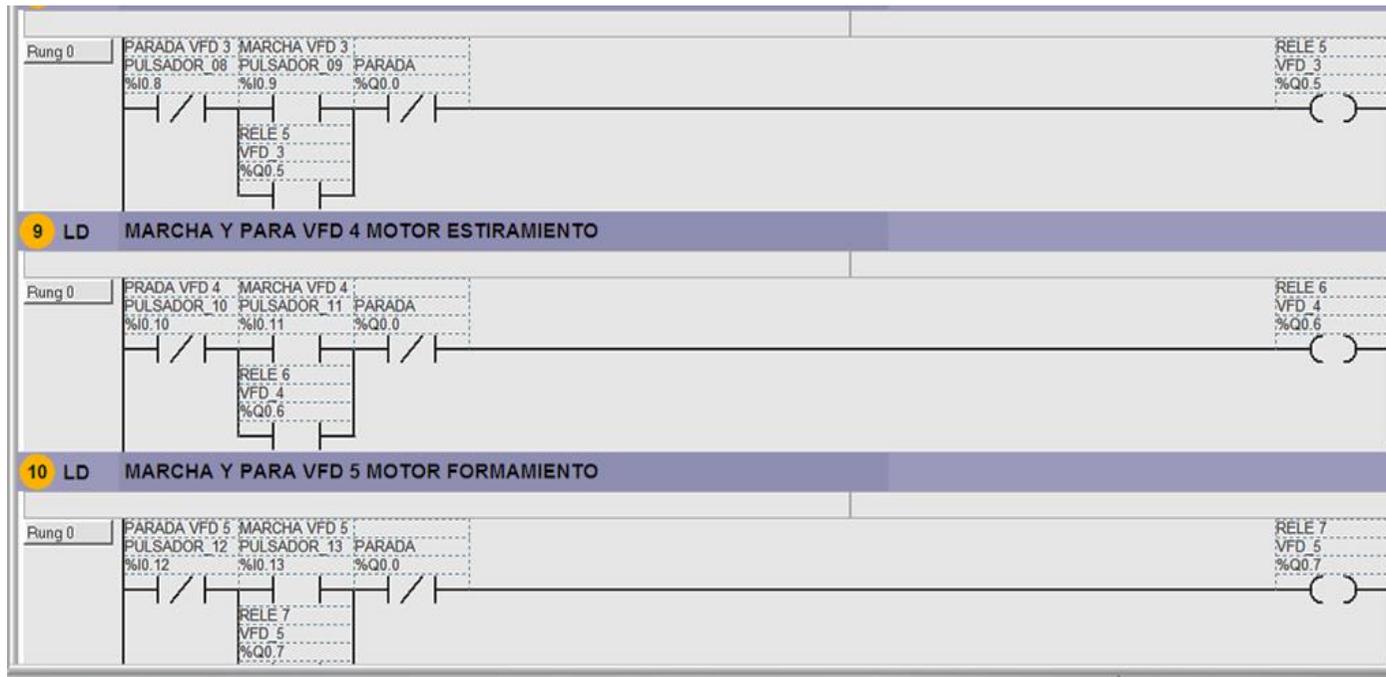


Esquema de instalación PLC.

FIGURA 25

Autoría Propia





### Lenguaje de programación PLC

### 3.4 Evaluación Económica y Financiera del Proyecto.

#### 3.4.1 Inversión del Rediseño Eléctrico.

Tabla 29

Rediseño de Máquina Extrusora Empresa C&D SAC						
Autoría Propia	Nº	Ítems	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
	1	Elaboración del Proyecto	Unidad	1	2000	2000
	2	Obras Civiles	Unidad	1	12500	12500
	3	Desmontaje de equipamiento eléctrico antiguo	Unidad	1	2500	2500
	4	Equipamiento circuito de fuerza	Equipo	3	33977,3	101932
	5	Equipamiento circuito de control	Equipo	3	8166,7	24500
	6	Programación de dispositivos eléctrico	Unidad	2	1200	2400
	7	Gastos Generales (5%)				11663,2
	TOTAL					155495,2

**Inversión total del proyecto**

**Tabla 30**

**Rediseño de Máquina Extrusora Empresa C&D SAC**

Autoría Propia

Nº	Items	Unidad	Cantidad	Precio(S/.)	Precio (S/.)
1	Motor Trifásico 7.5 HP 1800 RPM 220/380/440 V	Unidad	1	1711	1711
2	Motor Trifásico 270 HP 1800 RPM 220/380/440 V	Unidad	1	35110	35110
3	Motor Trifásico 100 HP 1800 RPM 220/380/440 V	Unidad	1	5854	5854
4	Variador de velocidad 7.5 HP, 380-480 V IP55	Unidad	1	4089	4089
5	Variador de velocidad 100 HP, 380-480 V IP55	Unidad	1	9949	9949
6	Variador de velocidad 270 HP, 380-480 V IP55	Unidad	1	45219	45219
7	PLC twido	Unidad	1	4500	4500
8	Gabinete metálico auto soportado, fabricado con Plancha de 2 mm , tratamiento anticorrosivo por decapacado químico, acabado con pintura electrostática secado al horno, color beige ral-7032. Con cerradura tipo ¼ vuelta. Grado de protección ip-55. Incluye dispositivos eléctricos y/o electrónicos.	Unidad	1		5600
	<b>Total</b>				<b>112032</b>

**Detalle de costos de equipamiento**

### 3.4.2 Tiempo de evaluación de la propuesta

La presente propuesta es evaluada en el tiempo de 36 meses, en la cual se proyectará las variables económicas, en función al incremento de la producción.

### 3.4.3 Costos por Mantenimiento

El costo por mantenimiento, es por la inspección diaria, y que es realizada por los mismos operarios del área. Dichas labores consisten en la revisión de los tableros eléctricos, mantenimiento de los motores eléctricos, y tableros eléctricos. Estas labores se consideran parte del trabajo del operario, por lo tanto, para la evaluación de la presente propuesta los costos por mantenimiento no son considerados.

### 3.4.4 Ahorro de energía eléctrica

Con la propuesta se ahorra energía eléctrica, a pesar del incremento de la producción, el costo de la energía eléctrica, disminuye en un 10% en el primer año, 8% en el segundo año y 5% en el tercer año, el cuál es un ahorro significativo. Este ahorro significa un ingreso adicional, para el financiamiento del rediseño del sistema.

**Tabla 31**

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ahorro (S/.)	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2	4891,2
Mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ahorro (S/.)	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6
Mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ahorro (S/.)	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4

**Estimado de Ahorro de energía eléctrica en 3 años del Proyecto**

### 3.4.5 Incremento de la Producción

**Tabla 32**

Autoría Propia

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ahorro (S/.)	6100,0	6161,0	6222,6	6284,8	6347,7	6411,2	6475,3	6540,0	6605,4	6671,5	6738,2	6805,6
Mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ahorro (S/.)	6873,6	6942,4	7011,8	7081,9	7152,7	7224,3	7296,5	7369,5	7443,2	7517,6	7592,8	7668,7
Mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ahorro (S/.)	7745,4	7822,8	7901,1	7980,1	8059,9	8140,5	8221,9	8304,1	8387,1	8471,0	8555,7	8641,3

### Estimado incremento de la producción en 3 años del proyecto

#### 3.4.6 Flujo de Caja de la Implementación de la Propuesta

Los ingresos de la implementación de la propuesta tienen tres fuentes:

- a) Políticas de inversión de la empresa para mejorar su equipamiento, y será el 50% del costo de la propuesta, es decir el aporte es de 77747,6 Nuevos Soles.
- b) Préstamo bancario de 77747,6 Nuevos Soles, que representa el 50% de la inversión, y que será amortizado por el ahorro de energía al implementar la propuesta y por el incremento neto de la producción.

La amortización del préstamo bancario de 77747,6 Nuevos Soles, será cancelada en 36 meses, con una tasa de interés mensual de 3,5%.

El valor de la amortización, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{INV [i * (1 + i)^n]}{(1 + i)^n - 1}$$

Dónde:

R: Amortización del capital.

INV: Inversión Inicial.

i: Tasa de Interés.

n: Número de meses

Reemplazando valores:

9388,74/2,45

$$R = \frac{77747,6 [0,035 * (1+0,035)^{36}]}{(1+0,035)^{36} - 1} = 3832,12 \text{ Nuevos Soles.}$$

Este valor de 3832,12 Nuevos Soles, representa un egreso para el proyecto; en la tabla 25 se muestra el flujo de caja

**Tabla 33**

	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ingresos	Ahorro de Energía	4891	4891	4891	4891	4891	4891	4891	4891	4891	4891	4891	4891	2609	2609	2609	2609	2609	2609
	Incremento de la Producción	6100	6161	6223	6285	6348	6411	6475	6540	6605	6671	6738	6806	6874	6942	7012	7082	7153	7224
Egresos	Amortización del Préstamo	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832	3832
Ingresos - Egresos		7159	7220	7282	7344	7407	7470	7534	7599	7665	7731	7797	7865	5650	5719	5788	5858	5929	6001

Autoría Propia

	Mes	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Ingresos	Ahorro de Energía	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	2608,6	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4	1630,4
	Incremento de la Producción	7296,5	7369,5	7443,2	7517,6	7592,8	7668,7	7745,4	7822,8	7901,1	7980,1	8059,9	8140,5	8221,9	8304,1	8387,1	8471	8555,7	8641,3
Egresos	Amortización del Préstamo	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1	3832,1
Ingresos - Egresos		6073	6146	6219,7	6294,1	6369,3	6445,2	5543,7	5621,1	5699,3	5778,4	5858,2	5938,8	6020,2	6102,4	6185,4	6269,3	6354	6439,6

**Estado de Ingresos y Egresos**

### 3.4.7 Cálculo de las variables económicas

#### Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos mensuales, llevándolas al año cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 3,5% mensual.

Ingresos actualizados al tiempo 0:

$$Ia = \frac{Ra * [(1 + i) ] ^n - 1}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

Ia: Ingresos actualizados año 0.

Ra: Ingresos – Egresos mensuales.

Tasa de Interés: 3,5%

n: Número de Meses 36

Reemplazando valores obtenemos:

Ia: 135909,2 Nuevos Soles.

El valor de la inversión es de 77747,6 Nuevos soles.

Por lo tanto el valor actual neto es la diferencia entre los ingresos actualizados del proyecto (Ia) y el valor de la inversión:

135909,2-77747,6 = 58161,6 Nuevos Soles.

#### Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interno de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ra * [(1 + TIR) ] ^n - 1}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial 77747,6 Nuevos Soles.

Ra: Ingresos mensuales

TIR: Tasa Interna de Retorno.

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 8% mensual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila entre el 3 y 4% mensual.

### **Relación Beneficio Costo**

La inversión inicial del 50% del valor de la propuesta, que es el aporte para el presente proyecto es de 77747,6 Nuevos soles.

La relación beneficio / costo es de 135909,2 / 77747,6, es de 1,74

#### **IV. DISCUSIÓN**

La propuesta del rediseño del sistema eléctrico de la máquina extrusora, es una necesidad debido a que se incrementa considerablemente la productividad de la empresa, debido a lo siguiente:

**4.1** Con el sistema eléctrico actual, el cual consta de motores eléctricos de corriente continua, no se tiene un control de los procesos, debido a que éstos tienen muchas interrupciones, los cuales representan que los flujos másicos de polipropileno, no guardan relación a los niveles de producción de sacos, lo que conlleva a los denominados “cuellos de botella” dentro del proceso de fabricación de sacos de polipropileno.

**4.2** Con el sistema eléctrico propuesto, las velocidades de los motores eléctricos son dados por los variadores de frecuencia, quienes determinan la velocidad del motor en función a la velocidad del mecanismo que acciona, por lo cual se eliminan los “cuellos de botella”, y la producción de sacos de polipropileno es continúa.

**4.3** La productividad de la empresa, se incrementa debido a una producción constante de sacos de polipropileno, y se estima que se incrementa en un 10% en el primer años, debido a que la implementación propuesta de los motores eléctricos con sus respectivos mandos, se hará de manera gradual, hasta el tercer año, en el cuál el sistema eléctrico se renovará completamente, y se tendrá una productividad, cercano al 30% de lo actual.

**4.4** La propuesta de la renovación del sistema eléctrico que trae como consecuencia el incremento de la productividad, conlleva a que los precios de cada millar de sacos de polipropileno, sea más atractivos y competitivos con respecto a la competencia; así como también se incrementa la producción debido a la que el sistema eléctrico propuesto es más estable en el tiempo.

En relación a los trabajos previos según Silva en su tesis titulada “Mantenimiento preventivo de una máquina extrusora de plásticos” en sus objetivos menciona que se debe detectar fallas por medio de chequeos rutinarios realizados por mismo operarios de turno, la cual en esta tesis

también se menciona que por costos de mantenimiento es diaria a la máquina ya que es realizado por el mismo personal que opera la máquina, pues estas personas hoy en día deben de ser calificadas y capaces de desarrollar cualquier trabajo encomendado y muy aparte que son personas que día a día se familiarizan con la máquina que operan.

Cifuentes en su tesis “Diseño de una máquina extrusora para la empresa plastic del occidente” en esta tesis se busca fomentar el factor costo beneficio una máquina que con bajo costo de inversión genere un alto costo de producción, la cual en esta tesis propuesta la relación costo beneficio es 1.74, es por ello que se hace una inversión moderada en relación al costo de exportación de una máquina nueva.

Cuadros en su tesis “Reconstrucción y reconversión de una máquina de extrusión soplado para el laboratorio de procesamiento de plásticos” en sus conclusiones menciona que la sustitución del PLC a una máquina extrusora nos trae como consecuencia más beneficios que perjuicios, dando como resultado mejor operación de la extrusora, en esta tesis propuesta también se está de acuerdo porque los beneficios serian observados y la máquina tendrá como resultado que su operación sea con tiempos o ciclos más precisos y de fácil operación, controlada en toda su longitud por un solo pulsador para poder elevar o bajar la velocidad que en este tipo de máquina es un factor muy importante.

Aparicio en su tesis denominada “Diseño y manufactura de un carro de arrastre para una máquina de extrusión” menciona que ocurrieron problemas el pasar del diseño plasmado en el programa hacia el proceso de manufactura ya que muchas de las veces los materiales seleccionados no están disponibles para dicho proceso. En la tesis propuesta estamos de acuerdo ya que ese es un factor que hace que los trabajos se retrasen o en el proceso de manufactura mucha de las veces no encontramos las maquinarias adecuadas para realizar el trabajo al cual se quiere llegar.

Jiménez en su tesis “Mejoramiento de la productividad en la empresa Agricominsa S.A” menciona que dicha empresa es de considerable

tamaño y con un importante mercado, el problema fundamental es el alto índice de devolución de producto generada por la mala mezcla de materia prima y además por falta de un plan mantenimiento y que necesita urgente un plan estratégico que permita recuperar valores perdidos. En la tesis propuesta el factor incremento de productividad guarda relación con la máquina extrusora ya que con una sola máquina extrusora no abastece a las áreas que dependen de dichas máquinas, pero además también cabe resaltar que es muy importante tener a mano todo lo necesario para hacer que la productividad cada vez se vea reflejada en producción, calidad y por consiguiente bajo costo de mano de obra, consumo de energía.

Puccio en su tesis “incremento de la productividad en el área de telares de una empresa del sector plástico” menciona. Que todas aquellas mejoras traen beneficios económicos, llevaría a generar ahorros significativos y esto irá aumentando a través del tiempo si se pone en práctica la mejora continua, en la tesis propuesta la productividad es el factor principal por lo cual la misión de este proyecto es que la máquina trabaje en condiciones de ingeniería así responder a los trabajos programados.

## **V. CONCLUSIONES**

**5.1** Se realizó el diagnóstico de la situación actual del sistema eléctrico de la máquina extrusora, y se demostró que existe una deficiencia en cuanto a la funcionalidad de la máquina, debido a que los flujos de masa dentro de la máquina, hace que no sean continuos, y ocurren paradas en la producción de polipropileno, por lo cual, la productividad tiene valores muy por debajo de los estándares para éste tipo de plantas industriales, ya que según fuentes de registros de producción de la empresa CyD se conoció que en el año 2014 se hace una comparación con otra extrusora de planta la cual el desperdicio generado por la extrusora en observación es considerable, lo cual la extrusora china en el mes de febrero generó un desperdicio de 709.07 kilogramos y la extrusora en observación generó un desperdicio de 1451.20 kilogramos generando pérdidas económicas esto conllevó a tomar decisiones.

**5.2** Se hizo la propuesta de modificación de todos los motores eléctricos de corriente continua a motores de corriente alterna, con dispositivos de mando, comandando con un Controlador Lógico Programable; el cual garantiza la funcionalidad y haciendo continuo el proceso; además el sistema eléctrico propuesto es susceptible a encontrar las fallas del sistema.

**5.3** Los valores de eficiencia de los motores eléctricos propuestos, para los torques de los mecanismos de la máquina extrusora, están alrededor del 90%, lo que indica que la propuesta si conlleva a una ahorro gradual de energía y a un aumento considerable de la producción en la empresa, debido a la implementación del sistema eléctrico.

**5.4** La propuesta de rediseño eléctrico, en su aspecto económico, muestra una Tasa Interna de Retorno de 8% Mensual, un Valor Actual Neto de 58161,6 Nuevos Soles, y una Relación Beneficio – Costo de 1,74, valores que hacen viables la propuesta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

**6.1** El rediseño eléctrico a la maquina extrusora mejora la productividad de la empresa, sin embargo es necesario que se realice una auditoría a los mecanismos, tanto mecánicos, hidráulicos y neumáticos que son complementarios a la maquina extrusora, y de esa manera tener una planta de alta productividad.

**6.2** El agua que se utiliza en el sistema, debería mejorar su tratamiento químico, así como también el consumo de agua, debido a que actualmente también se registra un alto consumo por el servicio de agua.

**6.3** Se recomienda realizar el análisis de vibraciones de la máquina extrusora, debido a que las estructuras de fijación datan de más de 15 años de antigüedad, y las vibraciones ocasionan disminuir la precisión y exactitud en la elaboración de los hilos de polipropileno, así como también el ruido es un poco mayor al reglamentado (85 decibeles).

**6.4** Elaborar un estudio de una gestión de mantenimiento en la empresa, en donde incluyan automatismo en cuanto al suministro de materiales, el almacenamiento, el volumen de producción, tipo de producto, operatividad de la maquinaria, alta disponibilidad, en un contexto de confiabilidad de la producción.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**APARICIO**, Diseño Y Manufactura de un Carro de Arrastre Para una Máquina de Extrusión. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2012.

**ARIAS Mena, Teófilo**. Automatización del sistema de control del proceso de extrusión de mangas de polietileno en una planta de 450 Tn/Mes de producción. Lima : s.n., 2011.

**BELTRÁN, M. & Marcilla, A.** *Tecnología de los polímeros: Procesado y propiedades*, 2012.

**BUSSINES Solution, 2012, Argentina.**

**CANDIA**, Tablero de Plc, para Capacitación en el Trabajo. Instituto Tecnológico de Celaya. Mexico, 2016

**CAPELLA**, Máquina de Extrusión. España, 2007, 45pp.

**CIFUENTES, Roosevelth**. *Diseño de una máquina extrusora para la empresa Plastik Occidente*. Santiago de Cali : Universidad del Valle, 2011.

**Comité Internacional de la cruz roja**. *La tecnología del polipropileno*. Ginebra, Suiza : Avenue de la Paix, 2009.

**DÍAZ del Castillo Rodríguez, Felipe**. *Lecturas de Ingeniería 21 Conformado de materiales plásticos*. Cuautitlán Izcalli : s.n., 2012.

**HUARACA Ibarra, Alex**. *Mining Solutions*. Santiago : s.n., 2007

**ECURED**. <http://www.ecured.cu>. [En línea] Diciembre de 2010. [Citado el: 3 de Julio de 2016.], 2010

**GRANADOS, Guillermo**. Tres pasos para medir la productividad: ciudad de México, 2014

**JIMÉNEZ Ramos, Antonio** . [Et al]. *Ingeniería Energética*. México : ISSN, 2015.

**RUIZ**. Metodología de Cálculo de Indicadores de Productividad Laboral en la Industria Manufacturera, s.f, Argentina.

**MICRO AUTOMATIZACIÓN**. <http://www.microautomacion.com/>. [En línea] [micro@micro.com.ar](mailto:micro@micro.com.ar), 2016. [Citado el: 04 de Julio de 2016.]

**SILVA Hernández, Isaac**. Mantenimiento preventivo de una máquina extrusora de plásticos. Santiago de Querétaro : s.n., 2014.

**SUAREZ Romero, José D**. *Proyecto de máquina extrusora para creación de hilos de Poli Etilén Tereftalato*. México, 2015

**PUCCIO Wendorff, Miguel Ángel Nicola Armando.** Incremento de la productividad en el área de telares de una empresa del sector plástico, 2007

**PROKOPENKO, jhosep** la gestión de la productividad- manual práctico, 1989

**VARGAS Isaza, Carlos A. [Et al].** *Consumos de energía en la industria del plástico.* Medellín – Colombia ,2015.

## VIII. ANEXOS



"REDISEÑO ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA DE POLIPROPILENO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA C&D SAC, CHICLAYO 2016".

**AUTOR:** CALVAY CHAQUILA JHONEL

### ENTREVISTA

Esta entrevista está dirigida al Jefe de planta de la Empresa C&D SAC, en Chiclayo.

Nombre del Entrevistado: Luis Alberto Nariéz Ramos.

Nombre del Entrevistador: Jhonel Calvay Chaquilla.

Fecha: 03 de Noviembre del 2016

1. El rediseño de la máquina extrusora, garantiza una buena producción, ¿por qué?  
Si, porque aumenta la producción en el abastecimiento de cinta rafia, para las máquinas circulares (TEJARES)
2. ¿Cómo es el control eléctrico de la máquina en el proceso de extrusión?  
El control es el ordenado para el operario porque debe comandarse desde un solo punto.
3. ¿Cuál es la eficiencia de los motores eléctricos?  
Los motores de Corriente Continua la eficiencia en el proceso productivo es demasiado bajo por falta de mantenimiento
4. ¿Qué cambios en el diseño original, se han realizado a la máquina extrusora?  
Ningun cambio
5. ¿Qué fallas tiene el sistema mecánico y eléctrico de la máquina extrusora? ¿Con qué frecuencia ocurren?  
En el sistema eléctrico los motores tienen paradas no programadas perjudicando la producción.
6. ¿Cómo afecta la baja eficiencia de la máquina en el funcionamiento de la planta?  
Baja productividad del proceso productivo  
Pérdidas económicas.
7. ¿Qué dispositivos de la máquina presenta falla de diseño, explique?  
Los motores eléctricos y los dispositivos de mando



“REDISEÑO ELÉCTRICO DE UNA MÁQUINA EXTRUSORA DE POLIPROPILENO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA C&D SAC, CHICLAYO 2016”.

AUTOR: CALVAY CHAQUILA JHONEL

GUIA DE OBSERVACIÓN

Empresa: *CyD SAC*

Área: *Extrusion*

Persona que realiza la medición: *Jhonel Calvay Chaquila*

Fecha: *03 de Noviembre del 2016.*

ÍTEMS	Nº	MECANISMO	FUNCIÓN	PARÁMETRO	VALOR
SISTEMA MECÁNICO	1	<i>Tornillo</i>	<i>arrastre</i>	-	<i>operativo</i>
	2	<i>Rodillos:</i>			
	3	<i>levantamiento</i>	<i>transporte</i>	-	<i>operativo</i>
	4	<i>tracción</i>	<i>transporte</i>	-	<i>operativo</i>
	5	<i>Estiraje</i>	<i>transporte</i>	-	<i>operativo</i>
	6	<i>Formamiento</i>	<i>transporte</i>	-	<i>Operativo</i>
	7				
SISTEMA EÉCTRICO	1	<i>motores :</i>		-	
	2	<i>Tornillo</i>		-	<i>sin Valor</i>
	3	<i>levantamiento</i>		-	<i>sin Valor</i>
	4	<i>Tracción</i>		-	<i>sin Valor</i>
	5	<i>Estiraje</i>		-	<i>sin Valor</i>
	6	<i>formamiento</i>		-	<i>sin Valor</i>
	7			-	<i>sin Valor.</i>



Calle Matier 293 Oficina 203  
San Borja - Lima - Lima  
Teléfono / Fax: 475 0161



**R.U.C. 20522100626**

**FACTURA**

001 0002852

**001- N° 002852**

RC. 176/07/016

ESTMENTS S.A.C

ia, 30 de Julio del 2,0 16

ior(es): C & D SAC NEGOCIOS GENERALES

R.U.C.: 20480039077

cción: CAL SIMON BOLIVAR NRO. 440 ASOC MERCADO MAYORISTAS JOSE LEONARDO Rem. N°:

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
60,000	14200010 PHER 3462 MI 4,1 BARTOLENE	1.3500	81,000.00

OC :  
Incorporado al Régimen de Buenos Contribuyentes (Resolución N°0230050148444) a partir del 01/02/2016.

Son NOVENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA CON 00/100 DOLARES AMERICANOS

<b>SUB TOTAL</b>	81,000.00
<b>I.G.V. 18 %</b>	14,580.00
<b>TOTAL</b>	\$ 95,580.00

FORACIÓN GRAFICAMASTER ELRL  
C. 2054813681  
I 001 Del 2.791 Al 3.000  
N° 2514752011 FJ.05070216

Lima, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_\_

p. SANDPOL INVESTMENT S.A.C.

ADQUIRENTE O USUARIO

TC: 3,35.

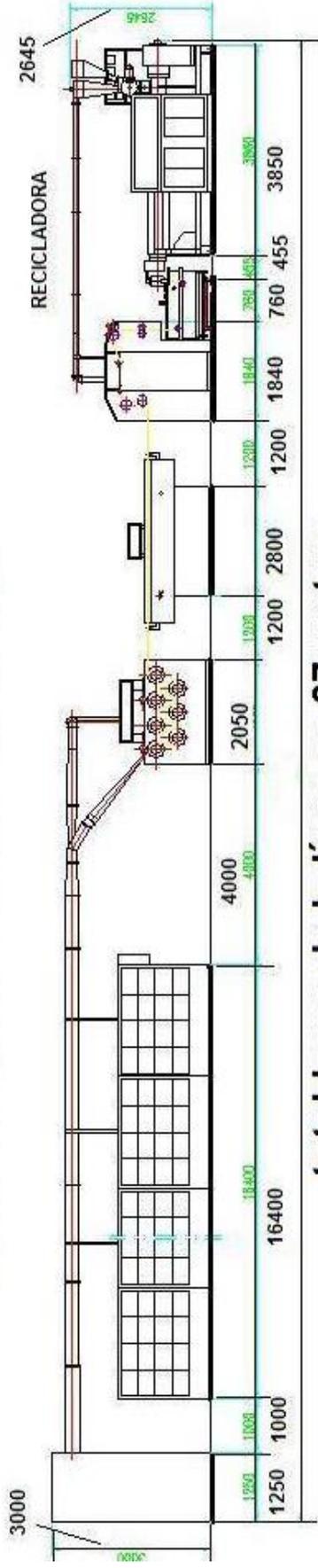
271,350  
48,843  

---

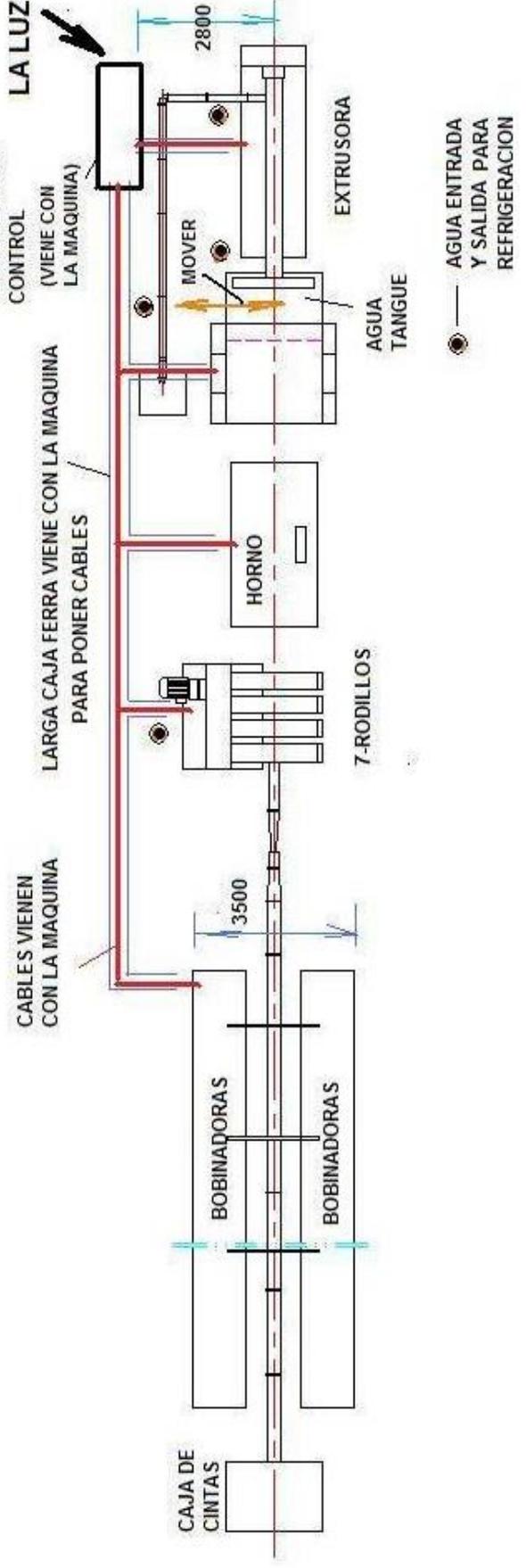
320,193

64 711.

# PLANO DE LA LINEA DE EXTRUSORA



**total largo de la línea es 37 metros**



## SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente	Sección nominal del conductor de protección (cobre) (mm <sup>2</sup> )
No mayor de (A)	
15	2
20	3
60	5
100	8
200	16
400	25
800	50
1000	70
1200	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

Los valores de estas tablas corresponden al Código Nacional de Electricidad y están sujetos a las modificaciones que se produzcan en este.

## TABLAS DE SELECCIÓN DE CONDUCTOR

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm <sup>2</sup> )								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPEJOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (AWG / MCM)									
CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPEJOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
* 350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

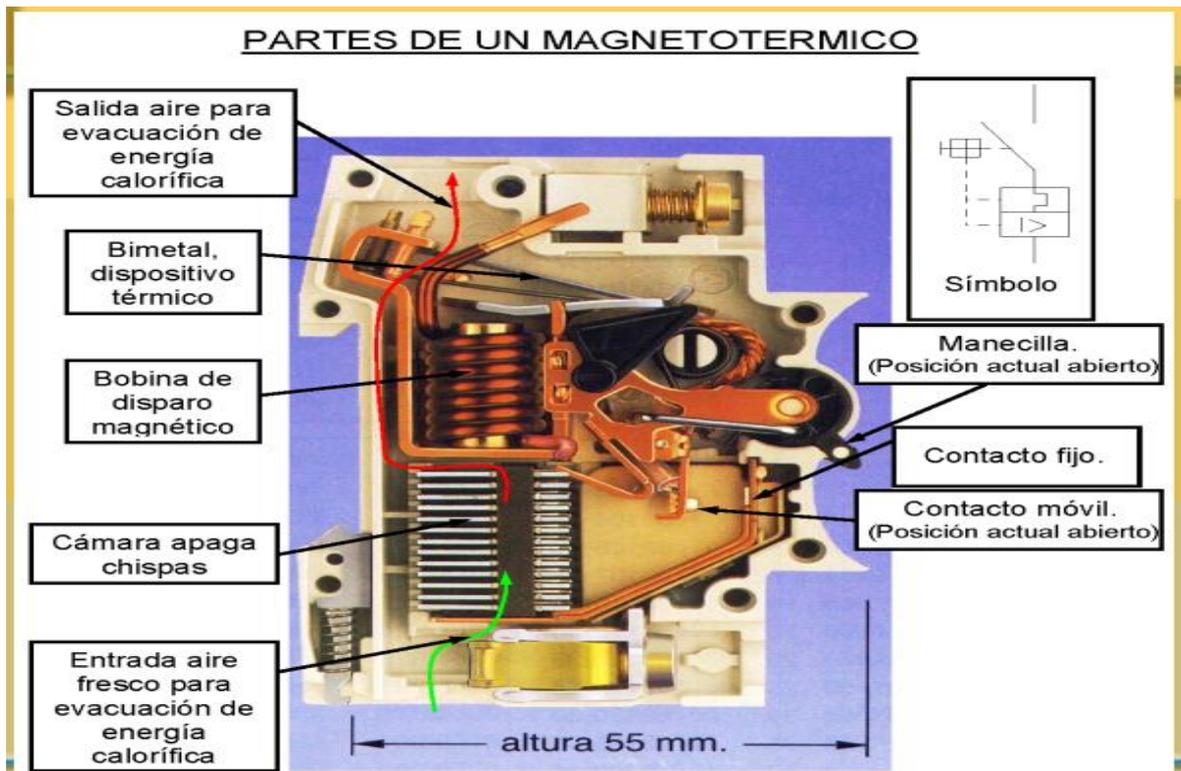
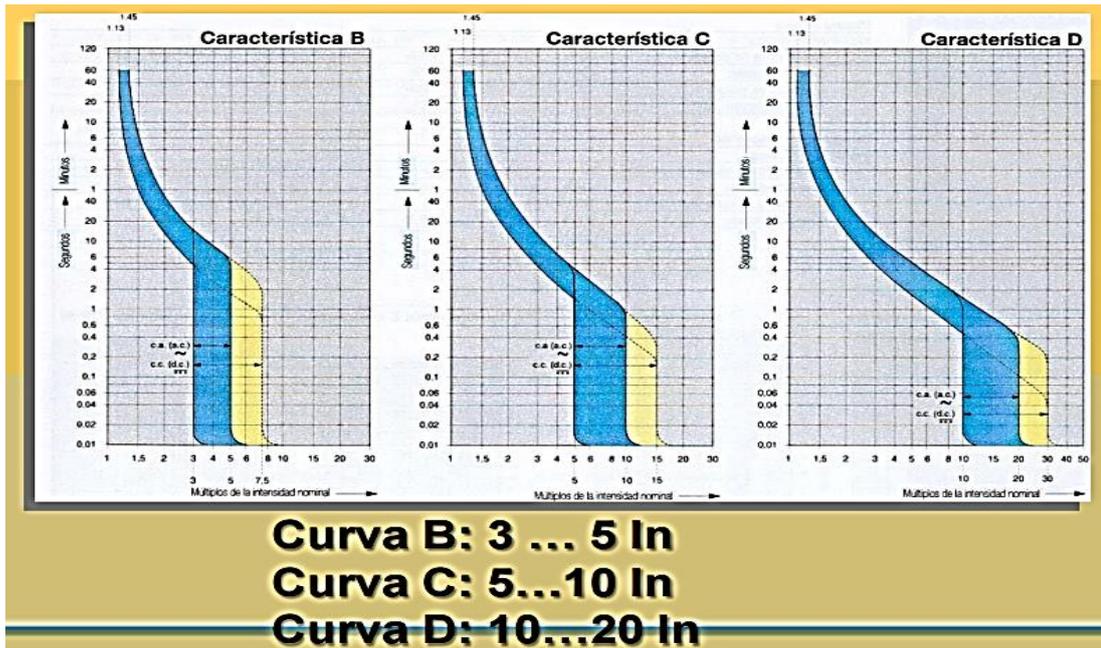
(\*) NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO / TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

# TABLAS ELECCIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS

VELOCIDAD 3600 RPM, 2 polos 60 Hz					Freque y Hz	Speed r / min	Power factor COSφ	Efficiency (%)	Tn(N.m)	Tmax/Tn	Tst/Tn	Peso aprox. Kg.
Type	Output HP	Output Kw	Voltaje (V)	Current (A)								
Y2-801-2	1.0	0.75	220/380/440	3.2/1.8/1.6	60	3465	0.83	75.0	2.07	2.3	2.2	16
Y2-802-2	1.5	1.1	220/380/440	4.2/2.4/2.1	60	3465	0.84	76.2	3.03	2.3	2.2	17
Y2-90S-2	2.0	1.5	220/380/440	5.6/3.2/2.8	60	3465	0.84	78.5	4.13	2.3	2.2	22
Y2-90L-2	3.0	2.2	220/380/440	8.0/4.6/4.0	60	3455	0.85	81.0	6.08	2.3	2.2	25
Y2-100L-2	4.0	3	220/380/440	10.6/6.1/5.3	60	3490	0.87	82.6	8.21	2.3	2.2	33
Y2-112M-2	5.4	4	220/380/440	13.6/7.9/6.8	60	3490	0.88	84.2	10.95	2.3	2.2	45
Y2-132S1-2	7.5	5.5	220/380/440	18.6/10.7/9.3	60	3525	0.88	85.7	14.90	2.3	2.2	64
Y2-132S2-1	10.0	7.5	220/380/440	24.2/14.0/12.1	60	3525	0.88	87.0	20.32	2.3	2.2	70
Y2-160M1-2	15.0	11	220/380/440	34.6/20.0/17.3	60	3540	0.89	88.4	29.68	2.3	2.2	117
Y2-160M2-2	20.0	15	220/380/440	47.4/27.4/23.7	60	3540	0.89	89.4	40.47	2.3	2.2	125
Y2-160L-2	25.0	18.5	220/380/440	57.2/33.0/28.6	60	3535	0.90	90.0	49.98	2.3	2.2	147
Y2-180M-2	30.0	22	220/380/440	71.2/41.1/35.6	60	3545	0.90	90.5	59.30	2.3	2	180
Y2-200L1-2	40.0	30	220/380/440	96/55.4/48	60	3560	0.90	91.4	80.50	2	2.3	240
Y2-200L2-2	50.0	37	220/380/440	117.2/67.7/58.6	60	3560	0.90	92.0	99.30	2	2.3	255
Y2-225M-2	60.0	45	220/380/440	142.2/82.1/71.1	60	3575	0.90	92.5	120.3	2.3	2.0	309
Y2-250M-2	75.0	55	220/380/440	173.4/100.1/86.7	60	3575	0.90	93.0	147.0	2.3	2.0	403
Y2-280S-2	100.0	75	220/380/440	235.2/135.8/117.6	60	3575	0.90	93.6	200.5	2.3	2.0	544
Y2-280M-2	125.0	90	220/380/440	276.6/159.7/138.3	60	3580	0.91	93.9	240.3	2.3	2.0	620
Y2-315S-2	150.0	110	220/380/440	339.3/195.9/169.7	60	3580	0.91	94.0	294.0	2.2	1.8	980
Y2-315M-2	175.0	132	220/380/440	407.1/235/203.6	60	3576	0.91	94.5	353.0	2.2	1.8	1080
Y2-315L1-2	220.0	160	220/380/440	491.9/284/246	60	3578	0.92	94.6	427.0	2.2	1.8	1160
Y2-315L2-2	270.0	200	220/380/440	614.9/355/307.5	60	3572	0.92	94.8	535.0	2.2	1.8	1190
Y2-355M-2	340.0	250	220/380/440	748/432/374	60	3579	0.92	95.3	667.0	2.2	1.6	1760
Y2-355L1-2	375.0	280	220/380/440	836/482/418	60	3580	0.92	95.6	747.0	2.2	1.6	1800
Y2-355L2-2	420.0	315	220/380/440	940/542/470	60	3584	0.92	95.6	840.0	2.2	1.6	1850

VELOCIDAD 1800 RPM, 4 polos 60 Hz					Freque y Hz	Speed r / min	Power factor COSφ	Efficiency (%)	Tn(N.m)	Tmax/Tn	Tst/Tn	Peso aprox. Kg.
Type	Output HP	Output Kw	Voltaje (V)	Current (A)								
Y2-801-4	0.75	0.55	220/380/440	2.4/1.4/1.2	60	1700	0.75	71.0	3.09	2.3	2.4	17
Y2-802-4	1.0	0.75	220/380/440	3.2/1.8/1.6	60	1690	0.77	73.0	4.24	2.3	2.3	18
Y2-90S-4	1.5	1.1	220/380/440	4.6/2.7/2.3	60	1700	0.77	76.2	6.18	2.3	2.3	22
Y2-90L-4	2.0	1.5	220/380/440	6.2/3.6/3.1	60	1705	0.79	78.5	8.40	2.3	2.3	27
Y2-100L1-4	3.0	2.2	220/380/440	8.4/4.8/4.2	60	1730	0.81	81.0	12.14	2.3	2.3	34
Y2-100L2-4	4.0	3	220/380/440	11.2/6.5/5.6	60	1730	0.82	82.6	16.56	2.3	2.3	38
Y2-112M-4	5.4	4	220/380/440	14.6/8.4/7.3	60	1740	0.82	84.2	21.95	2.3	2.3	43
Y2-132S-4	7.5	5.5	220/380/440	19.8/11.4/9.9	60	1755	0.82	85.7	29.93	2.3	2.3	68
Y2-132M-4	10.0	7.5	220/380/440	26.0/15.0/13.0	60	1755	0.83	87.0	40.81	2.3	2.3	81
Y2-160M-4	15.0	11	220/380/440	38.0/21.9/19.0	60	1760	0.84	88.4	59.69	2.3	2.2	123
Y2-160L-4	20.0	15	220/380/440	50.8/29.3/25.4	60	1760	0.85	89.4	81.39	2.3	2.2	144
Y2-180M-4	25.0	18.5	220/380/440	62.4/36/31.2	60	1770	0.86	90	100	2.3	2.2	182
Y2-180L-4	30.0	22	220/380/440	73.8/42.6/36.9	60	1770	0.86	90.5	118.8	2.3	2.2	190
Y2-200L-4	40.0	30	220/380/440	109.4/63.2/54.7	60	1780	0.86	92.4	161.3	2.3	2.2	270
Y2-225S-4	50.0	37	220/380/440	120.6/69.6/60.3	60	1780	0.87	92	198.3	2.3	2.2	284
Y2-225M-4	60.0	45	220/380/440	146.2/84.4/73.1	60	1780	0.87	92.5	241.2	2.3	2.2	320
Y2-250M-4	75.0	55	220/380/440	178.4/103/89.2	60	1780	0.87	93	295	2.3	2.2	427
Y2-280S-4	100.0	75	220/380/440	241.2/139.3/120.6	60	1785	0.87	93.6	401.7	2.3	2.2	562
Y2-280M-4	125.0	90	220/380/440	288.2/166.4/144.1	60	1785	0.87	93.9	482.1	2.3	2.2	667
Y2-315S-4	150.0	110	220/380/440	347.2/200.5/173.1	60	1787	0.88	94.5	588	2.2	2.1	1000
Y2-315M-4	180.0	132	220/380/440	415.2/239.7/207.6	60	1788	0.88	94.8	705	2.2	2.1	1100
Y2-315L1-4	220.0	160	220/380/440	497.1/287/248.5	60	1788	0.89	94.9	855	2.2	2.1	1160
Y2-315L2-4	270.0	200	220/380/440	620.8/358.4/310.4	60	1787	0.89	94.9	1069	2.2	2.1	1270
Y2-355M1-4	300.0	220	220/380/440	688.4/397.4/344.2	60	1790	0.88	95.3	1174	2.2	1.8	1661
Y2-355M-4	340.0	250	220/380/440	782.3/451.7/391.2	60	1786	0.88	95.3	1335	2.2	1.8	1700
Y2-355L1-4	375.0	280	220/380/440	876.2/505.9/438.1	60	1789	0.88	95.3	1495	2.2	1.8	1800

# INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO



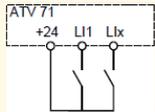
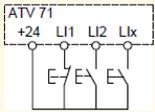
## PARÁMETROS DEL PLC TWIDO TWDLCAA24DRF

TIPO DE PLC	CONTROLADOR DE BASE COMPACTA
N° E/S DISCRETAS	24
N° Entradas DISCRETAS	14
VOLTAJE DE ENTRADAS DISCRETAS	24V DC
N° SALIDAS DISCRETAS	10 DE RETRANSMISION
N° DE MODULO DE EXPANSIO	4
TENSION NOMINAL DE ALIMENTACION	100...240 V AC -60Hz
COOREINTE DE ENTRADA FUENTE ALIMENTACION	450 mA
TIPO DE CONEXIÓN INTEGRADA	ADAPTADOR INTERFAZ DE ENLACE DE SERIE (RS232/RS485)
N° E/S DISCRETAS	24
LIMITES DE TENSION DE ENTRDA	20.4 ... 28.8 V DC
CORRIENTE DE ENTRADAS DISCRETAS	7mA E0.2 a I0.13 11 mA I0.0 a I0.
IMPEDANCIA DE ENTRADA	2100 Ohm I0.0 a I0.1 3400 Ohm E 0.2 a I0.13
AISLAMINETO ENTRE CANAL Y LOGICA	1500 VRMS DURANTE I MINNUTO
SALIDA TIPO	RELE

<i>RESISTENCIA DE CONTACTO</i>	$\leq 30000 \mu\text{Ohm}$
<i>CORRIENTE DE CARGA</i>	2 A 240 V AC inductivos 30 cyc / min salidas de relé , 2 A 240 V AC resistivas salidas de relé 30 cyc / min , 2 A 30 V DC resistiva 30cyc / min salidas de relé , 2 A 30 V DC inductivos 30 cyc / min salidas de relé .
<i>DURABILIDAD MECANICA</i>	$\geq 20000000$ CICLOS SALIDA RELE
<i>DURABILIDAD ELECTRICA</i>	$\geq 100000$ CICLOS SALIDA RELE
<i>CONEXIÓN I/O</i>	BLOQUE DE TERMINALES DE TORNILLO NO EXTRAIBLE
<i>TIPO DE PROTECION</i>	FUSIBLE INTERNO
<i>CNSUMO DE ENRGIA EN( W)</i>	33 VA 100 V 40 VA 264 V
<i>RESISTENCIA DE AISLAMIENTO</i>	> 10 MOhm a 500 V, entre los terminales de alimentación y la tierra > 10 MOhm a 500 V, entre los terminales de E / S y de la tierra
<i>MEMORIA DE PROGRAMA</i>	3000 ISTRUCCIONES
<i>DESCRIPCION MEMORIA</i>	RAM interna, 256 bits internos, sin flotante, sin trigonométrica RAM interna, 3000 palabras internas, sin flotante, sin trigonométrica RAM interna, 128 contadores de tiempo, sin flotante, sin trigonométrica RAM interna, 128 contadores, sin flotante, sin trigonométrica
<i>LED ESTADO</i>	1 LED VERDE PWR 1 LED VERDE RUN 1 LED ROJO ERROR EN EL MODULO 1 LED VERDE POR CANAL DE E/S

# VARIADOR DE FRECUENCIA

## PARAMETROS DE CONFIGURACION VFD ALTIVAR 71

Cód.	Nombre/descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<p><b>ECC</b></p> <p>2C</p> <p>3C</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Control 2 / 3 Hilos]</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Control 2 hilos] (2C)</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Control 3 hilos] (3C)</b></p> <p>Control 2 hilos: El estado (0 ó 1) o el flanco (0 a 1 ó 1 a 0) de la entrada que controla la marcha o la parada.</p> <p>Ejemplo de cableado en posición "Source":</p>  <p>L11: adelante Llx: atrás</p> <p>Control 3 hilos (control por pulsos): Un pulso "adelante" o "atrás" es suficiente para controlar el arranque; un pulso de "parada" es suficiente para controlar la parada.</p> <p>Ejemplo de cableado en posición "Source":</p>  <p>L11: parada L12: adelante Llx: atrás</p>		[Control 2 hilos] (2C)
<p><b>CFG</b></p> <p>SLS</p> <p>HdG</p> <p>HSt</p> <p>GE n</p> <p>PId</p> <p>nEt</p> <p>nSL</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Macro configuración]</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>[MarchaParo] (StS)</b>: Marcha/paro</p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Manutención] (HdG)</b>: Manutención</p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Elevación] (HSt)</b>: Elevación</p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Uso general] (GE n)</b>: Uso general</p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Regul. PID] (PId)</b>: Regulación PID</p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Bus Com.] (nEt)</b>: Bus de comunicación</p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Maest/Escl.] (MSL)</b>: Maestro/esclavo</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p><b>⚠ ADVERTENCIA</b></p> <p><b>FUNCIONAMIENTO INESPERADO DEL EQUIPO</b></p> <p>El cambio de la [Macro configuración] (CFG) requiere que se mantenga pulsada durante 2 segundos la tecla ENT.</p> <p>Compruebe que la macro configuración elegida sea compatible con el esquema de cableado utilizado.</p> <p><b>Si no se tiene en cuenta esta precaución, se pueden producir heridas graves o incluso la muerte.</b></p> </div>		[Marcha/paro] (StS)
<p><b>CCFG</b></p> <p>YES</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Macro. personaliz.]</b></p> <p>Parámetro de solo lectura, que se visualiza si se cambia al menos un parámetro de la macro configuración.</p> <p><input type="checkbox"/> <b>[Sí] (YES)</b></p>		

<b>bFr</b>  50 60	<input type="checkbox"/> <b>[Frec. estándar motor]</b>  <input type="checkbox"/> <b>[50 Hz IEC] (50)</b> : IEC <input type="checkbox"/> <b>[60 Hz NEMA] (60)</b> : NEMA Este parámetro modifica los preajustes de los parámetros: <b>[Tensión Nom. Motor] (UnS)</b> a continuación, <b>[Vel. máxima] (HSP)</b> en la página 44, <b>[Nivel Frecuencia] (Ftd)</b> en la página 69, <b>[Frec. nom. Motor] (FrS)</b> y <b>[Frecuencia Máxima] (tFr)</b> que se indican a continuación.	[50 Hz IEC] (50)	
<b>IPL</b>  nO YES	<input type="checkbox"/> <b>[Pérdida fase red]</b>  <input type="checkbox"/> <b>[Fallo ignor.] (nO)</b> : fallo ignorado. Se utiliza cuando el variador se alimenta de la red monofásica o mediante el bus CC. <input type="checkbox"/> <b>[Rueda libre] (YES)</b> : Fallo, con parada en rueda libre. Si se interrumpe una fase, el variador pasa a estar en fallo <b>[Pérdida fase red] (IPL)</b> , pero si se interrumpen 2 o 3 fases, el variador sigue funcionando hasta que se dispare por fallo de subtensión. Sólo se puede acceder a este parámetro en ese menú en los variadores ATV71H037M3 a HU75M3 (utilizables en red monofásica).	Según el calibre del variador	
<b>nPr</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Pot. nominal motor]</b>  Potencia nominal del motor indicada en la placa de características, en kW si <b>[Frec. estándar motor] (bFr) = [50 Hz IEC] (50)</b> , en HP si <b>[Frec. estándar motor] (bFr) = [60 Hz NEMA] (60)</b> .	Según el calibre del variador	Según el calibre del variador
<b>UnS</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Tensión Nom. Motor]</b>  Tensión nominal del motor indicada en la placa de características. ATV71H037M3: 100 a 240 V - ATV71H037M4: 200 a 480 V - ATV71H037M6: 400 a 600 V - ATV71H037M7: 400 a 690 V	Según el calibre del variador	Según el calibre del variador y <b>[Frec. estándar motor] (bFr)</b>
<b>nEr</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Int. Nominal Motor]</b>  Corriente nominal del motor indicada en la placa de características.	de 0,25 a 1,5 In (1)	Según el calibre del variador y <b>[Frec. estándar motor] (bFr)</b>
<b>FrS</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Frec. nom. Motor]</b>  Frecuencia nominal del motor indicada en la placa de características. El ajuste de fábrica es de 50 Hz y es sustituido por un preajuste de 60 Hz si <b>[Frec. estándar motor] (bFr)</b> se establece en 60 Hz.	de 10 a 1600 Hz	50 Hz
<b>nSP</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Vel. Nominal Motor]</b>  Velocidad nominal del motor indicada en la placa de características. De 0 a 9.999 rpm y después de 10,00 a 60,00 krpm en el visualizador integrado. Si la placa de características no indica la velocidad nominal, sino la velocidad de sincronismo, y el deslizamiento en Hz o en %, la velocidad nominal debe calcularse de la siguiente forma:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• velocidad nominal = velocidad de sincronismo x <math>\frac{100 - \text{deslizamiento en \%}}{100}</math></li> <li>o</li> <li>• velocidad nominal = velocidad de sincronismo x <math>\frac{50 - \text{deslizamiento en Hz}}{50}</math> (motores 50 Hz)</li> <li>o</li> <li>• velocidad nominal = velocidad de sincronismo x <math>\frac{60 - \text{deslizamiento en Hz}}{60}</math> (motores 60 Hz)</li> </ul>	De 0 a 65535 rpm	Según el calibre del variador
<b>tFr</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Frecuencia Máxima]</b>  El ajuste de fábrica es de 60 Hz y es sustituido por un preajuste de 72 Hz si <b>[Frec. estándar motor] (bFr)</b> se establece en 60 Hz. El valor máximo está limitado por las siguientes condiciones:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• No puede sobrepasar 10 veces el valor de <b>[Frecuencia nom. Motor] (FrS)</b></li> <li>• los valores de 500 Hz a 599 Hz no se pueden utilizar en los ATV71H037M7 (500 a 690 V).</li> <li>• Los valores de 500 Hz a 599 Hz sólo son posibles en control U/F y para las potencias limitadas a 37 kW. En este caso, configure <b>[Tipo control motor] (Ctt)</b> antes que <b>[Frecuencia Máxima] (tFr)</b>.</li> </ul>	de 10 a 500 o 599 Hz según el calibre	60 Hz

Cód.	Nombre/descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<b>A11-</b>	<b>[CONFIGURACIÓN AI1]</b>		
<b>A11A</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Asignaciones de AI1]</b> Parámetro de sólo lectura, no configurable. Muestra todas las funciones asignadas a la entrada AI1 para comprobar, por ejemplo, si existen problemas de compatibilidad.		
<b>A11E</b> <b>10U</b> <b>n10U</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Configuración de AI1]</b> <input type="checkbox"/> <b>[Tensión] (10U)</b> : Entrada en tensión positiva (los valores negativos se consideran nulos: la entrada es unidireccional). <input type="checkbox"/> <b>[U bipolar +/-] (n10U)</b> : Entrada en tensión positiva y negativa (la entrada es bidireccional).		<b>[Tensión] (10U)</b>
<b>U1L1</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Valor mínimo AI1]</b>	De 0 a 10,0 V	0 V
<b>U1H1</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Valor máximo AI1]</b>	De 0 a 10,0 V	10,0 V

### Parámetros modificables en marcha y en parada

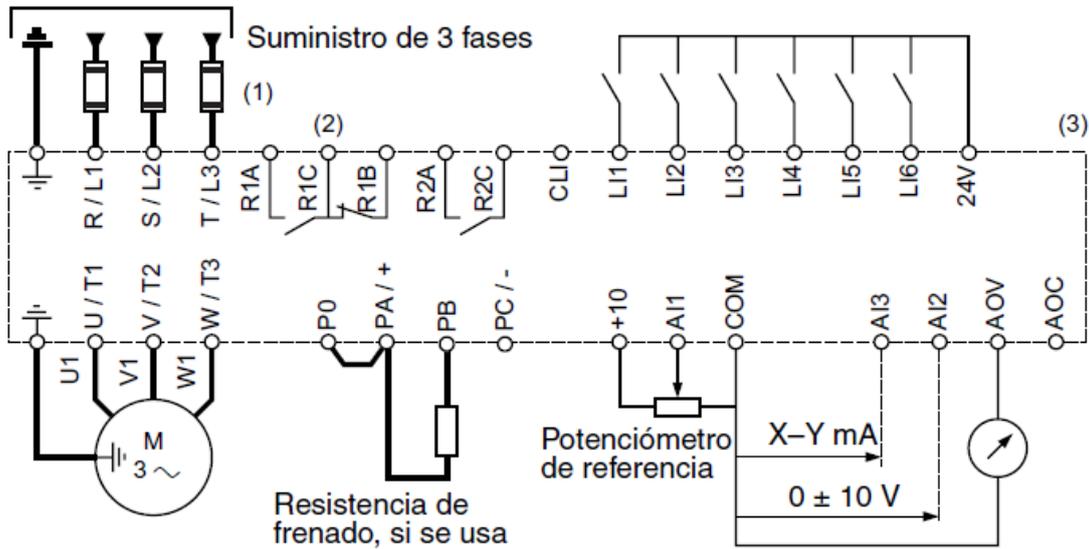
Cód.	Nombre/descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<b>IEH</b>	<input type="checkbox"/> <b>[I Térmica motor]</b> Corriente de protección térmica del motor, que debe ajustarse a la intensidad nominal indicada en su placa de características.	De 0,2 a 1,5 In (1)	Según calibre del variador
<b>RCC</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Rampa Aceleración]</b> Tiempo necesario para acelerar de 0 a la <b>[Frec. nom. Motor] (FrS)</b> (página 42). Asegúrese de que este valor sea compatible con la inercia accionada.	De 0,1 a 999,9 s	3,0 s
<b>DEC</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Rampa deceleración]</b> Tiempo necesario para decelerar desde la <b>[Frec. nom. Motor] (FrS)</b> (página 42) a 0. Asegúrese de que este valor sea compatible con la inercia accionada.	De 0,1 a 999,9 s	3,0 s
<b>LSP</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Velocidad Mínima]</b> Frecuencia del motor con consigna mínima, ajuste de 0 a <b>[Vel. máxima] (HSP)</b> .		0
<b>HSP</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Vel. máxima]</b> Frecuencia del motor con consigna máxima, ajuste de <b>[Velocidad Mínima] (LSP)</b> a <b>[Frecuencia Máxima] (tFr)</b> . El ajuste de fábrica pasa a ser 60 Hz si <b>[Frec. estándar motor] (bFr) = [60 Hz NEMA] (60)</b> .		50 Hz

### Terminales de control

Tabla 6: Características de las terminales de control

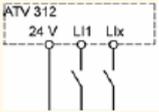
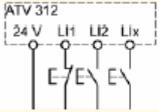
Terminal	Función	Especificaciones eléctricas
R1A R1B R1C	R1A es un contacto N.A. R1B es un contacto N.C. R1C es común.  R1 es un relé programable, ajustado de fábrica como un relé de falla. Como relé de falla, R1A está cerrado y R1B está abierto cuando el variador de velocidad se energiza sin una falla.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de conmutación mínima: 10 mA para 5 V <math>\overline{\text{---}}</math></li> <li>Capacidad máxima de conmutación en una carga resistiva (factor de potencia = 1 y constante de tiempo L/R = 0 ms): 5 A para 250 V <math>\sim</math> y 30 V <math>\overline{\text{---}}</math></li> <li>Capacidad máxima de conmutación en una carga inductiva (factor de potencia = 0,4 y constante de tiempo L/R = 7 ms): 1,5 A para 250 V <math>\sim</math> y 30 V <math>\overline{\text{---}}</math></li> <li>Tiempo de muestreo: 8 ms</li> <li>Vida útil: 100 000 operaciones en la potencia máxima de conmutación de 1 000 000 operaciones en la potencia mínima de conmutación</li> </ul>
R2A R2C	Contacto N.A. del relé programable R2	
COM	Común, E/S analógicas	0 V

AI1	Entrada analógica de tensión	<p>Entrada analógica 0 a +10 V (la tensión máx. de seguridad es 30 V)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impedancia: 30 k<math>\Omega</math></li> <li>• Resolución: 0,01 V, convertidor de 10 bits</li> <li>• Precisión: <math>\pm 4,3\%</math> del valor máx.</li> <li>• Linealidad: <math>\pm 0,2\%</math> del valor máx.</li> <li>• Tiempo de muestreo: 8 ms</li> <li>• Operación con un cable blindado: 100 m máx.</li> </ul>
10 V	Fuente de alimentación para el potenciómetro de punto de referencia: 1 a 10 k $\Omega$	+10 V (+ 8% - 0%), 10 mA máx, protegida contra cortocircuitos y sobrecargas
AI2	Entrada analógica de tensión	<p>Entrada analógica bipolar 0 a <math>\pm 10</math> V (la tensión máx. de seguridad es de <math>\pm 30</math> V)</p> <p><b>La polaridad + o - de la tensión en AI2 afecta el sentido del punto de referencia y por lo tanto el sentido de funcionamiento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impedancia: 30 k<math>\Omega</math></li> <li>• Resolución: 0,01 V, convertidor de 10 bits con signo +</li> <li>• Precisión: <math>\pm 4,3\%</math> del valor máx.</li> <li>• Linealidad: <math>\pm 0,2\%</math> del valor máx.</li> <li>• Tiempo de muestreo: 8 ms</li> <li>• Operación con un cable blindado: 100 m máx.</li> </ul>
AI3	Entrada analógica de corriente	<p>Entrada analógica X a Y mA; X e Y se pueden programar de 0 a 20 mA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impedancia: 250 <math>\Omega</math></li> <li>• Resolución: 0,02 mA, convertidor de 10 bits</li> <li>• Precisión: <math>\pm 4,3\%</math> del valor máx.</li> <li>• Linealidad: <math>\pm 0,2\%</math> del valor máx.</li> <li>• Tiempo de muestreo: 8 ms</li> </ul>
COM	Común, E/S analógicas	0 V
AOV AOC	<p>La salida analógica de tensión AOV o la salida analógica de corriente AOC o la salida lógica de tensión en AOC</p> <p>Es posible asignar AOV o AOC, pero no ambas.</p>	<p>La salida analógica de 0 a 10 V con una impedancia mín. de carga de 470 <math>\Omega</math> o la salida analógica X a Y mA, con X e Y programables de 0 a 20 mA y con una impedancia máx. de carga de 800 <math>\Omega</math>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución: 8 bits <sup>[1]</sup></li> <li>• Precisión: <math>\pm 1\%</math> <sup>[1]</sup></li> <li>• Linealidad: <math>\pm 0,2\%</math> <sup>[1]</sup></li> <li>• Tiempo de muestreo: 8 ms</li> </ul> <p>o</p> <p>Es posible configurar AOC como una salida lógica de 24 V con una impedancia mín. de carga de 1,2 k<math>\Omega</math>.</p>
LI1 LI2 LI3 LI4 LI5 LI6	Entradas lógicas	<p>Entradas lógicas programables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente de alimentación de + 24 V (máx. 30 V)</li> <li>• Impedancia: 3,5 k<math>\Omega</math></li> <li>• Estado 0 si la diferencia de tensión entre LI- y CLI es de &lt; 5 V, estado 1 si la diferencia de tensión entre LI- y CLI es &gt; 11 V</li> <li>• Tiempo de muestreo: 4 ms</li> </ul>



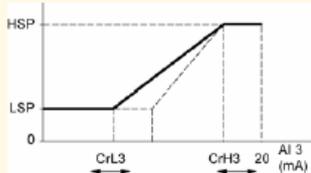
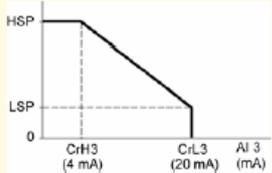
## PARAMETROS DE CONFIGURACION VFD ALTIVAR 32

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<b>bFr</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Frec. estándar motor]</b> Este parámetro sólo aparece en este menú en la primera puesta en tensión. Se puede modificar en el menú <b>[CONTROL MOTOR]</b> (drC-). [50Hz IEC] (50): 50 Hz [60Hz NEMA] (60): 60 Hz Este parámetro modifica los preajustes de los parámetros: [Vel.máxima] (HSP) página 32, [Nivel Frecuencia] (Ftd) página 37, [Frec. nom. mot.] (FrS) página 39 y [Frecuencia máxima] (tFr) página 42.		[50Hz IEC] (50)
50 60			
<b>Fr1</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Canal Ref. 1]</b> <input type="checkbox"/> [AI1] (AI1) - Entrada analógica AI1. <input type="checkbox"/> [AI2] (AI2) - Entrada analógica AI2. <input type="checkbox"/> [AI3] (AI3) - Entrada analógica AI3. <input type="checkbox"/> [AI red] (AIV1) - En modo de control de terminal, la rueda actúa como un potenciómetro.  Si el [NIVEL ACCESO] (LAC) = [Nivel 2] (L2) o [Nivel 3] (L3), son posibles las asignaciones suplementarias: <input type="checkbox"/> [+/- VELOCIDAD] (UPdt): Consigna +velocidad/ -velocidad por LI. Véase la configuración en la página 74. <input type="checkbox"/> [Ref.+/-cons.] (UPdH): Consigna + velocidad/- velocidad girando la rueda del local ATV312. Para su uso, visualice la frecuencia [Frecuencia salida] (rFr) página 95. La función + velocidad/- velocidad mediante el local o el terminal se controla desde el menú [SUPERVISIÓN] (SUP-) situándose en el parámetro [Frecuencia salida] (rFr).  Si el [NIVEL ACCESO] (LAC) = [Nivel 3] (L3), son posibles las asignaciones suplementarias: <input type="checkbox"/> [HMI] (LCC) Consigna mediante el terminal remoto, parámetro [Ref.Frec. Consola] (LFr) del menú [AJUSTES] (SE-) página 31. <input type="checkbox"/> [Modbus] (Mdb): Consigna por Modbus. <input type="checkbox"/> [Red] (nEt): Consigna mediante protocolo de comunicación de red.	[AI1] (AI1)	
AI1 AI2 AI3 AIV1			
UPdt UPdH			
LCC			
Mdb			
nEt			

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<p><b>tCC</b></p> <p>2C 3C LOC</p> <p>⌚ 2 s</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Control 2/3 hilos]</b></p> <p style="text-align: right;"><b>[Control 2 hilos] (2C)</b></p> <div style="background-color: black; color: white; text-align: center; padding: 5px;"><b>⚠ PELIGRO</b></div> <p><b>FUNCIONAMIENTO IMPREVISTO DEL EQUIPO</b></p> <p>Cuando se modifica el parámetro <b>[Control 2/3 hilos] (tCC)</b> los parámetros <b>[Asig.marcha Atrás] (rS)</b> página 46, <b>[Tipo Control 2 Hilos] (tCt)</b> página 45 y todas las funciones que afectan a las entradas lógicas vuelven a su valor por defecto. Asegúrese de que este cambio es compatible con el esquema de cableado utilizado.</p> <p><b>Si no se tienen en cuenta estas instrucciones, puede producir heridas graves o incluso la muerte.</b></p> <p>Configuración del control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>[Ctrl. 2 hilos] (2C)</b>: control 2 hilos.</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[Ctrl. 3 hilos] (3C)</b>: control 3 hilos.</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[Local] (LOC)</b>: control local (RUN / STOP / RESET del variador) (invisible si <b>[NIVEL ACCESO] (LAC) = [Nivel 3] (L3)</b> página 56).</li> </ul> <p>Control 2 hilos: el estado abierto o cerrado de la entrada controla la marcha o la parada. Ejemplo de cableado:</p>  <p>Control 3 hilos (mando por impulsos): un pulso "adelante" o "atrás" es suficiente para controlar el arranque; un pulso de "parada" es suficiente para controlar la parada. Ejemplo de cableado:</p> 		

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<p><b>bFr</b></p> <p>50 60</p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Frec. estándar motor]</b></p> <p style="text-align: right;"><b>[50Hz IEC] (50)</b></p> <p><b>[50Hz IEC] (50)</b>: 50 Hz: IEC <b>[60Hz NEMA] (60)</b>: 60 Hz: NEMA</p> <p>Este parámetro modifica los preajustes de los parámetros <b>[Vel. máxima] (HSP)</b> página 32, <b>[Nivel Frecuencia] (Ftd)</b> página 37, <b>[Frec. nom. mot.] (FrS)</b> página 39 y <b>[Frecuencia máxima] (tFr)</b> página 42.</p>		
<p><b>UnS</b></p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Tensión Nom.Motor]</b></p> <p>Tensión nominal del motor que aparece en la placa. Cuando la tensión de línea sea inferior a la tensión nominal del motor, ajuste <b>[Tensión Nom. Motor] (UnS)</b> con el valor de la tensión de línea aplicada a los bornes del variador.</p> <p>ATV312...M2: 100 a 240 V ATV312...M3: 100 a 240 V ATV312...N4: 100 a 500 V ATV312...S6: 100 a 600 V</p>	Según el calibre del variador	Según el calibre del variador
<p><b>FrS</b></p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Frec. nom.Motor]</b></p> <p>Frecuencia nominal del motor que aparece en la placa. El ajuste de fábrica es 50 Hz, o 60 Hz si <b>[Frec.estándar motor] (bFr)</b> está ajustado a 60 Hz.</p> <p>Nota: La relación <math>\frac{[Tensión\ Nom.Motor] (UnS) \text{ (en voltios)}}{[Frec. nom. mot.] (FrS) \text{ (en Hz)}}</math> no debe sobrepasar los valores siguientes:</p> <p>ATV312...M2: 7 como máximo ATV312...M3: 7 como máximo ATV312...N4: 14 como máximo ATV312...S6: 17 como máximo</p> <p>El ajuste de fábrica es de 50 Hz y es sustituido por un preajuste de 60 Hz si <b>[Frec.estándar motor] (bFr)</b> se establece en 60 Hz.</p>	De 10 a 500 Hz	50 Hz
<p><b>nCr</b></p>	<p><input type="checkbox"/> <b>[Int. Nominal Motor]</b></p> <p>Intensidad nominal del motor que figura en la placa.</p>	De 0,25 a 1,5 In (1)	Según el calibre del variador

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<b>n 5 P</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Vel. Nominal Motor]</b>  0 a 9999 rpm y luego 10,00 a 32,76 krpm Si la placa de características no indica la velocidad nominal, sino la velocidad de sincronismo, y el deslizamiento en Hz o en %, la velocidad nominal debe calcularse de la siguiente forma: <ul style="list-style-type: none"> <li>• velocidad nominal = velocidad de sincronismo x <math>\frac{100 - \text{deslizamiento en \%}}{100}</math></li> <li>• velocidad nominal = velocidad de sincronismo x <math>\frac{50 - \text{deslizamiento en Hz}}{50}</math> (motores 50 Hz)</li> <li>• velocidad nominal = velocidad de sincronismo x <math>\frac{60 - \text{deslizamiento en Hz}}{60}</math> (motores 60 Hz)</li> </ul>	De 0 a 32760 rpm	Según el calibre del variador
<b>C 0 5</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Motor 1 cos fi]</b>  Coseno Phi que figura en la placa del motor.	De 0,5 a 1	Según el calibre del variador
<b>r 5 C</b> <b>n 0</b> <b>I n I t</b> <b>B B B B</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Res. estátor sinc.]</b>  <input type="checkbox"/> <b>[NO] (nO)</b> : función inactiva Para las aplicaciones que no precisan alto rendimiento o que no toleran el autoajuste automático (paso de corriente en el motor) en cada puesta en tensión. <input type="checkbox"/> <b>[Inicio] (InIt)</b> : Activa la función. Para mejorar el rendimiento a baja velocidad sea cual sea el estado térmico del motor. <input type="checkbox"/> Valor de resistencia del estator en frío, en mΩ. Nota: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muy aconsejable activar esta función en las aplicaciones de elevación y manipulación.</li> <li>• La función debe activarse <b>[Inicio] (InIt)</b> sólo cuando el motor está en estado frío.</li> <li>• Cuando <b>[Resist. estátor fría] (rSC) = [Inicio] (InIt)</b>, el parámetro <b>[Autoajuste] (tUn)</b> se fuerza a <b>[Power On] (POn)</b>. En la próxima orden de marcha la resistencia del estator se mide con el autoajuste. El parámetro <b>[Resist. estátor fría] (rSC)</b> pasa a este valor (<b>B B B B</b>) y lo conserva, <b>[Autoajuste] (tUn)</b> sigue forzado a <b>[Power On] (POn)</b>. El parámetro <b>[Resist. estátor fría] (rSC)</b> permanece en <b>[Inicio] (InIt)</b> mientras no se haya realizado la medida.</li> <li>• El valor <b>B B B B</b> se puede forzar o modificar por la rueda (1).</li> </ul>		<b>[NO] (nO)</b>

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica
<b>r r 5</b> <b>n 0</b> <b>L 1 1</b> <b>L 1 2</b> <b>L 1 3</b> <b>L 1 4</b> <b>L 1 5</b> <b>L 1 6</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Asig. marcha Atrás]</b>  Si <b>[Asig. marcha Atrás] (rS) = [No] (nO)</b> , la marcha atrás permanece activa, por tensión negativa en AI2, por ejemplo. <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>[No] (nO)</b>: sin asignar</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[L1] (L1)</b>: Entrada lógica L1</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[L2] (L2)</b>: La entrada lógica L2 es accesible si <b>[Control 2 / 3 Hilos] (tCC) = [Ctrl 2 hilos] (2C)</b> página 45</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[L3] (L3)</b>: Entrada lógica L3</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[L4] (L4)</b>: Entrada lógica L4</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[L5] (L5)</b>: Entrada lógica L5</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[L6] (L6)</b>: Entrada lógica L6</li> </ul>		<b>[L12] (L12)</b>
<b>C r L 3</b> <b>C r H 3</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Valor mínimo AI3]</b>  <input type="checkbox"/> <b>[Valor máximo AI3]</b>  Estos dos parámetros permiten configurar la entrada a 0-20 mA, 4-20 mA, 20-4 mA, etc. Frecuencia  Frecuencia 	0 a 20 mA De 4 a 20 mA	4 mA 20 mA
<b>A 0 I t</b> <b>0 A</b> <b>4 A</b> <b>10 U</b>	<input type="checkbox"/> <b>[Configuración AO1]</b>  Si hay una tarjeta de comunicación conectada al equipo, no se puede ver este parámetro. <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <b>[Intensidad] (0A)</b>: Configuración 0 - 20 mA (uso de la borna AOC)</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[Corr. 4-20] (4A)</b>: Configuración 4 - 20 mA (uso de la borna AOC)</li> <li><input type="checkbox"/> <b>[Tensión] (10U)</b>: Configuración 0 - 10 V (uso de la borna AOV)</li> </ul>		<b>[Intensidad] (0A)</b>

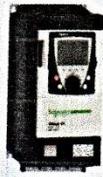
# ALTIVAR PROCESS

Bombas y ventiladores - Industriales

Bombas y ventiladores - Industriales

Máquinas complejas

Máquinas complejas



Altivar 61	Altivar 600	Altivar 71	Altivar 900		
<p>Variable estándar para bombas y ventiladores, en aplicaciones de industria, servicios públicos y edificios.</p>	<p>Variable compacto y modular para gestión de flujos en aplicaciones industriales y de procesos.</p>	<p>Variable avanzado para aplicaciones industriales severas y de procesos.</p>	<p>Variable compacto y modular para movimientos mecánicos en aplicaciones industriales y de procesos.</p>		
					<b>Aplicaciones típicas</b>
					Centrifuga
					Eléctricas
					Pistón
					Sumergible
					Aspiradora
					Ventiladores
					Compresores
					Refrigeración
					Torrado
					Scroll
					Agitador
					Soplador
					Centrifuga
					Transportadores
					Trituradora
					Extrusora
					Grinder
					Polipasto
					Ascensor
					Mezclador
					Prensa
					Refinador
					Sierra
					Separador
					<b>Características</b>
<p>1Φ 200 a 240V 3Φ 200 a 240V 3Φ 380 a 480V*</p>	<p>3Φ 200 a 240V 3Φ 380 a 480V*</p>	<p>1Φ 200 a 240V 3Φ 200 a 240V 3Φ 380 a 480V*</p>	<p>3Φ 200 a 240V 3Φ 380 a 480V*</p>		Tensión de alimentación
0.37...800kW*	0.37...315kW*	0.37...630kW*	0.37...315kW*		Rango de potencia
IP20/IP00, IP54	IP21, IP55	IP20/IP00, IP54	IP21, IP55		Grado de protección
Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor), bomba/ventilador (U/f cuadrático) y ahorro de energía	Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor), bomba/ventilador (U/f cuadrático) y ahorro de energía	Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor y control vectorial en lazo cerrado), sincrónico y sistema ENA	Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor y control vectorial en lazo cerrado), ahorro de energía, sincrónico en lazo abierto, sincrónico en lazo cerrado y sistema ENA		Funciones de control motor
120...130% Tn	110% Tn en ND, 150% Tn en HD	150...170% Tn, 220% durante 2 segundos	135% Tn en ND, 180% Tn en HD		Sobrecarga (típico)
>150	>200	>150	>200		Número de funciones
2, hasta 4 como opcional	3, hasta 5 como opcional	2, hasta 4 como opcional	3, hasta 5 como opcional	Entradas analógicas	Número de E/S
6, hasta 14 como opcional	6, hasta 12 como opcional	6, hasta 14 como opcional	6, hasta 14 como opcional	Entradas lógicas	
1	2	1	2	Entrada de seguridad	
1, hasta 3 como opcional	2	1, hasta 3 como opcional	2	Salidas analógicas	
0, hasta 2 como opcional	0, hasta 2 como opcional	0, hasta 2 como opcional	1, hasta 3 como opcional	Salidas lógicas	
2, hasta 4 como opcional	3, hasta 6 como opcional	2, hasta 4 como opcional	3, hasta 6 como opcional	Salidas de relé	
Cat 3, SIL2: STO	Cat 3, Cat 4, PL/SIL3: STO	Cat 3, SIL2: STO	Cat 3, Cat 4, PL/SIL3: STO	Integrada	Funciones de seguridad
Modbus, CANopen	Modbus(enlace serial) y Modbus TCP/IP	Modbus, CANopen	Modbus(enlace serial) y Modbus TCP/IP o Ethernet IP	Integrada	Comunicaciones
Modbus TCP, EtherNet/IP, EtherCAT, PROFINET, DeviceNet, PROFIBUS DP V0 & V1, LonWorks, METASYS N2, APOGEE FLN, BACnet	Ethernet/IP y Modbus TCP (puerto dual), CANopen daisy chain, ProfiNet, Profibus DP V1 y DeviceNet.	Modbus TCP, EtherNet/IP, EtherCAT, PROFINET, DeviceNet, PROFIBUS DP V0 & V1	Ethernet/IP y Modbus TCP (puerto dual), CANopen daisy chain, ProfiNet, Profibus DP V1 y DeviceNet.	Opcional	Tarjetas opcionales
extensión de E/S, controlador IVC, soluciones multi-bomba.	extensión de E/S	extensión de E/S, interfaz para encoder, controlador IMC	extensión de E/S e interfaz para encoder.		

# Guía de selección de variadores de velocidad

## ALTIVAR MACHINE

## ALTIVAR BI

Máquinas simples

Máquinas estándar

Máquinas complejas

Bombas y ventiladores



- Recomendado
- Podría ser usado
- No recomendado

La compatibilidad con la aplicación es referencial, contactar con Schneider Electric en caso de requerir una asesoría específica.

		Altivar 12 Unidad compacta para la pequeña industria OEM y máquinas comerciales.	Altivar 312 Variador estándar para máquinas industriales y OEM	Altivar 32 Variador avanzado compacto para máquinas industriales.	Altivar 212 Variador diseñado para bombas y ventiladores en aplicaciones HV edificios.
<b>Aplicaciones típicas</b>					
Bombas	Centrifuga	●	●	●	●
	Efluentes	●	●	●	○
	Piston	●	●	●	○
	Sumergible	●	●	●	○
	Aspiradora	●	●	●	○
Ventiladores	●	●	●	●	
Compresores	Piston	●	●	●	○
	Refrigeración	●	●	●	○
	Tornillo	●	●	●	○
	Scroll	●	●	●	○
Aplique	●	●	●	○	
Soplador	●	●	●	○	
Centrifuga	○	●	●	○	
Transportadores	●	●	●	○	
Inturadora	●	●	●	○	
Extrusora	●	●	●	○	
Grinder	●	●	●	○	
Polipasto	○	●	●	○	
Ascensor	○	●	●	○	
Mezclador	●	●	●	○	
Preso	●	●	●	○	
Refinador	●	●	●	○	
Sierra	●	●	●	○	
Sepamador	○	●	●	○	
<b>Características</b>					
Tensión de alimentación		1Φ 100 a 120V 1Φ 200 a 240V 3Φ 200 a 240V	1Φ 200 a 240V 3Φ 200 a 240V 3Φ 380 a 500V*	1Φ 200 a 240V 3Φ 380 a 500V	3Φ 200 a 240V/ 3Φ 380 a 480V
Rango de potencia		0.18...4kW	0.18...15kW	0.18...15kW	0.75...75kW
Grado de protección		Estándar IP20	IP21	IP20	IP21, IP55
Funciones de control motor		Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor) y bomba/ventilador (U/f cuadrático)	Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor) y bomba/ventilador (U/f cuadrático)	Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor), bomba/ventilador (U/f cuadrático), ahorro de energía y sincrónico	Estándar (U/f), avanzado (control vectorial sin sensor) y bomba/ventilador (U/f cuadrático) y ahorro de energía
Sobrecarga motor (típico)		150...170% Tn	170...200% Tn	170...200% Tn	120% Tn
Número de funciones		40	50	150	50
Número de E/S	Entradas analógicas	1	3	3	2
	Entradas lógicas	4	6	6	3
	Entrada de seguridad	0	0	1	0
	Salidas analógicas	1	1	1	1
	Salidas lógicas	1	-	1	-
	Salidas de relé	1	2	2	2
Funciones de seguridad		-	-	Cat 3, SIL2- STO, SLS, SS1	-
Comunicaciones	Integrada	Modbus	Modbus, CANopen	Modbus, CANopen	Modbus, BACnet, APOC, FLN, METASYS N2
	Opcional	-	CANopen daisy-chain, DeviceNet, PROFIBUS DP, Modbus TCP	DeviceNet, PROFIBUS DP, EtherNet/IP, Modbus TCP, EtherCAT, PROFINET	LoriWorks
Tarjetas opcionales		-	-	-	-

Nota: \*Para otros niveles de tensión y potencia, consultar con su representante local de Schneider Electric.