



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE
ALTA PRESIÓN ELASTOGRAN GMBH”**

Autores:

Casa Quilumba Cristian Darío

Suarez Chiluisa Marco Javier

Tutor:

Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda

Latacunga - Ecuador

2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Casa Quilumba Cristian Darío con número de C.I. 050372053-4 y Suarez Chiluisa Marco Javier con número de C.I. 050360495-1 de la carrera de Ingeniería Electromecánica, con el Título de Proyecto de Investigación:

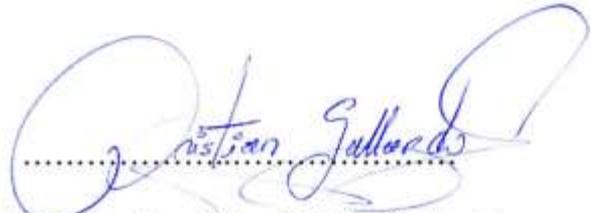
“AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN ELASTOGRAM GMBH”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo tanto expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 13 de febrero del 2017

Para constancia firman:


.....
Nombres: Ing. MSc. Luigi Freire
CC. 050252958-9
LECTOR 1 (Presidente)


.....
Nombres: Ing. MSc. Cristian Gallardo
CC. 050284769-2
LECTOR 2


.....
Nombres. Ing. MSc. Efrén Barbosa
CC. 050142072-3
LECTOR 3



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Casa Quilumba Cristian Darío y Suarez Chiluisa Marco Javier declaramos ser autores del presente proyecto de investigación:

“AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN ELASTOGRAN GMBH”, siendo el Ing. Carlos Espinel director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....
Casa Quilumba Cristian Darío
050372053-4

.....
Suarez Chiluisa Marco Javier
050360495-1



AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN ELASTOGRAN GMBH”, de Casa Quilumba Cristian Darío y Suarez Chiluisa Marco Javier, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, enero, 2017

El Director



.....
Ing. Carlos Espinel



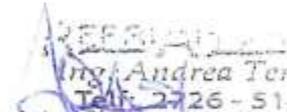
AVAL DE AUSPICIO

Yo, **Terán Cueva Andrea Viviana** con cedula N° 171179278-6 propietaria de la Máquina inyectora de poliuretano de alta presión Elastogran GMBH manifiesto que la máquina mencionada está fuera de servicio y se pretende poner en funcionamiento para lo cual me comprometo a financiar y facilitar la compra de elementos necesarios para la puesta en marcha de la inyectora, a los señores; **Cristian Darío Casa Quilumba** con cedula N° 050372053-4 y **Marco Javier Suarez Chiluisa** con cedula N° 050360495-1, estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Carrera de Ingeniería Electromecánica y de esta manera ayudarles en su proyecto de grado.

CERTIFICO QUE:

El proyecto está financiado en su totalidad por la empresa refriahorro de la cual soy la propietaria.

Latacunga, 13 de Septiembre de 2016.


Ing. Andrea Terán
Telf. 2726-514
La Concordia - Ecuador

Ing. Andrea Terán Cueva

171179278-6

PROPIETARIA

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por la Vida, la salud que nos brinda cada día, por haber llegado a mi Vida y conocer de su palabra

A mi gentil Universidad Técnica de Cotopaxi, a mi querida carrera Ingeniería Electromecánica y a la docencia de toda mi trayectoria Universitario de ofrecer sus conocimientos hacia a mi persona.

A mi director de tesis por su tiempo incondicional, por ser mi guía y ofrecer sus conocimientos para el realce del proyecto.

A mis padres por traerme al mundo y crecerme con principios y valores que me han fortalecido en mi Vida.

A mi hermano Fernando por ser una persona ejemplar de lucha y sacrificio durante sus estudios, por compartir ideas y experiencia vividas que nos ayudan a seguir luchando día a día.

Cristian Darío Casa Quilumba

DEDICATORIA

A Jehová mi Dios por haber llegado a mi Vida y conocer de su palabra, por los días bendecidos que viví durante mi carrera y que gracias a la misma tengo una Vida llena

A mi madre, por la Vida que tengo y que sus ideas fueron el pilar fundamental de seguirme preparando, por las alegrías y tristezas de días oscuros vividos y acompañarme en muchas situaciones y darme consejos que fortalecieron mi Vida.

A mi padre, por el apoyo que ha me brindado y los consejos que me llevaron por un buen camino de no hacer cosas que después me lamente y luego me arrepienta.

A mis hermanos y hermanas que me hay brindado su Amor e ideas que me han incentivado de aprender nuevas cosas y ser una persona preparada siempre poniendo a Dios en primer lugar.

Casa Quilumba Cristian Darío

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por la vida y las bendiciones enviadas cada día, para mí y a mi familia por el apoyo incondicional por su amor infinito.

A mi familia especialmente a mis padres por enseñarme a ser perseverante y no darme por vencido, porque de ello aprendí a trabajar y valorar lo obtenido con esfuerzo. A mis abuelos, tías y tíos ya que, con el apoyo, la confianza y los consejos día a día estuvieron pendientes durante este proceso de estudio, a mis pequeños de la casa Andrés y Nataly por enseñarme algo muy importante mantener la paciencia travesuras y locuras. A ti... por el apoyo durante todo este tiempo por haber creído en mí y haber estado desde el inicio hasta al final de esta carrera.

Agradezco a esta noble institución especialmente a la CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA por abrirme las puertas para así cumplir con una meta más de la vida que es ser un profesional.

Marco Javier Suarez Chiluisa

DEDICATORIA

A Dios por la sabiduría que me ha dado para afrontar los momentos difíciles y por permitirme llegar a este momento tan anhelado.

A mis padres Marco y Mariana por la fortaleza que siempre han demostrado, por sus sabios consejos, el apoyo incondicional y los valores inculcados, por ser un ejemplo seguir.

A mis pequeños de la casa que desde el día que vinieron a mí ha sido mi fortaleza y para que este trabajo sea ejemplo de superación en su vida.

A mi esposa por haber luchado día a día junto a mí

A mí por mi esfuerzo y temple para haber trabajado y estudiado paralelamente y no haber desmayado.

Marco Javier Suarez Chiluisa

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	iv
AVAL DE AUSPICIO	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS:	5
General	5
Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
Antecedentes históricos.....	7
Descripción del poliuretano.....	7
Termoestables y termoplásticos (poliuretano termoplástico).....	7
Poliuretanos que son elastómeros:.....	8
Composición química.....	8
Reactividad.....	9
Aplicaciones de los poliuretanos	11

Algunas aplicaciones de poliuretanos flexibles.....	11
Algunas aplicaciones de poliuretanos rígidos	11
Descripción de la máquina inyectora de poliuretano	11
Componentes del sistema.....	11
Sistema de almacenamiento de los componentes.....	12
Sistema de calefacción de los componentes.....	12
Cabezal de inyección.....	13
Tablero de control	13
Unidad Hidráulica	14
Área mecánica.....	14
Bomba hidráulica Rexroth A2VK.....	14
Bombas de engranajes.....	16
Bombas Centrifugas	17
Dispositivos auxiliares	18
Válvulas distribuidoras o direccionales.....	18
Válvulas reguladoras de presión.....	19
Válvulas manuales.....	20
Válvula de alivio de presión.....	20
Manómetros.....	21
Área eléctrica	21
Motor AC asíncronos	21
Principio de funcionamiento.	21
Deslizamiento.....	22
Características del arranque estrella – triangulo.....	22
Diseño del circuito de fuerza.....	23
Sensores de presión (Presóstatos)	27
Transductor de presión.....	27
Sensor de nivel capacitivo.....	28
Sensores de temperatura (Termocuplas tipo J).....	28
Controladores de temperatura.	30
Controladores de temperatura (termostatos)	30
Elementos de Controladores.....	31
Pulsantes.....	31
Relé Electromagnético	32
Contactores.....	32
Fusibles.	35

Introducción a la automatización	36
Automatización industrial	36
Control.....	36
Clasificación de los sistemas de control.....	37
El P.L.C.....	38
Lógica programable.....	39
Interfaces.....	40
Módulos de Entrada	40
Módulos de salida.....	41
Módulo de expansión para Termocuplas.....	41
Sistema de control o supervisión.....	41
Panel Unitronics Visión V200-18-E1B	42
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPÓTESIS	43
Hipótesis.....	43
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	43
Datos técnicos de Inyectora de poliuretano.....	43
Trabajos efectuados en la máquina.....	44
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	49
Variable independiente.....	49
Variable dependiente.....	49
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	49
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO	50
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
15. BIBLIOGRAFÍA.....	55
16. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de esfumación del poliuretano.....	9
Figura 2: Tanques de almacenamiento de	12
Figura 3: Elementos que calientan el agua.....	12
Figura 4: Cabezal de inyección	13
Figura 5: Tablero de control	13
Figura 6: Unidad hidráulica.....	14
Figura 7: Bomba hidráulica Rexroth	16

Figura 8: Bomba de engranes	17
Figura 9: Bomba Centrifuga	17
Figura 10: Electroválvula distribuidora	19
Figura 11: Válvulas reguladoras de presión.	19
Figura 12: Válvulas manuales	20
Figura 13: Válvula de alivio de presión.....	20
Figura 14: Manómetros de presión.....	21
Figura 15: Motor AC asíncrono.....	22
Figura 17: Presóstato de baja presión para el sistema	27
Figura 18: Transductor de presión.....	28
Figura 19: Sensor de nivel capacitivo.....	28
Figura 20: Termocupla tipo J.....	30
Figura 21: Controlador de temperatura	30
Figura 22: Termostato	31
Figura 23: Pulsantes y selectores Siemens	31
Figura 24: Estructura del relé termomagnético	32
Figura 25: Fusibles tipo distribución.....	35
Figura 26: Curva característica tiempo - corriente	35
Figura 27: Porta fusibles.....	36
Figura 28: Sistema de control automático	37
Figura 29: Sistema de control de lazo abierto	37
Figura 30: Sistema de control lazo cerrado	38
Figura 31: PLC Unitronics V200-18-E1B.....	38
Figura 32: Ventana del software VisiLogic.....	39
Figura 33: Módulos de expansión	41
Figura 34: Pantalla Unitronics Visión 230	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto	4
Tabla 2: Actividades de los objetivos planteados.....	6
Tabla 3: Características de la espuma de poliuretano.....	10
Tabla 4: Datos técnicos de la bomba Brueninghaus Hydromatik Rexroth A2VK	15
Tabla 5: Características de la bomba según dato de placa.....	16

Tabla 6: Simbología de vías y posiciones de las válvulas	18
Tabla 7: Datos de los Motores Eléctricos	23
Tabla 8: Factor de conversión	24
Tabla 9: Resultados de valores de Kw A Hp	25
Tabla 10: Estado de los motores eléctricos	25
Tabla 11: Designación de los motores eléctricos	26
Tabla 12: Datos técnicos de referencia de las termocuplas	29
Tabla 13: Categorías para circuitos de potencia	34
Tabla 14: Datos técnicos de la maquina inyectora de poliuretano	43
Tabla 15: Trabajos efectuados en el área mecánica.....	44
Tabla 16: Trabajos efectuados en el área eléctrica	46
Tabla 17: Operacionalización de la independiente	49
Tabla 18: Operacionalización de la independiente	49
Tabla 19: Presupuesto tecnológico	50
Tabla 20: Presupuesto materiales y suministros mecánicos	50
Tabla 21: Presupuesto materiales y suministros eléctricos	51
Tabla 22: Presupuesto suministros de oficina y otros	52
Tabla 23: Inversión del proyecto	53

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación deslizamiento... ..	22
Ecuación 2. Ecuación tensión de arranque	23
Ecuación 3. Ecuación intensidad de arranque	23
Ecuación 4. Ecuación de Potencia Trifásica	24
Ecuación 5. Ecuación conversión de Potencia a HP	24
Ecuación 6. Ecuación Corriente Trifásica	26
Ecuación 7. Ecuación velocidad sincrónica	26
Ecuación 8. Ecuación Corriente monofásica	31
Ecuación 9. Ecuación de sobrecargas del relé	32
Ecuación 10. Ecuación Factor de marcha del contactor	33

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: “AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN ELASTOGRAN GMBH”

Autores: Casa Quilumba Cristian Darío

Suarez Chiluisa Marco Javier

RESUMEN

En el Ecuador se puede observar los esfuerzos realizados para la incorporación de nuevas tecnologías, en los diferentes procesos industriales y comerciales, por lo que se hace necesario tener en cuenta una gran variedad de criterios para la producción de poliuretano garantizando que el proceso sea confiable, preciso y rentable. En el presente proyecto se destaca la automatización del tablero de control eléctrico de la máquina inyectora de poliuretano a altas presiones. La empresa “REFRIAHORRO” se especializa en la venta de repuestos para equipos y cuartos de refrigeración y además desea implementar a sus líneas, la producción de espuma de poliuretano para aislamiento térmico, evitando que se importen, reduciendo el costo del producto y aumentando su rentabilidad, actualmente cuenta con una máquina inyectora de poliuretano fuera de servicio marca Elastogran GmbH de procedencia alemana. Realizar un mantenimiento preventivo, correctivo de los elementos eléctricos y mecánicos es el primordial objetivo propuesto para alcanzar la repotenciación, automatización, supervisión y control del proceso, mediante la utilización de un PLC, plataforma Touch panel logrando de esta manera poner en marcha la máquina obsoleta. Para alcanzar el objetivo propuesto se realizó una investigación de campo, visitando empresas donde se pueda visualizar los procesos con el mismo principio de funcionamiento de la inyectora, mediante la reparación de componentes principales como bombas, motores y el sistema de control, se pudo dejar todo a punto evitando que se presenten averías posteriormente. Refriahorro tiene la necesidad de recuperar la inversión realizada, mediante la implementación de elementos tecnológicos industriales modernos en la máquina inyectora de poliuretano, alcanzando de esta manera la homogenización correcta del polyol e isocianato a grandes presiones de esta forma se garantiza la dosificación óptima de los dos componentes.

Los investigadores creen conveniente que la empresa que auspicia el trabajo investigativo confíen completamente en el proyecto, ya que se está recuperando una máquina obsoleta y con el financiamiento económico es factible su ejecución.

Palabras clave: Poliuretano, mantenimiento, automatización, control y supervisión.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

Authors: Casa Quilumba Cristian Darío

Suarez Chiluisa Marco Javier

TOPIC: “AUTOMATION OF HIGH PRESSURE POLYURETHANE INJECTION MACHINE ELASTOGRAN GMBH”

ABSTRACT

In the Ecuador, you can see the efforts made for the incorporation of new technologies, in different processes, industrial and commercial, so it is necessary to take into account a wide variety of criteria for the production of polyurethane guaranteeing that the process is reliable, accurate, and cost-effective. This project highlights the electrical panel of machine automation polyurethane high pressure injector. The enterprise "REFRIAHORRO" is specialized in the sale of spare parts for equipment and refrigeration rooms and in addition want to implement to their lines, the production of polyurethane foam for thermal insulation avoiding they are imported, reducing the cost of the product and increasing their profitability, currently boasts an off-duty polyurethane injection machine brand Elastogran Gmbh made in Germany. Perform preventive maintenance, corrective of the electrical and mechanical elements is the primary objective to achieve the repowering, automation, monitoring and control of the process, through the use of a PLC, platform Touch panel, achieving in this way the obsolete machine. To achieve the proposed objective field research was carried out, visiting companies processes with the same principle of operation of the fuel transfer, through the repair of major components like pumps, motors and control system, which can display could be everything to point avoiding faults arise later. Refriahorro you need to recover the investment made, by the implementation of modern industrial technological elements in the machine injection of polyurethane, reaching in this way correct homogenization of polyol and isocyanate to great pressure in this way guarantees the optimum dosage of the two components.

The researchers believe suitable that the company that sponsors the research work trust fully in the project, since an obsolete machine being recovered and with the economic financing is feasible implementation.

Key Words: Polyurethane, Maintenance, Automation, Control and Supervision.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE
IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CASA QUILUMBA CRISTIAN DARÍO Y SUAREZ CHILUISA MARCO JAVIER**, cuyo título versa “**AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN ELASTOGRAN GMBH**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, enero del 2017

Atentamente,

Lic. Gladys Sánchez A.
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 210027537-5

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO DE ALTA PRESIÓN ELASTOGRAN GMBH”

Fecha de inicio:

Octubre 2016

Fecha de finalización:

Marzo 2017

Lugar de ejecución:

La empresa seleccionada para realizar el proyecto de investigación es EDUPLASTIC que se encuentra ubicada en la Panamericana Norte Km.5, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, zona 3.

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica.

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda.

Sr. Cristian Darío Casa Quilumba.

Sr. Marco Javier Suárez Chiluisa.

Área de Conocimiento:

Optimización y automatización de maquinaria y procesos productivos.

Línea de investigación:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la UTC:

Línea 4.- Procesos Industriales. - Promover el desarrollo de tecnologías y diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al cambio de la matriz productiva.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Equipamiento tecnológico y mantenimiento electromecánico.

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Refriahorro se especializa en la venta de equipos de refrigeración, así como sus respectivas piezas y partes, actualmente cuenta con una máquina inyectora de poliuretano marca Elastogram GMBH de procedencia alemana, la misma que salió de funcionamiento por un problema eléctrico en su tablero de control y por tal razón fue deshabilitada.

Actualmente los elevados costos de la maquinaria, que posee tecnología moderna dificultan, para que el empresario pueda invertir y poder ampliar su infraestructura, mejorar la calidad del producto y obtener el crecimiento de la industria en el país.

Los investigadores creemos conveniente que la empresa que auspicia el trabajo investigativo confíen plenamente en el proyecto, ya que se está recuperando una máquina obsoleta, con miras a realizar productos de poliuretano y mejorar la producción mediante el rediseño y automatización del tablero eléctrico de la dosificadora, esto ayudara a la reducción de precios en la elaboración del proyecto, optimizando tiempo, recursos humanos, tecnológicos y económicos.

La implementación de elementos modernos, hace que el proyecto tenga una dirección centrada a la automatización industrial, añadiendo estos dispositivos el nivel de competitividad aumenta para los estudios académicos y científicos de la universidad, y específicamente una profunda investigación en los investigadores, cabe señalar que la utilidad de esta automatización será de mucha importancia para la empresa “REFRIAHORRO”, y con el financiamiento económico

de la empresa es factible la ejecución de este proyecto, ya que los elementos a emplearse son costosos debido a su moderna tecnología.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La inyección de poliuretano es un proceso químico, en donde se mezclan dos tipos de componentes; el polyol y el isocianato. En este proceso se produce la reacción química de los dos componentes a altas presiones, temperaturas adecuadas y oxigenación.

Una vez estando la mezcla a una presión determinada se inyecta dentro un molde caliente, con una determinada densidad y cantidad. En el intervalo de tiempo en el que permanece en el molde, la mezcla obtenida se llama poliuretano, genera un incremento en su volumen, volviéndose esponjoso, copiando las formas del molde donde se aloja. El resultado es una esponja rígida o suave, dependiendo de la densidad y tipo de químico, que adopta las formas y dimensiones similares a las partes del molde.

Algunas de las características del poliuretano que le han convertido en un excelente material aislante entre otros usos diversos son sus buenas propiedades físicas y térmicas, manteniendo todas sus propiedades técnicas en un margen que va de los 50°C bajo cero a 110°C.

El presente proyecto de investigación pretende analizar a profundidad un estudio del sistema de control idóneo para manejar los rangos de temperatura, caudales, presión, entre otros aspectos y darnos una mayor funcionabilidad para aumentar la producción industrial del poliuretano, mediante pruebas de campo para medir y visualizar su funcionamiento utilizando instrumentos de medición y a su vez examinando los resultados obtenidos con los criterios referenciales que existen al respecto.

Al finalizar este proyecto se pretende poner en marcha una máquina obsoleta con un bajo costo de repotenciación y la utilización de un PLC para automatizar el sistema, y consiguiendo así detectar cualquier falla que se pudiese presentar. Además de dar a conocer la importancia que tiene para la empresa la automatización de su máquina.

Por lo señalado el proyecto es viable en su ejecución.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto

Beneficiarios Directos	N°	Beneficiarios Indirectos	N°
Propietarios de la Empresa Refriahorro			
Sr. Cristian García	2	Trabajadores de la empresa	6
Sra. Andrea Terán			
Postulantes: Casa Cristian			
Suarez Marco	2	Proveedores del producto	-

Fuente: Los investigadores

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La automatización industrial sin lugar a dudas, es un ámbito tecnológico moderno efectuadas en las diferentes industrias del mundo. Esta modernización implementada en la maquinaria hace que se reduzca los tiempos de producción y por ende aumentando su rentabilidad.

En la presente investigación se pretende automatizar una inyectora de poliuretano de alta presión Elastogram GmbH de procedencia alemana, por el motivo de traslado desde el Perú hacia el Ecuador fue desmontada y deshabilitada, en donde por falta de personal especializado y desconocimiento técnico se produjo una incorrecta conexión en su tablero de control provocando un daño, motivo principal por la cual quedo fuera de servicio.

El propósito de este proyecto busca poner en marcha la máquina inyectora obsoleta, controlando los parámetros de temperatura y presión de los componentes isocianato y polyol que son las materias primas para la elaboración de espuma de poliuretano, mediante la implementación de la plataforma touch panel se visualizará que la dosificación sea correcta. Con la automatización del tablero de control se disminuirá los tiempos de producción, garantizando que las inyecciones sean las adecuadas y el producto sea de calidad.

La Universidad Técnica de Cotopaxi, hace énfasis en las investigaciones que busquen promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo, fomentando la producción industrial limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial. Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país.

6. OBJETIVOS:

General

Repotenciar la máquina inyectora de poliuretano de alta presión Elastogram GMBH mediante la automatización del tablero de control para la inyección correcta del poliuretano en la empresa REFRIAHORRO.

Específicos

- Recopilar información necesaria de la máquina y su funcionamiento.
- Establecer los elementos correctos los cuales se implementarán en la máquina.
- Determinar los parámetros involucrados en la máquina de inyección de poliuretano para el correcto funcionamiento.
- Comprobar si la dosificación del polyol e isocianato son las correctas para la inyección.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades de los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Recopilar información necesaria de la máquina y su funcionamiento.	Revisión de manuales, páginas web y normas para la producción.	Conocer el funcionamiento, tipos y características de la máquina inyectora.	Bibliográfica, Consultar libros y catálogos de ciertos fabricantes.
Establecer los elementos correctos los cuales se implementarán en la máquina.	Entrevista a un técnico especializado en el campo para una capacitación de los elementos que la componen. Limpieza y sustitución elementos deteriorados para evitar desperfectos en el sistema.	Eliminar las posibles averías que puedan presentarse en la puesta en marcha de la máquina.	Obtener la información y resultados requeridos, a través del técnico especializado para un correcto mantenimiento.
Determinar los parámetros involucrados en la máquina de inyección de poliuretano para el correcto funcionamiento.	Comprobar si las variables controladas de presión y temperatura son las idóneas.	Mantener los componentes con una temperatura adecuada para su utilización y garantizar que la presión sea la apropiada para la inyección.	Medir la temperatura y presión de los componentes mediante instrumentos de medida.
Comprobar si la dosificación del Polyol e isocianato son las correctas para la inyección.	Selección del PLC y el TOUCH panel de acuerdo con las entradas y salidas, para la programación y poner en marcha.	Puesta en marcha de la máquina, con la mezcla aceptable de los componentes para la obtención de la producción deseada.	Visualización del funcionamiento de la máquina comprobando su adecuada inyección.

Fuente: Los investigadores

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Antecedentes históricos.

“El descubrimiento del poliuretano se remonta al año 1937, gracias a las investigaciones desarrolladas por Otto Bayer. Se empezó a utilizar en la década de los 50, ya que hasta entonces no existieron máquinas capaces de procesarlo”. (RIGIDO, 2016) p. 6

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento más famosas, es un modo simple de fabricar componentes con formas geométricas complejas. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluye un molde. Se fabrica una cavidad cuya forma es idéntica a la pieza que se desea obtener y para su tamaño se aplica un factor de contracción el cual se agrega en las medidas de la cavidad para que al enfriarse la pieza moldeada se logren las dimensiones deseadas. (Fundación Wikimedia, Moldeo por inyección, 2016)

El proceso consiste en inyectar poliuretano a una elevada presión y temperatura mediante un cabezal de inyección dentro de las cavidades de un molde hasta enfriarse, para alcanzar las dimensiones y formas deseadas.

Descripción del poliuretano

Un polímero que se obtiene mediante condensación de polyol combinado con isocianato, que son líquidos a temperatura ambiente, produce una reacción química exotérmica. Esta reacción química se caracteriza por la formación de enlaces entre los componentes mencionados, consiguiendo una estructura sólida, uniforme y muy resistente. (Vamptech-Iberica SL., 2016)

El poliuretano es un plástico que puede ser rígido o flexible, se fabrica a partir de la reacción química de isocianatos y polyoles, se caracteriza por su baja densidad y son muy utilizados como aislantes térmicos y espumas resilientes, adhesivos y selladores de alto rendimiento.

En la página (es.scribd.com, 2015) menciona que, “El poliuretano (PU) se clasifican en dos grandes grupos”:

Termoestables y termoplásticos (poliuretano termoplástico):

Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas resilientes. Se caracteriza por elasticidad, su alta resistencia a la abrasión, al desgaste y a la conservación de propiedades mecánicas a muy bajas temperaturas.

Poliuretanos que son elastómeros:

Son elastómeros, adhesivos y selladores de alto rendimiento, pinturas, fibras, sellantes, para embalajes, juntas, preservativos, componentes de automóvil, en la industria de la construcción, del mueble y múltiples aplicaciones más”.

Ventajas

- Posee una gran rigidez estructural perfeccionada con la relación precio/ aislamiento.
- Con el poliuretano obtenemos la máxima adherencia sobre cualquier superficie consiguiendo un aislamiento continuo sin juntas ni puentes térmicos.
- Muy buena flexibilidad a bajas temperaturas.
- Considerable ahorro de energía tanto en refrigeración como en calefacción.
- No absorbe la humedad ambiental.

Inconvenientes

- El costo puede ser alto en comparación con el aislamiento tradicional (lana de vidrio o poliestireno expandido).
- La mayoría de estas espumas liberan vapores tóxicos cuando se queman.
- Es difícil reciclar algunas espumas en un edificio existente, por la estructura de las sustancias químicas y procesos implicados.
- La mayoría de las espumas requieren protección de la luz solar y disolventes

Composición química.

“El poliuretano es por lo general la mezcla de dos componentes o sistema bicomponente, el A y el B, en una proporción estequiométricamente definida por el químico que diseña la fórmula”.
(es.scribd.com, 2015)

El poliuretano para ser fabricado se parte desde la reacción de dos componentes. En función del producto final, a continuación, se definen los componentes:

- **Componente A**

Consiste en el Polyol: una mezcla cuidadosamente formulada y balanceada de glicoles (alcoholes de elevado peso molecular).

Se encuentran en mezcla con agentes espumantes y otros aditivos tales como aminas, siliconas, agua, propelentes y catalizadores organometálicos; condicionan la reacción y dan las características a la espuma final. La apariencia es como miel viscosa y puede tener un fuerte olor amoniacal.

- **Componente B**

El componente B es una mezcla de Isocianatos, a veces prepolimerizados (pre-iniciado), con un contenido de grupos NCO que puede variar desde el 18 al 35% en funcionalidad.

Algunos son color café, muy viscosos (3000-5000 cps-Viscosímetro Brookfield), y otros son casi transparentes y fluidos. En ocasiones son mantenidos en atmósfera seca de nitrógeno.

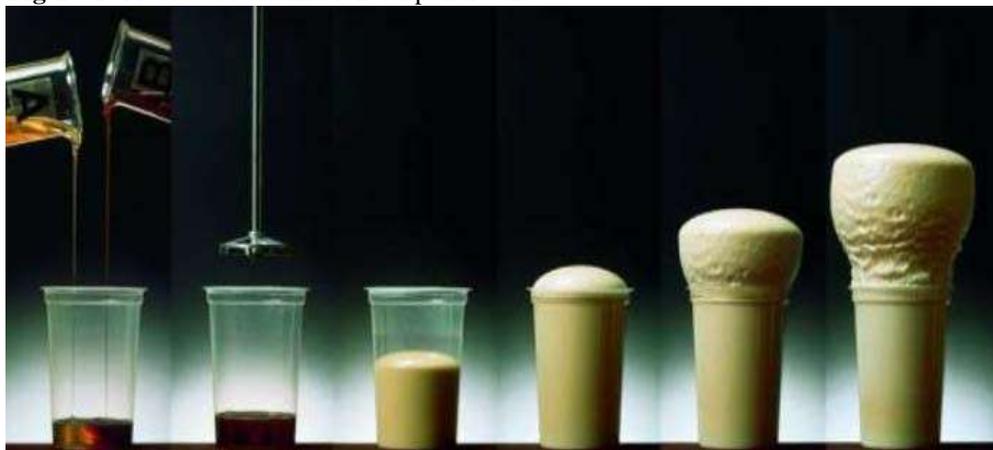
Reactividad

La reactividad se puede observar en una simple inspección visual y, en el caso de las espumas, está dividida en los siguientes tiempos, medidos en segundos:

- Tiempo de crema: 5-15 s. Formación de monómeros y polímeros.
- Tiempo de hilo: 30-70 s. Estructuración, formación de redes cristalinas.
- Tiempo de subida: Finalización de la expansión.
- Tacto libre: 10-50 s. Formación de piel, finalización de la reacción. La superficie del material deja de ser adhesiva.

En la figura 1 se muestra la reacción que producen los químicos del polyol e isocianato al mezclarse hasta alcanzar la espuma flexible, rígida o elastómero de poliuretano, todo esto dependiendo de su densidad.

Figura 1: Proceso de esfumación del poliuretano



Fuente: Libro blanco del poliuretano.

El Isocianato y el Polyol, al mezclarse, ocasionan una serie de reacciones químicas que conducen a enlaces de uretanos, poliuretanos, alofanatos, ureas modificadas, cianatos prepolímeros etc. En total unas 17 reacciones químicas simultáneas, en que el paquete de catalizadores hace que se tome una dirección preferente u otra. (Diaz & Pineda, 2010)

Tabla 3: Características de la espuma de poliuretano

PROPIEDAD	DENSIDAD DE 30 KG/M3 A 35 KG/M3	DENSIDAD DE 45 KG/M3 A 50 KG/M3	NORMA
Resistencia a la compresión (10% deformación)	170 kPa	De 250 kPa a 400 kPa	UNE EN 1606
Absorción de agua a largo plazo	<2 % Vol.	<2 % Vol.	UNE EN 12087
Contenido en célula cerrada	>90 %	>90 %	ISO 4590
Estanqueidad al agua	Satisfactorio	Muy satisfactorio	UNE EN 1928
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	$\geq 65 \mu$	$\geq 75 \mu$	UNE EN 12086
Coef. Conductibilidad térmica (10°C) (Valor inicial)	0,021	0,021	UNE EN 12667
Coef. Conductibilidad térmica (10°C) (Valor envejecido = Valor cálculo)	0,028 W/(m·K)	0,028 W/(m·K)	UNE EN 12667 UNE 92120-1

Fuente: (RIGIDO, 2016)

Las distintas combinaciones y algunas de las reacciones según el porcentaje de dosificación del polyol e isocianato permiten fabricar una gama de productos como:

- Espumas flexibles o rígidas
- Espumas de revestimiento integral rígidas y flexibles
- Elastómeros
- Recubrimientos
- Sellantes

- Paneles de aislamiento para edificios
- Colchones y muebles tapizados
- Asientos de automóviles
- Neveras y congeladores domésticos
- Paneles de madera compuesta
- Calzado

Aplicaciones de los poliuretanos

- **Algunas aplicaciones de poliuretanos flexibles**

Abarcan la industria de paquetería, en la que se usan poliuretanos anti-impacto para embalajes de piezas delicadas. Su principal característica es que son de celdas abiertas y baja densidad (12-15 kg/m³).

- **Algunas aplicaciones de poliuretanos rígidos**

Poliuretanos rígidos de densidad 30-50 kg/m³, utilizados como aislantes térmicos. La capacidad de aislamiento térmico del poliuretano se debe al gas aprisionado en las celdillas cerradas del entramado del polímero.

Descripción de la máquina inyectora de poliuretano

La máquina inyectora es un sistema encargado de dosificar con precisión y exactitud para mezclar líquidos conformado por dos componentes, pero antes de ingresar a la inyectora estos componentes son precalentados en un horno a determinada temperatura. Ésta mezcla es realizada utilizando un cabezal de inyección de mezcla.

Componentes del sistema.

Los sistemas que componen la máquina inyectora se pueden dividir de la siguiente forma:

- Sistema de almacenamiento de los componentes.
- Sistema de calefacción y enfriamiento de los componentes.
- Cabezal de inyección.
- Controladores.
- Unidad Hidráulica.

Sistema de almacenamiento de los componentes.

Son dos tanques utilizados como unidad de almacenamiento de los componentes los cuales se conectan a la inyectora, estos componentes se encuentran agitándose dentro de los mismos. Además, consta de un serpentín intercambiador de calor para mantener a una temperatura adecuada los componentes. En la fig. 2 se muestran los tanques en donde se almacenarán los componentes.

Figura 2: Tanques de almacenamiento de los componentes.



Fuente: Los investigadores.

Sistema de calefacción de los componentes.

Este sistema permite mantener la temperatura de los componentes por medio de resistencias eléctricas que calientan el agua, la misma que es recirculada por el sistema mediante las bombas de agua y esa temperatura es transmitida a los componentes para luego ser mezclados e inyectados a los moldes. En la fig.3 se muestra los elementos internos de control de temperatura.

Figura 3: Elementos que calientan el agua.



Fuente: Los investigadores.

El sistema de enfriamiento permite bajar la temperatura de los componentes ya que estos dos componentes son primeramente precalentados antes de ingresar a la inyectora, así mismo, las bombas recirculan agua fría por el sistema. En este sistema existen dos electroválvulas que permiten abrir y cerrar el paso de agua para regular la temperatura de los componentes.

Cabezal de inyección.

En el proceso los dos componentes entran a la cámara de mezcla a través de los mecanismos conectados. Estos permiten regular individualmente la presión de cada componente en el cabezal de inyección. En la fig. 4 se muestra un cilindro y pistón que son movidos mediante presión hidráulica, permiten la circulación del componente a través de las mangueras hasta llegar a la cámara de mezcla en el cabezal de inyección y después, por medio de la boquilla de inyección, se expulsa el material, hacia el molde.

Figura 4: Cabezal de inyección.



Fuente: Los investigadores.

Tablero de control.

El tablero de control en el cual se encuentran dispositivos de alimentación, protección, cableado, fuerza y control para la máquina inyectora como se muestra en la fig. 5.

Figura 5: Tablero de control.



Fuente: Los investigadores.

Unidad Hidráulica.

La unidad hidráulica es la que permite el control del cabezal de inyección y el equipo de calibración. Ésta unidad que se muestra en la figura 6, posee los siguientes elementos:

- 1 tanque de reserva con capacidad de 20 galones.
- 1 motor de 5 HP de corriente alterna.
- 1 bomba de 5 gpm.
- 1 electroválvula
- 1 manómetro medidor de presión.

Figura 6: Unidad hidráulica.



Fuente: Los investigadores.

Área mecánica

Los elementos productores de energía son los encargados de mantener la presión y el caudal constantes en los circuitos, tanto hidráulicos como neumáticos. En ellos se transforma la energía mecánica de rotación del motor que los acciona en energía mecánica de presión en el fluido, pues el efecto que producen sobre él es un aumento de la presión. (Victor L. & Wylie E., 2002)

Se puede acotar que la energía mecánica tiene la capacidad de reducir el trabajo al ser humano, de esta manera se aumenta la precisión del trabajo encargado a estas máquinas con altas presión y movimientos repetitivos.

Bomba hidráulica Rexroth A2VK.

Las bombas variables A2VK de pistón axial de alta presión se utilizan para el bombeo y medición de componentes de poliuretano. Debido a su amplio rango de configuraciones

estándar, la bomba Rexroth proporciona gran versatilidad como un reemplazo de bombas avejentadas. A continuación, en la tabla 4 se detalla los datos técnicos de las bombas

Tabla 4: Datos técnicos de la bomba Brueninghaus Hydromatik Rexroth A2VK

		TAMAÑO	A2VK12	A2VK28	
Desplazamiento	Vg máx.	cm ³	11.6	28.1	
		n = 735 rpm	l / min	8.3	20
Fluir	qv máx.	n = 970 rpm	l / min	10.9	26.4
		n = 1450 rpm	l / min	16.3	39.5
		n = 1800 rpm	l / min	20.3	49.1
		n = 735 rpm	kW	3.4	8.3
Potencia en Ap. = 250 bar	P máx.	n = 970 rpm	kW	4.5	11
		n = 1450 rpm	kW	6.8	16.5
		n = 1800 rpm	kW	8.4	20.4
		n = 735 rpm	kW	3.4	8.3

Fuente: www.hydraulicmotorpump.com

La serie SO7 de este modelo de eje inclinado, el cual tiene una resistencia a la presión en la carcasa y los sellos de hasta 250 bar (3625 psi). Estos modelos son de caudal variable o fijo, con rotación horaria o anti-horaria, controles de caudal a la derecha o la izquierda y en configuración de circuito cerrado o abierto. A continuación, se describen las características:

- Alta precisión de medición y la reproducibilidad de los volúmenes variables bombeo.
- Ajuste manual a través de la rueda de mano con la escala de medición de precisión.
- Presión de trabajo hasta 250 bar
- Componentes de la bomba son compatibles con el medio bombeado debido a emparejamientos especiales de los materiales y elementos de estanqueidad.
- Ruido bajo.
- Excelente rendimiento volumétrico de alta precisión de dosificación.
- Óptima eficiencia volumétrica y con protección contra la corrosión.

Figura 7: Bomba hidráulica Rexroth A2VK12MAOR1G0PE1-SO7.



Fuente: Los investigadores

Según la serie de la placa podemos identificar varias características que tienen las bombas de alta presión según la tabla 5 ejemplo:

Tabla 5: Características de la bomba según dato de placa

A2VK 12 MA O R 4 G 0 P E 1 SO7	
Ítem	Detalle
A2VK	Unidad de pistón axial
12	Tamaño
MA	Dispositivo de control
O	Modo de funcionamiento
R	Dirección de rotación
4	Serie
G	Modelo
0	Accesorio de la válvula
P	Eje de accionamiento
E	Ángulo de giro
1	Ensamblaje de la rueda de mano
SO7	Versión protegida contra la corrosión.

Fuente: Los investigadores

Bombas de engranajes

Están formadas por dos engranajes que separan dos zonas (una de aspiración y otra de impulsión), de manera que la presión se produce por disminución de volumen en la zona de contacto y se mantiene gracias al ajuste y cierre existente entre los dientes en contacto y a la

viscosidad del fluido, que impide el retroceso entre los mismos. En la figura 8 se muestra la estructura externa de la bomba.

Figura 8: Bomba de engranes



Fuente: Los investigadores.

Bombas Centrifugas

Las bombas centrífugas, tienen un rotor de paletas giratorio sumergido en el líquido. El líquido entra en la bomba cerca del eje del rotor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión. El rotor también proporciona al líquido una velocidad relativamente alta que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor” (Mataix, 2002)

Estas bombas reciben fluido por un tubo de aspiración para luego elevar la presión en la cámara interna mediante un rotor que tienen forma de paletas, que lo impulsa en dirección radial, hacia afuera, absorbiendo el agua de este modo la energía, que producirá a la salida de la bomba con una presión apropiada. En la fig. 9 se muestra los elementos internos de la bomba centrífuga.

Figura 9: Bomba Centrífuga



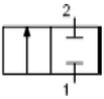
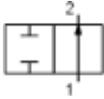
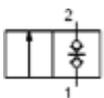
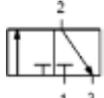
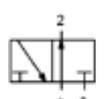
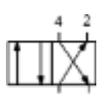
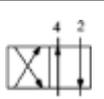
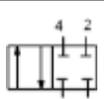
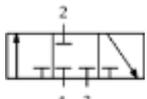
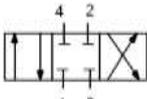
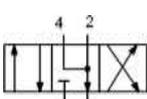
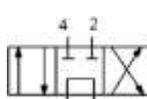
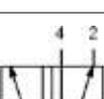
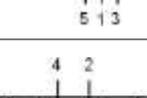
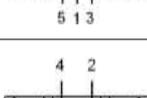
Fuente: gonzalezpyadira.mex.tl

Dispositivos auxiliares

Válvulas distribuidoras o direccionales

Son elementos que dirigen el flujo de fluido, distribuyéndolo por los orificios que debe circular y mandándolo a los órganos que debe alimentar. Su funcionamiento es del tipo todo/nada. El cierre de los distintos orificios que conectan entre sí las vías puede ser de asiento plano o esférico o de asiento deslizante (válvula corredera).

Tabla 6: Simbología de vías y posiciones de las válvulas.

Válvulas direccionales			
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Válvula 2/2 en posición normalmente cerrada		Válvula 2/2 en posición normalmente abierta
	Válvula 2/2 de asiento en posición normalmente cerrada		Válvula 3/2 en posición normalmente cerrada
	Válvula 3/2 en posición normalmente abierta		Válvula 4/2.
	Válvula 4/2		Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada
	Válvula 3/3 en posición neutra normalmente cerrada		Válvula 4/3 en posición neutra normalmente cerrada
	Válvula 4/3 en posición neutra escape		Válvula 4/3 en posición central con circulación
	Válvula 5/2		Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada
	Válvula 5/3 en posición normalmente abierta		Válvula 5/3 en posición de escape

Fuente: es.slideshare.net/simbologia-de-hidraulica-y-neumatica

Estas válvulas pueden presentar dos o tres estados de funcionamiento (posiciones) y varios conductos o vías de conexión, de modo que se nombran o representan mediante dos números:

- La 1ª cifra indica la cantidad total de vías (tanto de entrada como de salida) que tiene la válvula.
- La 2ª cifra indica el número de posiciones de funcionamiento de la válvula.

Figura 10: Electroválvula distribuidora



Fuente: Los investigadores.

Se fabrican electroválvulas con bobinas apropiadas para corriente continua o corriente alterna y cualquier tensión. El consumo eléctrico de estos elementos es muy bajo, del orden de 0.025 amperios para 220 voltios, para tensiones más bajas el consumo aumenta proporcionalmente, por ejemplo, para 24 Voltios el consumo es de aproximadamente 0.25 amperios.

Válvulas reguladoras de presión

Son aquellas que gobiernan el caudal de fluido que circula por los circuitos en función de la presión (de entrada, de salida u otra de pilotaje) o bien en función de la diferencia de dos presiones. En la fig. 12, se muestra la válvula que abren a cierran el paso de los componentes.

Figura 11: Válvulas reguladoras de presión.



Fuente: Los investigadores.

Válvulas manuales.

Por medio de accionamiento manual permite el paso de fluido o se obstruye. Es un tipo de válvula posee un tapón obturador en forma de cono sujeto y accionado por un vástago para abrir, cerrar o regular el paso del fluido. Un ejemplo se muestra en la figura 12.

Así algunos tipos de válvulas pueden ser:

- Válvulas tipo bola.
- Válvulas tipo mariposa.
- Válvulas de compuerta.

Figura 12: Válvulas manuales.



Fuente: Los investigadores.

Válvula de alivio de presión.

La válvula de alivio de presión, también llamada válvula de seguridad, está diseñada para liberar fluido cuando la presión interna supera el umbral establecido. Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo, tubería o tanque por un exceso de presión. La fig. 13 muestra la válvula de alivio que libera el fluido cuando la temperatura supera un límite establecido.

Figura 13: Válvula de alivio de presión.



Fuente: Los investigadores.

Manómetros.

El manómetro es un instrumento que se emplea para la medición de la presión en los fluidos y que generalmente procede determinando la diferencia que hay entre la presión del fluido contenidos en recipientes cerrados y el ambiente. En la fig. 14 se muestra los rangos de medida que suelen estipularse en bares (bar); en el sistema internacional de unidades (SI) o en newton por metro cuadrado que es un pascal (Pa).

Figura 14: Manómetros de presión.



Fuente: Los investigadores.

Área eléctrica

Motor AC asíncronos.

“Los motores asíncronos o de inducción son un tipo de motor de corriente alterna en el que la corriente eléctrica del rotor necesaria para producir torsión es inducida por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator.” (Schneider Electric, 2013)

Los motores asíncronos trifásicos se encuentran entre los más utilizados para el accionamiento de máquinas. El uso de estos motores se impone en la mayoría de las aplicaciones debido a las ventajas que conllevan: robustez, sencillez de mantenimiento, facilidad de instalación.

Principio de funcionamiento.

El principio de funcionamiento de un motor asíncrono se basa en la creación de corriente inducida en un conductor cuando éste corta las líneas de fuerza de un campo magnético, de donde proviene el nombre “motor de inducción”.

Los circuitos eléctricos van situados uno en las ranuras del estator y otro en las del rotor, que está cortocircuitado. El rotor en cortocircuito está formado por bobinas en el exterior de la

máquina directamente o mediante reóstatos; o bien, puede estar formado por barras de cobre colocadas en las ranuras, que han de ser cuidadosamente soldadas a dos anillos del mismo material, llamados anillos de cortocircuito. Este conjunto de barras y anillos forma el motor jaula de ardilla.

Figura 15: Motor AC asíncrono.



Fuente: Los investigadores.

Deslizamiento

“El par motor sólo puede existir cuando una corriente inducida circula por la espira. Para ello es necesario que exista un movimiento relativo entre los conductores activos y el campo giratorio”. (Schneider Electric, 2013)

Por tanto, la espira debe girar a una velocidad inferior a la de sincronización, lo que explica que un motor eléctrico basado en el principio anteriormente descrito se denomine motor asíncrono. La diferencia entre la velocidad de sincronización y la de la espira se denomina deslizamiento y se expresa en %.

$$g = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100 \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

g = Deslizamiento

N_s = Velocidad de sincronismo

N = Velocidad nominal en el eje del motor, lo indica el fabricante.

Características del arranque estrella – triangulo

- Par de arranque: 33% del par de arranque directo.
- Tensión de arranque:

$$I_{arr} = \frac{I_{f}}{\sqrt{3}} \quad (\text{Ec. 2})$$

$$I_{línea} = \frac{I_{fase}}{\sqrt{3}} \quad (\text{Ec. 3})$$

Dónde:

U_f.- tensión de fase

U_L.- tensión de línea

I_f.- intensidad de fase

I_L.- intensidad de línea

Diseño del circuito de fuerza

- **Recolección de datos.**

Para iniciar con la investigación teórica-práctica se hará el resumen de las placas de los motores, para poder guiarnos en la secuencia de activación de motores, con el fin de mantener el funcionamiento original, de esta manera no alterar de ninguna forma la estructura eléctrica o mecánica.

- **Datos recopilados.**

El sistema eléctrico de potencia consta desde su origen con el tablero eléctrico, el mismo que comanda 7 motores de las siguientes características:

Tabla 7: Datos de los Motores Eléctricos.

MOTOR 3 ~	DESCRIPCIÓN	VOLT. Y	VOLT. Δ	KW
M1	Bomba Iso	-	400	5.5
M2	Bomba Poly	-	400	5.5
M3	Hidráulico	-	380	5.5
M4	Agitador Iso	380	220	0.75
M5	Agitador Poly	380	220	0.75
M6	Intercambiador Poly	400	230	0.37
M7	Intercambiador Iso	400	230	0.37

Fuente: Los investigadores

Los datos expuestos en la tabla 4 son extraídos de la placa de características de los motores originales de la inyectora.

Esta relación se determina mediante la siguiente ecuación:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3} \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

P= Potencia (wattios)

V= Voltaje (voltios)

Cos φ= Coseno φ

- **Estandarización de medidas**

Es necesario normalizar los valores de los motores y relacionar con elementos eléctricos que posteriormente se emplearan para lo cual se aplica un valor de conversión de KW a HP entre kilovatios a caballos de fuerza respectivamente:

Tabla 8: Factor de conversión

FACTOR DE CONVERSIÓN		
PASAR DE:	A:	MULTIPLICAR POR:
KW	HP	1.341

Fuente: Los investigadores

Esta conversión se realiza mediante la siguiente ecuación

$$HP = P \cdot 1,341 \quad (\text{Ec. 5})$$

Dónde:

HP = Potencia (hp)

P = Potencia (kw)

1,341 = factor de conversión

Es así, se procede a realizar las conversiones con todos los motores y obtenemos los resultados que se reflejan en la tabla 9:

Tabla 9: Resultados de valores de Kw A Hp

MOTOR 3 ~ 220 V	DESCRIPCIÓN	KW	HP
M1	Bomba Iso	5,5	7,3
M2	Bomba Poly	5.5	7,3
M3	Hidráulico	5.5	7.3
M4	Agitador Iso	0.75	1
M5	Agitador Poly	0,75	1
M6	Intercambiador Poly	0.37	0.5
M7	Intercambiador Iso	0,37	0.5

Fuente: Los Investigadores

- **Pruebas a los motores eléctricos.**

Se efectúa pruebas de funcionamiento a los motores, con arranque directo tomando las debidas precauciones y medidas de protecciones tanto eléctricas como personales, confirmando que se encuentren en buen estado, dando positivo el diagnóstico.

Tabla 10: Estado de los motores eléctricos

MOTOR	DESCRIPCIÓN	ESTADO
M1	Bomba Iso	Excelente
M2	Bomba Poly	Excelente
M3	Hidráulico	Excelente
M4	Agitador Iso	Excelente
M5	Agitador Poly	Excelente
M6	Intercambiador Poly	Excelente
M7	Intercambiador Iso	Excelente

Fuente: Los investigadores

Los mismos que se emplearán para el funcionamiento de la máquina, sus condiciones son excelentes. Los datos recopilados en la tabla 8, son extraídos de las placas de características de cada uno de los motores.

Tabla 11: Designación de los motores eléctricos

MOTOR	DESCRIPCIÓN	VOLT.	VOLT.	AMP.	AMP.	KW	RPM	COS
		Y	Δ	Y	Δ			Ø
3 ~								
M1	Bomba Poly	-	400	-	11.4	5.5	1440	0.81
M2	Bomba Iso	-	400	-	11.4	5.5	1440	0.81
M3	Hidráulico	-	400	-	12,4	5.5	1420	0.82
M4	Agitador Iso	380	220	1.80	3.10	0.75	1670	0.79
M5	Agitador Poly	380	220	1.80	3.10	0.75	1670	0.79
M6	Intercambiador Iso	400	230	0.88	1.53	0.37	2800	0.85
M7	Intercambiador Poly	400	230	0.88	1.53	0.37	2800	0.85

Fuente: Los investigadores

Estas relaciones se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

$$P = \frac{W}{\sqrt{3}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Dónde:

I = Corriente (A) **P**

= Potencia (KW)

Cosp = Coseno fi

$\sqrt{3}$ = Constante red trifásica

$$RPM = \frac{120 \cdot F}{N} \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

RPM = Revoluciones por Minuto

120 = Constante

F = Frecuencia

N° = Números de polos

Análisis de los acoples de los motores.

- Los acoples de los motores batidores son de tipo DIN 115; y el sentido de montaje es vertical pues estos realizan el batido de los químicos una vez en los tanques de almacenamiento.

- El acople del motor que proporcionara la potencia para el sistema hidráulico es de tipo araña y el sentido de montaje es vertical.
- Los acoples de los motores con las bombas elevadoras de presión de polyol e isocianato, son de tipo junta Dentada BoWex® - KTR plástico, el montaje es horizontal.
- Los acoples de los motores que recirculan el agua en el tanque de polyol e isocianato, son de tipo brida, el montaje es horizontal.

Sensores de presión (Presóstatos).

Los presóstatos de la máquina inyectora tienen una forma cuadrada y se encargan de sensar la presión. Los presóstatos abren o cierran sus contactos, y la señal de voltaje se envía al PLC, de acuerdo a la calibración de presión en la cual se requiere que trabaje el sistema.

El fluido ejerce una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos. Cuando la presión baja, un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan. En la fig. 17 se muestra el presóstato de la circulación de isocianato.

Figura 16: Presóstato de baja presión para el sistema de circulación del ISO.



Fuente: Los investigadores

Transductor de presión.

Los transductores permiten visualizar los datos de presión con la cual trabaja la máquina en el instante de su inyección. Los transductores que más se utilizan para detectar presiones son los que operan con base en los principios del extensómetro o los transductores de tipo inductivo; piezoeléctricos; capacitivos, oscilados o de alguna clase similar como los de la fig. 18.

Figura 17: Transductor de presión.



Fuente: Los investigadores.

Sensor de nivel capacitivo.

Establece un rango de nivel mínimo y máximo en el estado que debe permanecer los componentes en los tanques de reserva. Al sensor valores superiores o inferiores a los calibrados, envía una señal al PLC, para su actuación.

Los sensores de la fig. 19 se emplean para la identificación de objetos, para funciones contadoras y para toda clase de control de nivel de carga de materiales sólidos o líquidos.

Figura 18: Sensor de nivel capacitivo.



Fuente: Los investigadores

Sensores de temperatura (Termocuplas tipo J).

Ubicadas en el intercambiador de calor y el sistema de dosificación, se encarga de receptor la temperatura en un punto del proceso, y enviarla al controlador de temperatura el cual determinara la acción a realizar.

Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material soldados en un extremo. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los milivoltios el cual aumenta con la temperatura.

Tabla 12: Datos técnicos de referencia de las termocuplas.

Thermocouple Type	Names of Materials	Useful Application Range (° F)	mV
B	Platinum 30% Rhodium (+) Platinum 6% Rhodium (-)	100 – 3270	0.007 - 13.499
C	W5Re Tungsten 5% Rhenium (+) W26Re Tungsten 26% Rhenium (-)	3000 – 4200	-
E	Chromel (+) Constantan (-)	32 – 1800	0 - 75.12
J	Iron (+) Constantan (-)	-180 -750	-7.52 - 51.05
K	Chromel (+) Alumel (-)	-300 -2300	-5.51 - 51.05
N	Nicrosil (+) Nisil (-)	1200 – 2300	-
R	Platinum 13% Rhodium (+) Rhodium (-)	32 – 2900	0 - 18.636
S	Platinum 10% Rhodium (+) Rhodium (-)	32 – 2800	0 - 15.979
T	Copper (+) Constantan (-)	-300 -750	-5.28 - 20.80

Fuente: www.profesormolina.com

Los rangos de temperatura que fluctúan el material no debe ser mayor a 50 ° C (122 ° F) y con un rango aproximado a 42.2 mV. de tensión, por tal motivo las termocuplas que se utilizaran son de tipo J como se muestra en la fig. 20.

Figura 19: Termocupla tipo J



Fuente: Los investigadores.

Controladores de temperatura.

La máquina utiliza dos controles de temperatura marca AUTOTHERM, los cuales tiene varias opciones incluyendo un control PID. Es usado para la regulación de la temperatura, tiene una entrada procedente de un sensor de temperatura y tiene una salida que está conectada a un intercambiador de calor.

Figura 20: Controlador de temperatura.



Fuente: Los investigadores.

Controladores de temperatura (termostatos).

Posibilitan el control y regulación de temperatura, ubicado en el módulo térmico del agua, cumple la función de controlar la temperatura del calentador y el compresor según el valor que se requiera. Es el encargado de regular la temperatura en este caso manualmente (fig. 22) manteniendo a una temperatura adecuada.

Figura 21: Termostato.

Fuente: Los investigadores.

Elementos de Controladores

Pulsantes.

“Es elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA.” (Schneider Electric, 2013)

Figura 22: Pulsantes y selectores Siemens.

Fuente: Manual Schneider Electric.

Para la elección del pulsante paro, marcha, selectores, para de emergencia y relés le aplica la siguiente ecuación:

$$\square\square = \square.\square\square \quad (\text{Ec. 8})$$

Dónde:

V = Voltaje

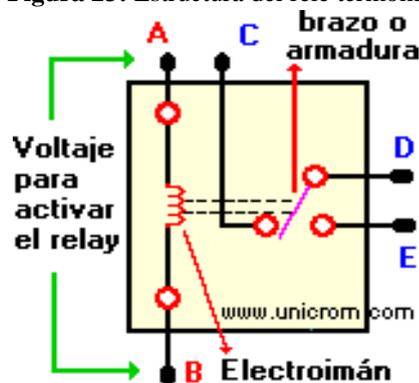
I = Corriente

R = Resistencia

Relé Electromagnético

El Relay o Relé es un interruptor operado magnéticamente. Este se activa o desactiva dependiendo de la conexión cuando el electroimán (que forma parte del Relé) le damos el voltaje para que funcione. Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo.

Figura 23: Estructura del relé termomagnético



Fuente: www.unicrom.com

Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales antes mencionados. Es importante saber cuál es la resistencia del bobinado del electroimán (lo que está entre los terminales A y B) que activa el relé y con cuanto voltaje este se activa. Para determinar el valor del relé de sobrecarga se debe tener en cuenta el valor del factor de servicio de la máquina.

$$I_{relé} = I_n \cdot 1.25\% \quad (Ec.9)$$

Dónde:

I relé = Corriente del relé

I_n = Corriente nominal de la máquina

1.25% = Factor de seguridad

Contactores.

Los contactores realizan la función de permitir el paso de corriente para la activación de los motores dependiendo de las señales eléctricas que envíe el PLC. Su selección es según al tiempo que pasan los contactos cerrados, pasando corriente a través de ellos.

- **Factor de marcha**

Número de maniobras por horas, las condiciones de empleo del contactor son diferentes, según el tiempo de duración de la conexión y desconexión, cada clase de uso se subdivide a su vez en cuatro regímenes de marcha, definidos por un factor marcha (ED) expresado en % según se indica a continuación:

$$\text{Factor de marcha} = \frac{\text{Tiempo de conexión} + \text{Tiempo de desconexión}}{\text{Tiempo total}} \times 100 (\%)$$

$$\text{Factor de marcha} = \frac{72}{120} \times 100 (\%)$$

$$\text{Factor de marcha} = 60 \quad (\text{Ec. 10})$$

Este valor corresponde debido a que el tiempo de activación de servicio nominal circula energía por los contactores de 3- 5 minutos antes de la inyección y los segundos durante el tiempo de inyección que no pasa de los 2 minutos.

Referencia de selección de contactores

- **Categoría AC1**

Se aplica a todos los aparatos de utilización en corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ($\cos > 0,95$). Ejemplos: calefacción, distribución, iluminación.

- **Categoría AC2**

Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha por impulso de los motores de anillos. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque del orden de, 5 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura el contactor debe cortar la intensidad de arranque con una tensión menor o igual a la tensión de la red.

- **Categoría AC3**

Se refiere a los motores de jaula, y el corte se realiza a motor lanzado. Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque con 5 a 7 veces la intensidad nominal del motor. A la apertura, corta la intensidad nominal absorbida por el motor. En este momento la tensión en los bornes de sus polos es del orden del 20% de la tensión de la red, por lo que el corte es fácil.

- **Categoría AC4**

Esta categoría se refiere a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha por impulso utilizando motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra con un pico de corriente que puede alcanzar 5, incluso 7 veces, la intensidad nominal del motor. La tensión puede ser igual a la red. El corte es severo.

Criterios de elección de un contactor

Tabla 13: Categorías para circuitos de potencia

CATEGORÍAS DE SERVICIO	
Categoría	Detalle
AC	Contactos de circuito principal: servicio para tensiones alternas
AC-1	Cargas no inductivas o ligeramente inductivas
AC-2	Motores de anillos rozantes: arranque, desconexión
AC-3	Motores de jaula de ardilla: arranque, desconexión durante el funcionamiento
AC-4	Motores de jaula de ardilla: arranque, frenado a contracorriente, marcha por impulsos
AC-5a	Conmutación de lámparas de descarga
AC-5b	Conmutación de lámparas de incandescencia
AC-6a	Maniobra de transformadores
AC-6b	Conmutación de baterías de condensadores
AC	Contactos de circuito auxiliar
AC-12	Control de cargas óhmicas y de cargas estáticas aisladas mediante fotoacoplador
AC-14	Control de carga electromagnética pequeña (máx. 72 VA)
AC-15	Control de carga electromagnética (más de 72 VA)

Fuente: Manual de contactores SIRIUS 3RT2

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.
- Potencia nominal de la carga.
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema.

- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.
- La extinción del arco en el momento de la desconexión, lo más rápidamente posible.
- Dureza y composición de los contactos, adecuados a las maniobras a realizar por el contactor.

Fusibles.

Los fusibles que se colocan son de tipo “distribución”, estos protegen cortocircuitos y sobre cargas a los circuitos con picos de corriente en cada una de las líneas.

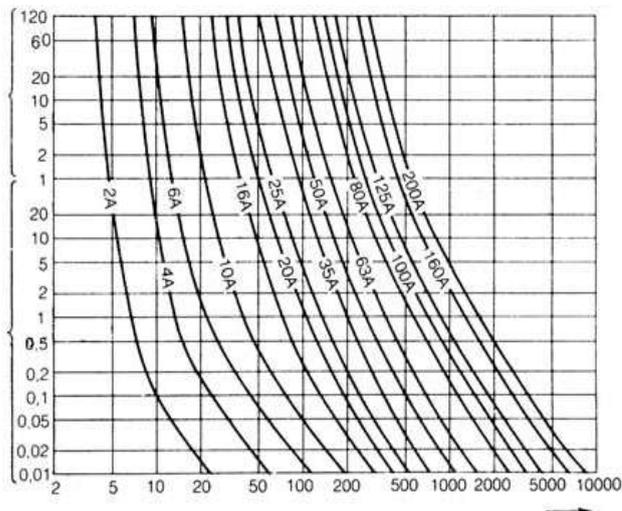
Figura 24: Fusibles tipo distribución.



Fuente: Los investigadores.

Los fusibles limitadores de corriente Diazed, tipo 5SB2, tiene su principal aplicación en la protección de los conductores de las redes eléctricas y en los circuitos de control.

Figura 25: Curva característica tiempo - corriente



Fuente: Catalogo Fusibles DIAZED

Se colocarán en unos portafusibles, de esta manera en caso que necesiten ser sustituidos por otro, pues es tan sencillo que para corregir un fallo no se necesita de mucho tiempo.

Figura 26: Porta fusibles.



Fuente: Los investigadores.

En la fig. 27 se muestra que los primeros nueve fusibles son de 25 amperios, 500 voltios y corresponden a las protecciones de líneas para la alimentación del motor M3 de la bomba de hidráulico y los variadores de frecuencia del M1 y M2. Mientras que los 18 restantes son de 4 amperios, 500 voltios de tipo ultrarrápidos de debido a su capacidad de corte, estos fusibles se utilizan en protecciones tales como los motores de los agitadores (M4, M5), calentadores (M6, M7) y transformadores de 380/220.

Introducción a la automatización

Automatización industrial.

El concepto de automatización está evolucionando rápidamente, en parte debido a que las técnicas avanzan tanto dentro de una instalación o sector como entre las industrias.

La automatización es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana.

Control.

El control se refiere al proceso que se desarrolla dentro de un sistema, el cual tiene como antecedente que una o varias magnitudes de entrada incidan y manipulen a su vez una serie de magnitudes de salida, todo esto, a partir de una lógica de control que conlleve de manera implícita acciones bajo el principio de “seguridad” que sea propia del sistema.

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados.

Figura 27: Sistema de control automático.



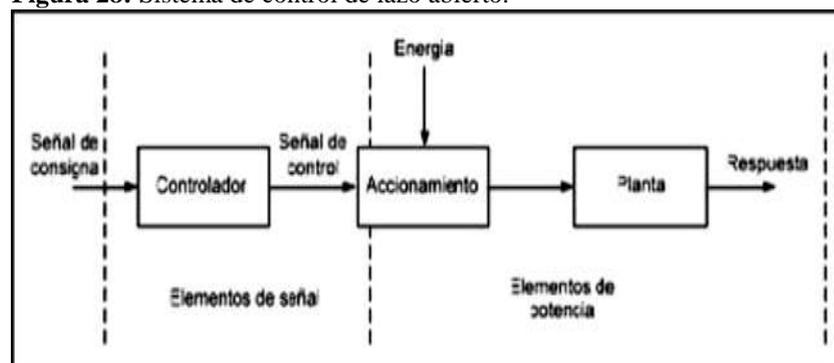
Fuente: Los investigadores.

Clasificación de los sistemas de control.

- **Sistemas de control de lazo abierto.**

“Es aquel sistema en el cual la acción de control es, en cierto modo, independiente de la salida. La capacidad que tales sistemas tienen para ejecutar una acción con exactitud depende de su calibración. En general, los sistemas de lazo abierto están regulados por base de tiempo”. (Daneri, 2010)

Figura 28: Sistema de control de lazo abierto.



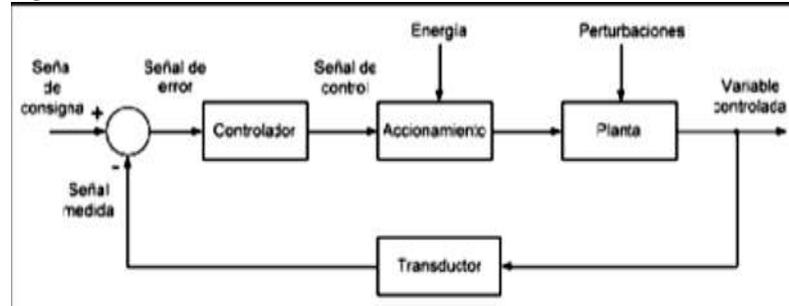
Fuente: (Daneri, 2010)

- **Sistemas de control lazo cerrado.**

“Es aquel sistema en el cual la acción de control depende de la salida. Dicho sistema utiliza un sensor que detecta la respuesta real para compararla, entonces, con una referencia a manera

cerrada, por esta razón, los sistemas de lazo cerrado se denominan sistemas retroalimentados”. (Daneri, 2010)

Figura 29: Sistema de control lazo cerrado.



Fuente: (Daneri, 2010)

El P.L.C.

“El autómata programable PLC, (Programmable Logic Controller), es un conjunto de elementos industriales que construyen un equipo electrónico a través del cual pueden controlarse a tiempo real procesos secuenciales para aplicaciones industriales de diversos tipos.” (Daneri, 2010)

Este aparato fue inventado para remplazar los circuitos secuenciales de relés utilizados en el control de máquinas. El PLC trabaja revisando sus entradas, y dependiendo del estado de éstas, manipula el estado de sus salidas, encendiéndolas o apagándolas. El usuario debe ingresar un programa, usualmente vía software, que lleva a obtener los resultados de operación deseados.

Los PLC son usados en varias aplicaciones de tareas cotidianas. Su uso involucra operaciones de maquinado, embalaje, manejo de materiales, ensamblaje automatizado y en casi todas las tareas que requieren aplicar movimientos repetitivos.

Figura 30: PLC Unitronics V200-18-E1B



Fuente: Los investigadores.

El PLC Unitronics V200 es completamente funcional, los módulos de entrada y salida pueden colocarse en la parte posterior o pueden ser montados a nivel local en el panel (hasta 20 metros).

Los beneficios del PLC por su construcción posee bloques de funciones incluyendo control de recetas, la conexión del dispositivo de terceros, PID, el almacenamiento de datos de tarjetas SD, las comunicaciones por módem, SMS y correo electrónico.

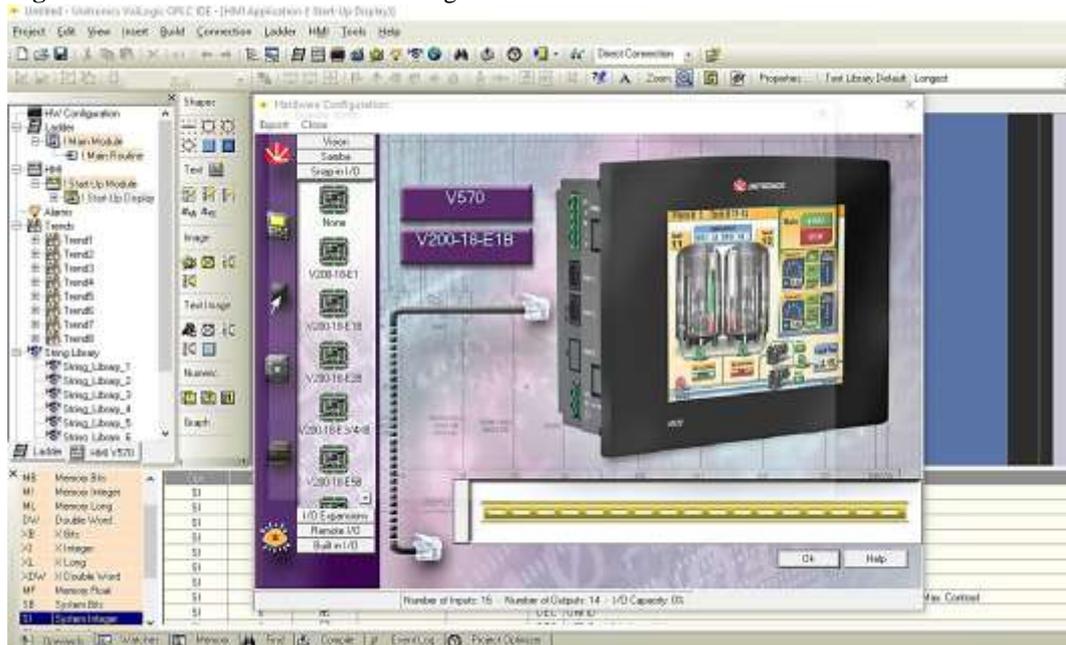
Lógica programable.

Los autómatas programables son los componentes básicos de los equipos electrónicos de automatismo, sin embargo, estos no realizan ninguna función; mientras no se cargue el programa realizado según las necesidades de la máquina a la cual se controlará.

Las funciones que estos equipos o software de programación son la edición y modificación del programa, detección de errores, archivamiento de programas (discos duros) y monitoreo en línea de variables. La conexión del PC al PLC comúnmente se realiza mediante una conexión en serie (generalmente la RS-232C o la RS-422).

Para esto se ocupa el software del P.L.C. el VisiLogic 9.8.31 destinado a la creación de los programas del autómatas en lenguaje de esquema de contactos, o también llamado lógica de escalera (Ladder).

Figura 31: Ventana del software VisiLogic



Fuente: Los investigadores.

Interfaces.

El control de un proceso automatizado, es imprescindible un dialogo entre operador-máquina junto con una comunicación entre la máquina y el PLC, estas comunicaciones se establecerán por medio de entradas y salidas del citado elemento.

Todas las señales provenientes del campo son informadas al CPU, luego de ser tomadas por los sensores de entradas, y a su vez, las órdenes generadas por el CPU son comunicadas a los elementos del proceso de control por medio de las interfaces de salida.

En los controladores más sencillos, las interfaces de entrada se encargan de convertir la tensión o la corriente que reciben de los sensores, pulsadores, etc., en niveles para la operación del CPU. De la misma manera las interfaces de salida admiten las señales de baja tensión originadas en el CPU, comandar contactores, solenoides de válvulas, arrancadores de motores, valiéndose de relés etc.

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de 1 o 0, Verdadero o Falso, respectivamente. Los interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta, que son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off.

Un PLC puede utilizar 24V de corriente continua en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off.

Módulos de Entrada

Son circuitos electrónicos utilizados para adaptar o transformar las señales procedentes de emisores de señal; en señales equivalentes, pero en formato apropiado para ser admitidas por la unidad de entrada/salida de la C.P.U.

Lo normal en autómatas programables es que las señales utilizadas como entradas de datos procedentes de emisores de señal, como finales de carrera, fotocélulas, detectores, entre otros, estén dispuestos por una tensión de 24 Voltios de corriente continua.

Puede haber otros tipos que trabajen con otras tensiones, incluso alternas, pero éstos, en cierto modo, serán especiales.

Módulos de salida.

Al igual que los módulos de entradas, estos son autómatas programables; son circuitos electrónicos capaces de transformar la señal procedente del módulo entradas/salidas de la C.P.U. en señales eléctricas utilizables por el usuario.

Módulo de expansión para Termocuplas.

Los módulos de I/O son las tarjetas en donde se conectan las distintas clases de señales de campo que pueden ser entradas y salidas tanto análogas como digitales. Estos módulos van conectados sobre una base terminal cuya intercomunicación es efectuada por medio de un bus interno de módulos I/O.

Figura 32: Módulos de expansión



Fuente: Los investigadores.

Sistema de control o supervisión

Abarca los elementos y dispositivos que accionan el buen funcionamiento y detectan el defectuoso ciclo normal de las inyecciones ya sean estas averías eléctricas o mecánicas.

Sistema de control.

- Control general Software del PLC Unitronics V200-18-E1B
- Sensores de presión
- Sensores de temperatura
- Sensores de nivel
- Transductores de presión

- Electroválvulas
- Luces piloto de aviso de falla o marcha
- Pulsantes de marcha o paro y emergencia.

Panel Unitronics Visión V200-18-E1B

El LCD, resuelve problemas que generalmente, requieren una elevada potencia de tratamiento, asegura la comunicación entre los equipos de automatismo y las herramientas informáticas para gestionar la producción y los distintos programas de fabricación.

Coordina el funcionamiento de la máquina que compone las líneas de producción garantizando la ejecución de las órdenes comunes (marcha, paro...) y de las tareas como la sincronización, el control de la marcha degradada.

Garantiza la gestión de producción, tarea que requiere la captura de datos en tiempo real, su archivado y su tratamiento inmediato. Ayudar al operador en las operaciones de diagnóstico y de mantenimiento preventivo y correctivo.

La potencia de tratamiento y las funciones avanzadas de los sistemas de supervisión, hacen que se utilicen principalmente en los procesos continuos y líneas de producción integrados en estructuras de automatismo distribuidas y jerarquizadas. Sin embargo, también pueden ser de gran ayuda en el caso de las máquinas autónomas controladas por un solo autómeta.

Figura 33: Pantalla Unitronics Visión 230



Fuente: Los investigadores.

Su pantalla a color de 65k 5.7 "puede mostrar más de 1000 pantallas diseñadas por el usuario y soporta la comunicación vía Ethernet TCP / IP, GSM / GPRS, Modbus, DF1 y CANopen. El desarrollo de software es rápido y fácil usando el software de programación Visilogics, además de que es un conjunto de herramientas de acceso remoto a efectos de control y mantenimiento.

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Hipótesis

La automatización de la inyectora de poliuretano de alta presión Elastogram GMBH permitirá mejorar la inyección del poliuretano.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Datos técnicos de Inyectora de poliuretano

La información que se muestran a continuación son datos de placa de la inyectora de poliuretano de alta presión Elastogram.

Tabla 14: Datos técnicos de la maquina inyectora de poliuretano

Datos Técnicos			
Tipo	PU 30 QS	Frecuencia	60 Hz.
Serie	12560	Tensión de mando	220/24
Año de fabricación	1997	Potencia instala aprox.	32 Kw
Voltaje	3x380 voltios		
Unidades dosificadoras de polyol e isocianato			
Tipo de bomba	A2VK12S02		
Potencia de los motores	5.5 Kw.	Nº. Revoluciones de los motores	1500 rpm.
Filtrado de componentes			
Polyol	Filtro de laminillas	Isocianato	Filtro de laminillas
Cabezal mezclador			
Tipo	MKE 20 – 2/76	Toberas de polyol	1.3 / 1.4 / 1.5
Cabezal mezclador Nº.	341	Toberas de Isocianato	1.5 / 1.6 / 1.7
Unidad Hidráulica			
Capacidad de la bomba	15 l/min.	Potencia del accionamiento	5.5 Kw
Nº. de revoluciones del motor.	1500 rpm.	Nº. de acumuladores de presión	2 (80 bar)

Tuberías de mangueras			
Polyol	Verde – amarillo RAL 6018	Isocianato	Naranja puro RAL 2004
Avance	SDN 13 / 13 / 13	Avance	SDN 13 / 13 / 13
Reflujo	SDN 13 / 13 / 13 / 25	Reflujo	SDN 13 / 16 / 16 / 25
Hidráulica	2 x DSN 16 / 12		
Depósito de trabajo de Polyol N°: 26660.			
Contenido útil:	250l	Agitador	P: 0,75 KW
Sobrepresión de servicio:	4,5 bar		
Depósito de trabajo de Polyol N°: 26612.			
Contenido útil:	250l	Agitador	P: 0,75 KW
Sobrepresión de servicio:	4,5 bar		
Regulador de Temperatura standard			
Potencia de calentamiento	6 KW		
Enfriamiento:			
- Entrada de agua de enfriamiento máx.	14°C		
- Presión previa	1,5 bar apr.		
Bomba de recirculación.	20 l/min		
Potencia del accionamiento	0,37 Kw		

Fuente: Los investigadores.

Trabajos efectuados en la máquina

Tabla 15: Trabajos efectuados en el área mecánica

Parte mecánica de la máquina	
Descripción	Gráficos
Cambio de rodamiento y limpieza de las bombas de alta presión Rexroth.	

Limpieza de los filtros de laminillas



Limpieza del cabezal y sustitución de juntas orring.



Limpieza y cambio de juntas de los depósitos de los componentes



Mantenimiento de las válvulas reguladoras de presión



Limpieza de la válvula de alivio de presión



Sustitución de manómetros



Mantenimiento de las bombas de los calentadores



Fuente: Los investigadores

Tabla 16: Trabajos efectuados en el área eléctrica

Parte eléctrica de la máquina

Descripción

Gráficos

Conexión hidráulica y eléctrica de la inyectora



Colocación del tablero de control en el armario



Verificación del estado del transformador



Limpieza y sustitución de los conductores.



Sustitución de los elementos de control



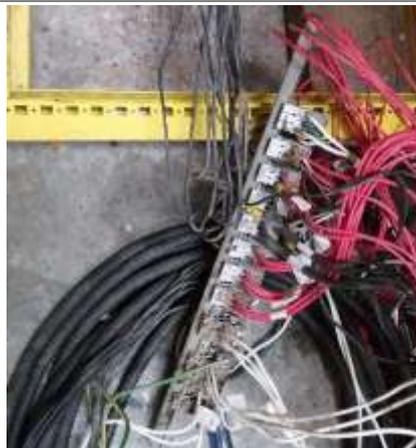
Mantenimiento del tablero de alimentación de los agitadores y las resistencias.



Sustitución de conectores DIN en mal estado



Sustitución de los conectores tipo riel



Colocación y conexión de los módulos de expansión



Fuente: Los investigadores

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Variable independiente

La automatización de la inyectora de poliuretano.

Tabla 17: Operacionalización de la independiente

Definición	Indicador	Ítems	Instrumentos
Implementación de los elementos de control y visualización de parámetros de operación mediante la plataforma touch panel para la inyectora.	Tiempo de producción	min.	Cronómetro
	Eficiencia		
	Calidad		

Fuente: Los investigadores

Variable dependiente

Permitirá mejorar la inyección del poliuretano.

Tabla 18: Operacionalización de la independiente

Definición	Indicador	Ítems	Instrumentos
Controlar los parámetros de operación como la presión y temperatura para que la dosificación sea la correcta.	Presión	PSI	Manómetros y transductores.
	Temperatura	°C	Termocupla tipo J

Fuente: Los investigadores

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impacto técnico

La implementación de elementos tecnológicos industriales modernos en la máquina se obtiene un gran beneficio y hace que la propuesta tenga una dirección centrada a la automatización industrial, al añadir estos instrumentos el nivel de competitividad aumenta para los estudios académicos y científicos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, y especialmente una profunda investigación por parte de los tesisistas en el campo de las máquinas inyectoras y dosificadoras de poliuretano.

Impacto económico

Se puede evidenciar que el proyecto causará un impacto económico al dueño de la máquina ya que, al elaborar paneles de aislamiento térmico, reduce los costos de importación de los mismos inclusive puede producirlos a bajo costo aumentando de esta forma las ganancias para el propietario de la inyectora y puede también comercializarlos a empresas interesadas en la producción.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

Tabla 19: Presupuesto tecnológico

TECNOLÓGICO				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Módulos	5	c/u	121,00	605,00
PLC	1	c/u	700,00	700,00
Sub Total				1305,00

Fuente: Los investigadores

Tabla 20: Presupuesto materiales y suministros mecánicos

MATERIALES Y SUMINISTROS MECÁNICOS				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Tiñer	5	gal	6,00	30,00
Dimetil	2	gal	30,00	60,00
Guaipes	5	Lb	1,00	5,00
Papel victoria	2	m ²	6,00	6,00
Gratas para taladro	1	c/u	2,70	2,70
Grata para esmeril	1	c/u	6,00	6,00
Rodamientos 6007 2NSLEGO	2	c/u	9,00	18,00
Cepillo de acero	1	c/u	2,00	2,00
Suelda de aluminio de tapa bomba inyectora	1	c/u	50,00	50,00
Pernos, tuercas y arandelas	1			49,63
Cauchos Oring	15	c/u	1,10	16,50

Empaque de corcho para la tapa del tanque hidráulico	1	c/u	10,00	10,00
Retenedores de alta presión	4	c/u	2,50	10,00
Rodamientos FAG 63072RS	2	c/u	15,00	30,00
Rodamientos SKF (70)7307 con canastilla de bronce	4	c/u	80,00	320,00
Manómetros 160 PSI	2	c/u	25,00	50,00
Manómetros 140 PSI	2	c/u	21,00	42,00
Manómetros 5000 PSI	2	c/u	40,00	80,00
			Sub Total	787,83

Fuente: Los investigadores

Tabla 21: Presupuesto materiales y suministros eléctricos

MATERIALES Y SUMINISTROS ELÉCTRICOS				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Terminal tipo pin amarillo	25	c/u	0,1053	2,63
Terminal tipo pin azul	15	c/u	0,0702	1,05
Tornillo mdf 8x1	10	c/u	0,0263	0,26
Riel DIM	1	c/u	1,8860	1,88
Barra de bornera 5 amp.	1	c/u	0,4911	0,49
Terminal tipo U amarillo 5/32"	15	c/u	0,0877	1,31
Terminal tipo pin amarillo	33	c/u	0,1053	3,47
Aceite WD-4011060Z	1	c/u	7,1053	7,10
Cable flexible conelsa N° 18	10	m	0,1228	1,22
Cable THHN flexible cabled N° 14	10	m	0,2807	2,80
Cable THHN flexible cabled N° 12	50	mts	0,4211	21,00
Cable THHN flexible cabled N° 18	50	mts	0,18	9,00
Cable THHN flexible cabled N° 16	50	mts	0,22	11,00
Borneras UT 2,5 mm ²	20	c/u	0,30	6,00
Manguera corrugada negra 1"	10	m	0,2883	2,98
Amarras plásticas 10cm T4 Blanca	1	c/u	0,9375	0,93

Amarras plásticas 15cm Negras	2	c/u	1,50	3,00
Conectores de válvula DIN SBD	14	c/u	3,00	42
Selectores de 2 posiciones 10A, 400Vmarca siemens	4	c/u	12,00	48,00
Pulsadores de paro 10A, 400V, marca siemens	2	c/u	7,14	34,28
Pulsadores de marcha 10A, 400V, marca siemens	2	c/u	7,14	34,28
Pulsador de marcha 10A, 400V con luz piloto siemens	2	c/u	8,50	17,00
Luz piloto verde 20mA, 24VDC/AC marca siemens	2	c/u	5,00	10,00
Paro de emergencia 10mA, 220VAC marca siemens	1	c/u	17,73	17,73
Termomagnético bipolar C2, 400V	1	c/u	13,50	13,50
Fusibles siemens 5SB221 4ª, 500V.	2	c/u	8,50	17,00
			Sub Total	309,91

Fuente: Los investigadores

Tabla 22: Presupuesto suministros de oficina y otros

OTROS				
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Internet	20	hrs	0,60	12,00
Copias	210	c/u	0,02	4,20
Impresiones B/N	100	c/u	0,02	2,00
Impresiones a color	100	c/u	0,02	2,00
Anillado	4	c/u	0,80	3,20
Empastado	1	c/u	40,00	40,00
Transporte	80	días	2,00	160,00
Alimentación	160	c/u	2,50	400,00
Imprevistos				100,00
			Sub Total	723,40

Fuente: Los investigadores

Tabla 23: Inversión del proyecto

INVERSIÓN DEL PROYECTO	
TECNOLÓGICO	1305,00
ELEMENTOS MECÁNICOS	787,83
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	309,91
OTROS	723,40
SUBTOTAL	3126,14
14%	437,66
TOTAL	3563,79

Fuente: Los investigadores

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se comprueba que la máquina inyectora de poliuretano tiene como puntos críticos el cabezal de inyección y los componentes (Isocianato y el Polyol) ya que son elementos indispensables que al mezclarse forman el poliuretano.

Se hizo un mantenimiento correctivo en las bombas y limpieza de las partes mecánicas, con ayuda del dimetil ya que todo el material se encontraba cristalizado en las paredes de la misma y así poder garantizar su buen funcionamiento.

Se determina que la temperatura de trabajo de estos dos componentes en los puntos críticos es de 45 °C para el Polyol y de 35 °C para el Isocianato, 38 a 40°C en el cabezal de inyección para generar espuma de poliuretano.

En el proceso, las variables de presión, caudal, nivel y temperatura son de gran importancia y de estos depende el producto final. Así es, como en la inyectora de poliuretano, valores como la presión, temperatura y caudal, son fundamentales. De la proporción de dichos valores dependerán las propiedades físicas, resistencia a la temperatura, etc. Por esta razón el control de estas variables se lo ha realizado, con el objetivo de obtener un producto de calidad.

Para el armado de las partes que conforma la inyectora de Poliuretano se realiza una visita de campo en la empresa Verton para observar la estructura y el principio de funcionamiento de una máquina que cumple la misma función.

En las máquinas industriales, es necesario tomar cuenta las presiones hidráulicas que maneja. Presiones como 3625 Psi, que utiliza la máquina inyectora, fue lo principal en tomarse en cuenta en este proyecto.

RECOMENDACIONES

El manejo adecuado de la maquina requiere de una inducción mínima antes de operarla.

Antes de la puesta en marcha se debe verificar que las condiciones de alimentación eléctrica sean las adecuadas, así como las instalaciones e infraestructura física, evitando riesgo de daño tanto para el operario como para la máquina.

Se sugiere que la máquina inyectora de poliuretano deba ser sometida a constantes calibraciones tanto eléctricas como mecánicas, hasta obtener resultados aceptables de trabajo.

Cuando la máquina haya permanecido sin funcionamiento por mucho tiempo, se debe limpiar todas sus cañerías, con DOP por al menos en un periodo de tiempo de media hora. Para evitar que se cristalice el isocianato y por ende que se cause daños internos del sistema.

Las bombas de pistones de alta presión deben tener especial cuidado al momento de su desmontaje y limpieza.

Previo el arranque de la inyectora se debe verificar que las cañerías tengan un sellado y ajuste correcto, ya que las presiones que trabajan son altas, así obviamos accidentes.

Utilizar los equipos de protección necesario y verificar que alguna pieza o herramienta este alrededor de la máquina para evitar daño alguno en el arranque y en su funcionamiento

Una vez que no se vaya a ocupar por un largo periodo las bombas deben ser puestas en DOP y por ende el cambio de rodamientos y partes mecánicas.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Fundación Wikimedia, Inc. (29 de septiembre de 2016). Termopar. Obtenido de Wikipedia:
<https://es.wikipedia.org/w/index.php>
- Borger, A. (04 de octubre de 2016). Controladores Logicos Programables. Recuperado el 05 de 10 de 2016, de Industria y Negocios:
<http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/trabajos%202002/PLC/plc.htm>
- Daneri, P. A. (2010). PLC Automatización y Control Industrial (Vol. Primera). Buenos Aires: Hispano America S.A. - H.A.S.A.
- Diaz, J., & Pineda, E. (18 de noviembre de 2010). Sintesis de poliuretano. Recuperado el 2016, de charrito-charrito.blogspot: <http://charrito-charrito.blogspot.com/2010/11/sintesis-de-poliuretano-elaborado-por.html>.
- es.scribd.com. (16 de febrero de 2015). Poliuretano PUR síntesis, propiedades y aplicaciones. Obtenido de es.scribd.com: <https://es.scribd.com/document/255921983/69303187-Taller-de-Espumas-de-Poliuretano-PUR>
- Fundación Wikimedia, I. (31 de agosto de 2016). Moldeo por inyección. Obtenido de Wikipwdia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n
- Fundación Wikimedia, I. (30 de septiembre de 2016). Poliuretano. Recuperado el 05 de octubre de 2016, de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Poliuretano>
- Mataix, C. (2002). Mecánica de fluidos y Máquinas hidráulicas. Madrid: Ediciones del Castillo S.A.
- Mendez, D. (7 de agosto de 2015). Historia de la Máquina de Moldeo por Inyección de Poliuretano. Obtenido de Tkno: <http://www.tkno.mx/informacion-general/historia-de-la-maquina-de-moldeo-por-inyeccion-de-poliuretano/>
- Osorio, E. (16 de mayo de 2012). Diálogo hombre-máquina. Obtenido de Electromecanicadeeduinbsc: <http://electromecanicadeeduinbsc.blogspot.com/2012/05/dialogo-hombre-maquina-definicion-el.html>
- RIGIDO, A. D. (2016). LIBRO BLANCO DEL POLIURETANO INYECTADO Y PROYECTADO (Vol. 4). MADRID: IPUR. Obtenido de <http://www.atepa.org/PUR.pdf>
- Schneider Electric. (2013). Control industrial y automatización. Schneider Electric, 6-23.
- V. S., & W. B. (2002). Mecánica de fluidos 6 ed. Mexico: McGraw Hill.
- Vamptech-Iberica SL. (16 de septiembre de 2016). POLIURETANO. Recuperado el 12 de 09 de 2016, de Vamptech-Iberica: <http://www.vamptech-iberica.com/poliuretano.php>
- Zambrano, A. (02 de julio de 2009). Automatización de Procesos. Recuperado el 2016, de Mecatronica blogcindario: <http://mecatronica.blogcindario.com/2009/07/00015-automatizacion-de-procesos.html>.

16. ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1	Hoja de vida del tutor	1/2
---------	------------------------	-----

DATOS PERSONALES

Nombres: Carlos Alfredo
Apellidos: Espinel Cepeda
Cédula Ciudadanía: 050268518-3
Fecha de Nacimiento: 16 de abril de 1983
Estado Civil: Casado
Dirección: Latacunga / Urbanización Miño Molina
Teléfonos: 0984744165 / 032812162
Correo electrónico: chinoespinel@yahoo.es espinelc.caec@gmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS

Educación Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi
Ingeniero en Electromecánica.
Suficiencia en el Idioma Inglés.
Educación Secundaria: Colegio Técnico “Ramón Barba Naranjo”
Bachiller técnico industrial.
Educación Primaria: Escuela “Simón Bolívar”

SEMINARIOS Y CAPACITACIONES

Motor de Combustión Interna.
Aplicaciones Informáticas para el Análisis Financiero en Proyectos de Inversión.
Alternativas en Multimedia para la Enseñanza Aprendizaje en las Ciencias.
Sistema Nacional Interconectado del Ecuador.
Recursos Energéticos No Convencionales.
Control de Calidad.
Automatización Industrial.
Segundas Jornadas Nacionales de Ingeniería en Electromecánica.
Terceras Jornadas Nacionales de Ingeniería en Electromecánica.
Montaje y Desmontaje de Rodamientos.

Anexo 1	Hoja de vida del tutor	2/2
<p>Clasificación de Áreas Peligrosas y Tecnologías de Iluminación.</p> <p>Termografía y Alineación de Ejes.</p> <p>Licencia de riesgos eléctricos.</p> <p>Materiales para la ingeniería, tecnología del mecanizado y metrología dimensional.</p> <p>Prevención de Riesgos Eléctricos y de la Construcción.</p> <p>Primer congreso ELINDELM (Eléctrica, Industrial y Electromecánica)</p> <p>VII Feria UTCiencia (expositor)</p> <p>Segundo lugar en la Feria Interna Utecina 2016</p> <p>Ponente del II Seminario Internacional “Universidad-Sociedad”</p> <p>Ponente y participante en el I Congreso Internacional De Electromecánica y Eléctrica.</p> <p>Organizador y participante en las Jornadas Científicas Internacionales 2016.</p> <p><u>EXPERIENCIAS LABORALES</u></p> <p>Universidad Técnica de Cotopaxi. Docente de la Carrera de Ingeniería Electromecánica (2015/2016)</p> <p>Novacero (032998400). Comprador de Repuestos Mecánicos y Eléctricos (2011/2015)</p> <p>Industrias Verton (023260641). Automatización de una inyectora de poliuretanos (2009/2010)</p> <p>Eduplastic (032271303). Jefe de producción y mantenimiento industrial (2001/2009)</p> <p>Tecni Industrias Mash. Operador de tornos y fresadoras (1999)</p> <p>Tornos Mena e Hijos (032809766). Ayudante y operador de tornos (1998)</p> <p><u>OTROS MERITOS Y CONOCIMIENTOS</u></p> <p>Mejor Egresado de la Segunda Promoción de la Especialización de Ingeniería Electromecánica.</p> <p>Curso de AUTODESK INVENTOR 2013</p> <p>Manejo de Paquetes Informáticos (Word, Excel, Power Point, Internet)</p> <p>Brigadista y líder de brigada de primeros auxilios en Novacero Planta Lasso.</p> <p>Poder de Negociación con Proveedores Externos.</p> <p>Buenas Relaciones Interpersonales</p>		

DATOS PERSONALES:

NOMBRES : Cristian Darío
APELLIDOS : Casa Quilumba
CÉDULA DE IDENTIDAD: 050372053-4
EDAD : 25 años
ESTADO CIVIL : Soltero
TELÉFONO : 0984172057
DOMICILIO : Parroquia Guaytacama, Barrio La Libertad calle centro



ESTUDIOS REALIZADOS:

PRIMARIA : Escuela Fiscal Mixta “Ecuador La Avelina”
SECUNDARIA : Unidad Educativa “Marco Aurelio Subía Martínez”
SUPERIOR : Universidad Técnica de Cotopaxi,
CARRERA : Ingeniería Electromecánica

TÍTULOS OBTENIDOS:

Bachiller Técnico Industrial Especialización Electricidad.

CURSOS REALIZADOS:

IV Feria Provincial de Innovación Ciencia y Tecnología. (16 horas).
V Congreso Nacional de Electricidad y Energías Alternativas Expo Electricidad 2013. (32 horas).
III Seminario Internacional de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica con enfoque de Tecnología. (32 horas).
II Seminario Internacional USO ENERGÉTICO FUENTES ALTERNATIVAS Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (40 horas).
VII Congreso Nacional de Electricidad y Energías Alternativas Expo Electricidad 2015. (16 horas).

DATOS PERSONALES:

NOMBRES : Marco Javier
APELLIDOS : Suárez Chiluisa
CÉDULA DE IDENTIDAD: 050360495-1
EDAD : 25 años
ESTADO CIVIL : Soltero
TELÉFONO : 0984849646
DOMICILIO : San Felipe / Barrio Santa Rosa de Pichul.



ESTUDIOS REALIZADOS:

PRIMARIA : Escuela Fiscal “Ana Páez”
SECUNDARIA : Instituto Tecnológico “Ramón Barba Naranjo”
SUPERIOR : Universidad Técnica de Cotopaxi,
CARRERA : Ingeniería Electromecánica

TÍTULOS OBTENIDOS:

Bachiller en Técnico Industrial especialización Electromecánica Automotriz.

CURSOS REALIZADOS:

II Encuentro de Química Innovadora 2011. (40 horas)
II Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica con Enfoque de Tecnología 2014. (21 horas)
III Seminario Internacional de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica con enfoque de Tecnología 2015. (32 horas).
II Seminario Internacional Uso Energético Fuentes Alternativas y Desarrollo Sostenible 2015. (40 horas)
Séptimo Congreso Nacional de Electricidad y Energías Alternativas Expo Electricidad 2015. (16 horas).
Normativa Legal Nacional sobre Seguridad e Higiene Industrial 2016. (2 horas)

POLIURETANO ELASTOMERO 95 A				PUR 95 A
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	D-792	53479	1.15
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm ²	D-838	53455	130 / --
RES. A LA COMPRESION (1 Y 2 % DEF)	Kg/cm ²	D-895	53454	2.5 / 4.3
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm ²	D-790	53452	--
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	NO ROMPE
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-838	53455	90
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm ²	D-838	53457	120
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	48 (95 A)
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-1894		0.5 A 0.6
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		--
RES. AL DESGASTE POR ROCE				BUENA
PROPIEDADES TERMICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg.°C	C-351		0.42
TEMP. DE FLEXION B/CARGA (18.5Kg/cm ²)	°C	D-848	53461	--
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			0 A 70
TEMP. DE FUSION	°C			120
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 100°C	por °C	D-896	52752	0.00015
COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.3
PROPIEDADES ELECTRICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CONSTANTE DIELECTRICA A 60 HZ		D-150	53483	5.4
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 KHZ		D-150	53483	5.3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 MHZ		D-150	53483	4.5
ABSORCION DE HUMEDAD AL AIRE	%	D-570	53472	--
RESISTENCIA SUPERFICIAL	Ohm	D-257	53482	> 10 A LA 12
RESISTENCIA VOLUMETRICA	Ohms-cm	D-257	53482	> 10 A LA 13
RIGIDEZ DIELECTRICA	Kv/mm	D-149		20
PROPIEDADES QUIMICAS	OBSERVACIONES			
RESISTENCIA A HIDROCARBUROS	BUENA			
RESISTENCIA A ACIDOS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA			
RESISTENCIA A ALCALIS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA			
RESISTENCIA A PROD. QUIMICOS DEFINIDOS	CONSULTAR			
EFECTO DE LOS RAYOS SOLARES	ALGO LO AFECTA			
APROBADO PARA CONTACTO CON ALIMENTOS	NO			
COMPORTAMIENTO A LA COMBUSTION	ARDE MEDIANAMENTE FACIL			
PROPAGACION DE LLAMA	MANTIENE LA LLAMA			
COMPORTAMIENTO AL QUEMARLO	SE DESCOMPONE Y GOTEA			
COLOR DE LA LLAMA	AMARILLA			
OLOR AL QUEMARLO	ACRE			

Technical data

Fluid

The pump pumps and meters fluids for manufacturing polyurethane (polyol and isocyanate components).

Operating viscosity range

The following limit conditions apply:

v_{min} _____ 1 mm²/s,
 v_{max} _____ 2000 mm²/s

Please contact us if higher values are required.

Operating temperature range

Optimum operating temperature range t _____ 10-50°C

Maximum operating temperature t_{max} _____ 80°C

The permitted working temperature depends on the lubricity of the fluid. The maximum fluid temperature must not be exceeded even locally (a.g. no more than 5K over the leakage fluid temperature).

Filtering the fluid

The filter should be arranged so that only filtered fluid enters the pump. The finer the filter, the longer the service life of your total piston pump.

We recommend a filter grade $\eta_{abs} <$ _____ 125 μ m

Operating pressure range

Input

Open circuit:

Max. filling pressure at the port S $p_{fill abs.}$ _____ 10 bar

Min. filling pressure at the port S $p_{fill abs.}$ _____ 1 bar

The pump must always be filled completely.

Closed circuit:

Leakage fluid pressure $p_{leak abs.}$ _____ 10 bar

Max. intermittent cumulative pressure A + B p_{cum} _____ 250 bar

Output

Maximum pressure at port A or B
(pressure data according to DIN 24312)

Nominal pressure p_N _____ 250 bar

Maximum pressure p_{max} _____ 315 bar

Leakage fluid

Max. leakage fluid pressure p_{leak} _____ 10 bar

In the closed circuit, pump ports A and B are separated from the housing space. The leakage fluid must be removed via port T₁ or T₂ using a separate line.

In the open circuit, the suction port S is connected to the housing space. There is no need for a line for the leakage fluid. Ports T₁ and T₂ are plugged. The filling pressure at port S acts on the shaft sealing ring via the housing space.

The service life of the shaft sealing ring decreases as the pressure of the leakage fluid or the filling pressure at port S increases.

Through put flow

Swivel direction	Direction of rotation "clockwise"		Direction of rotation "anti-clockwise"	
	open circuit	closed circuit	open circuit	closed circuit
clockwise	S to B A plugged	A to B	S to A B plugged	B to A
anti-clockwise	S to A B plugged	B to A	S to B A plugged	A to B

Installation position

Any. The pump must be completely filled with fluid. If installed with the shaft pointing upwards, the top leakage fluid port must be connected to the housing for both types of circuit to ensure that the housing is vented in the vicinity of the bearing.

Preferred installation position: drive shaft horizontal

The adjustment display in the handwheel can only be guaranteed to work if the adjusting spindle is installed -30° to +30° from the horizontal.

Technical data

Table of values

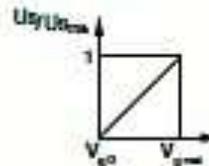
Size			12	28	55	107	
Displacement	$V_{g,max}$	cm ³	11.8	28.1	54.8	107	
Flow ^{*)} at speed n	$Q_{v,max}$	n = 735 rpm	l/min	8.3	20	30.1	76.3
		n = 970 rpm	l/min	10.9	26.4	51.8	100.7
		n = 1450 rpm	l/min	16.3	39.5	72.1	150.5
		n = 1800 rpm	l/min	20.3	49.1	95.7	186.8
Power at $\Delta p = 200$ bar and speed n	P_{max}	n = 735 rpm	kW	3.4	8.3	16.3	31.8
		n = 970 rpm	kW	4.5	11	21.5	41.9
		n = 1450 rpm	kW	6.8	16.0	32.1	62.7
		n = 1800 rpm	kW	8.4	20.4	39.0	77.8

^{*)} Includes 3% loss of displacement

Control unit MA

Turning the handwheel turns a self-locking threaded spindle which stoplessly adjusts the pump's swivel section, and thus the volumetric flow in the range from $V_{g,0}$ to $V_{g,max}$.

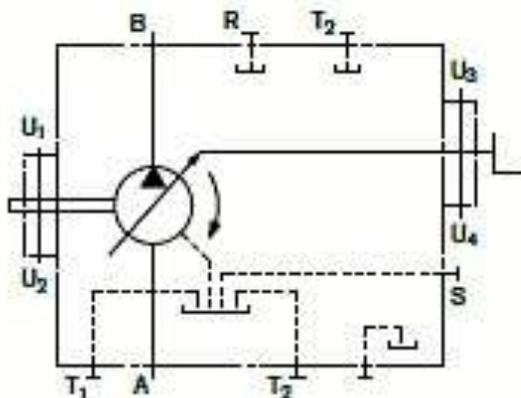
Characteristic



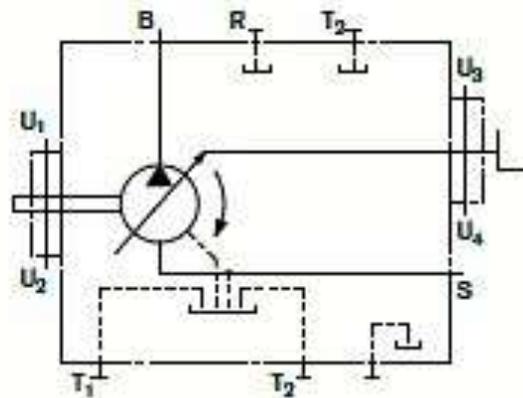
Control unit MA		12	28	55	107
Handwheel turns from $V_{g,0}$ to $V_{g,max}$	U_4	10.6	12.7	16	13.4
Max. handwheel adjustment force F_{max}	N	70	70	80	120
Mass, approx. (pump with control unit)	kg	19	36	64	117

Circuit diagram

closed circuit



open circuit

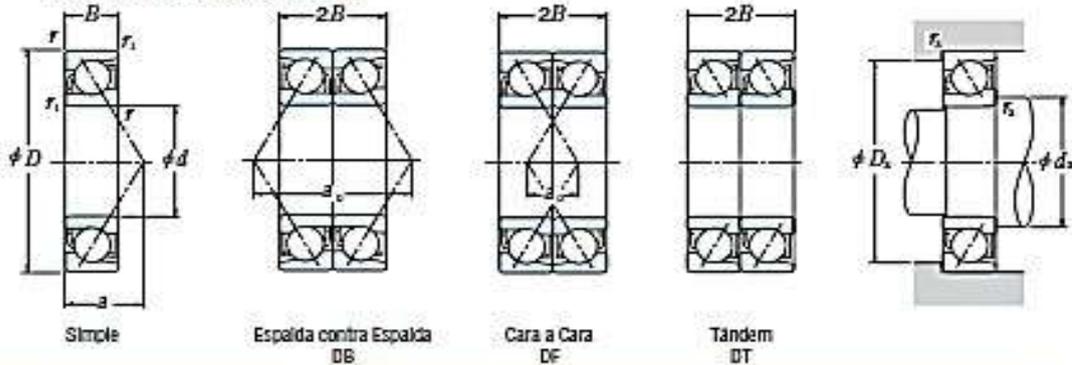




RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR

MONTAJES SIMPLES/EMPAREJADOS

Diámetro Interior 20~35 mm

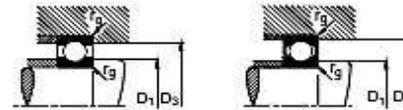
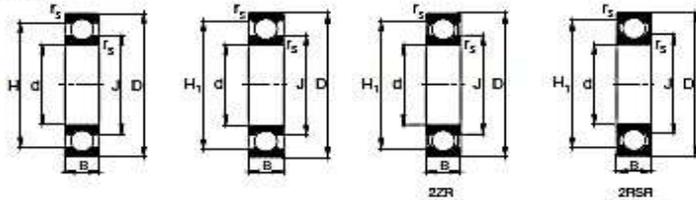


Dimensiones (mm)					Índices Básicos de Carga (Simple) (N)				Factor	Velocidades Límite (°)		Centros Eléctricos de Carga (mm) a	Dimensiones de Toste y Chafán (mm)			Masa (kg)
d	D	B	r min.	r1 min.	Cr	Cor	Ce	Cor	f0	Grasa	Aceite		da min.	Ds max.	rs max.	aprox.
20	37	9	0.3	0.15	6 600	4 050	675	410	—	24 000	32 000	11.1	22.5	34.5	0.3	0.036
	37	9	0.3	0.15	6 950	4 250	710	430	14.9	28 000	38 000	9.3	22.5	34.5	0.3	0.036
	42	12	0.6	0.3	10 800	6 600	1 110	670	—	18 000	24 000	14.9	25	37	0.6	0.068
	42	12	0.6	0.3	11 100	6 550	1 130	665	14.0	26 000	36 000	10.1	25	37	0.6	0.076
	47	14	1	0.6	14 500	9 300	1 480	845	—	17 000	22 000	16.7	26	41	1	0.106
	47	14	1	0.6	13 300	7 650	1 360	790	—	12 000	16 000	21.1	26	41	1	0.109
	47	14	1	0.6	14 600	8 050	1 480	825	13.3	24 000	34 000	11.5	26	41	1	0.118
	52	15	1.1	0.6	18 700	10 400	1 910	1 060	—	13 000	17 000	17.9	27	45	1	0.146
	52	15	1.1	0.6	17 300	9 650	1 770	985	—	11 000	15 000	22.6	27	45	1	0.15
	25	42	9	0.3	0.15	7 450	5 150	760	525	—	20 000	29 000	12.3	27.5	39.5	0.3
42		9	0.3	0.15	7 850	5 400	800	555	15.5	24 000	34 000	9.0	27.5	39.5	0.3	0.042
47		12	0.6	0.3	11 300	7 400	1 150	750	—	16 000	22 000	16.4	30	42	0.6	0.079
47		12	0.6	0.3	11 700	7 400	1 190	755	14.7	22 000	30 000	10.9	30	42	0.6	0.089
52		15	1	0.6	16 200	10 300	1 650	1 050	—	15 000	20 000	18.6	31	46	1	0.13
52		15	1	0.6	14 800	9 400	1 510	960	—	10 000	14 000	23.7	31	46	1	0.133
52		15	1	0.6	16 600	10 200	1 690	1 040	14.0	22 000	29 000	12.7	31	46	1	0.143
62		17	1.1	0.6	26 400	15 800	2 690	1 610	—	10 000	14 000	21.1	32	55	1	0.235
62		17	1.1	0.6	24 400	14 600	2 490	1 490	—	9 000	13 000	26.7	32	55	1	0.241
30		47	9	0.3	0.15	7 850	5 950	800	605	—	18 000	24 000	13.5	32.5	44.5	0.3
	47	9	0.3	0.15	8 300	6 250	845	640	15.9	22 000	29 000	9.7	32.5	44.5	0.3	0.049
	55	13	1	0.6	14 500	10 100	1 480	1 030	—	13 000	18 000	18.8	36	49	1	0.116
	55	13	1	0.6	15 100	10 300	1 540	1 050	14.9	19 000	26 000	12.2	36	49	1	0.134
	62	16	1	0.6	22 500	14 800	2 300	1 510	—	12 000	17 000	21.3	36	56	1	0.197
	62	16	1	0.6	20 500	13 500	2 090	1 380	—	8 500	12 000	27.3	36	56	1	0.202
	62	16	1	0.6	23 000	14 700	2 350	1 500	13.9	18 000	24 000	14.2	36	56	1	0.222
	72	19	1.1	0.6	33 500	20 900	3 450	2 130	—	9 000	12 000	24.2	37	65	1	0.346
	72	19	1.1	0.6	31 000	19 300	3 150	1 960	—	8 000	11 000	30.9	37	65	1	0.354
	35	55	10	0.6	0.3	11 400	8 700	1 170	885	—	15 000	20 000	15.5	40	50	0.6
55		10	0.6	0.3	12 100	9 150	1 230	930	15.7	18 000	24 000	11.0	40	50	0.6	0.074
62		14	1	0.6	18 300	13 400	1 870	1 370	—	12 000	16 000	21.0	41	56	1	0.153
62		14	1	0.6	19 100	13 700	1 950	1 390	15.0	17 000	22 000	13.5	41	56	1	0.173
72		17	1.1	0.6	29 700	20 100	3 050	2 050	—	10 000	14 000	23.9	42	65	1	0.287
72		17	1.1	0.6	27 100	18 400	2 760	1 870	—	7 500	10 000	30.9	42	65	1	0.294
72		17	1.1	0.6	30 500	19 900	3 100	2 030	13.9	15 000	20 000	15.7	42	65	1	0.32
80		21	1.5	1	40 000	26 300	4 050	2 680	—	8 000	10 000	27.1	44	71	1.5	0.454
80		21	1.5	1	36 500	24 200	3 750	2 460	—	7 100	9 500	34.6	44	71	1.5	0.474

Notas (1) Para aplicaciones que funcionan cerca de la velocidad límite, consulte la Página B49.
 (2) Los sufijos A, A5, B y C representan ángulos de contacto de 30°, 25°, 40° y 15° respectivamente.

Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera

Los rodamientos pueden alcanzar una duración de vida ilimitada, $n = C_0/P_0^3 \cdot L_0$, ver Pág. 61.



Eje	Dimensiones							Peso ~ kg	Capacidad de carga		Velocidad límite min ⁻¹	Velocidad de referencia	Denominación abreviada Rodamiento FAG	Medidas auxiliares			
	d mm	D	B	r _s min	H ~	H ₀ ~	J ~		dyn. C kN	stat. C ₀				D ₁ min mm	D ₂ max	r _g max	
30	30	62	16	1	52,1	54,0	40	0,195	19,3	11,2	14000	14000	6206	35,0	56,4	1	
	30	62	16	1	52,1	54,0	40	0,201	19,3	11,2	14000	14000	6206 2ZR	35,0	56,4	1	
	30	62	16	1	52,1	54,0	40	0,201	19,3	11,2	7500	7500	6206 2RSR	35,0	56,4	1	
	30	62	16	1	52,1	54,0	40	0,211	19,3	11,2	7500	7500	6206 2RSR W203B	35,0	56,4	1	
	30	62	20	1	52,1	54,0	40	0,245	19,3	11,2	7500	7500	6206 2RSR H	35,0	56,4	1	
	30	72	19	1,1	50,0	61,0	44,0	0,355	29	16,3	24000	13000	6306	37	65	1	
	30	72	19	1,1	50,0	61,0	44,0	0,355	29	16,3	24000	13000	6306 W203B	37	65	1	
	30	72	19	1,1	50,0	61,0	44,0	0,355	29	16,3	13000	13000	6306 2ZR H	37	65	1	
	30	72	19	1,1	50,0	61,0	44,0	0,355	29	16,3	6300	6300	6306 2RSR H	37	65	1	
	30	72	19	1,1	50,0	61,0	44,0	0,355	29	16,3	6300	6300	6306 2RSR W203B	37	65	1	
	30	72	27	1,1	50,0	61,0	44,0	0,499	29	16,3	6300	6300	62306 2RSR H	37	65	1	
	30	90	23	1,5	70,1		50,1	0,76	42,5	23,2	19000	12000	6406	41	79	1,5	
	35	35	62	9	0,3	53,5	54,8	43,7	0,105	12,2	8,8	14000	10000	16007	37	60	0,3
		35	62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,157	18	10,2	28000	13000	6007	30,0	57,4	1
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,157	18	10,2	28000	13000	6007 W203B	30,0	57,4	1	
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	18	10,2	11000	13000	6007 2ZR H	30,0	57,4	1	
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	18	10,2	7500	7500	6007 2RSR H	30,0	57,4	1	
35		62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	18	10,2	7500	7500	6007 2RSR W203B	30,0	57,4	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,201	25,5	15,3	21000	12000	6207	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,201	25,5	15,3	24000	12000	6207 W203B	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,209	25,5	15,3	12000	12000	6207 2ZR H	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,201	25,5	15,3	6300	6300	6207 2RSR H	42	65	1	
35		72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,203	25,5	15,3	6300	6300	6207 2RSR W203B	42	65	1	
35		72	23	1,1	60,7	63,3	47,2	0,263	25,5	15,3	6300	6300	62207 2RSR H	42	65	1	
35		80	21	1,5	65,5	67,0	49,3	0,471	33,5	19	20000	12000	6307	44	71	1,5	
35		80	21	1,5	65,5	67,0	49,3	0,471	33,5	19	23000	12000	6307 W203B	44	71	1,5	
35	80	21	1,5	65,5	67,0	49,3	0,483	33,5	19	12000	12000	6307 2ZR H	44	71	1,5		
35	80	21	1,5	65,5	67,0	49,3	0,483	33,5	19	6000	6000	6307 2RSR H	44	71	1,5		
35	80	21	1,5	65,5	67,0	49,3	0,483	33,5	19	6000	6000	6307 2RSR W203B	44	71	1,5		
35	80	31	1,5	65,5	67,0	49,3	0,687	33,5	19	6000	6000	62307 2RSR H	44	71	1,5		
35	100	25	1,5	83,3	85,0	62	0,971	53	31,5	16000	11000	6407	46	89	1,5		
40	40	68	9	0,3	59,3		49,4	0,12	13,2	10,2	13000	9000	16008	42	60	0,3	
	40	68	15	1	59,1	61,0	49,3	0,194	16,0	11,0	20000	12000	6008	44,0	63,4	1	
	40	68	15	1	59,1	61,0	49,3	0,195	16,0	11,0	20000	12000	6008 W203B	44,0	63,4	1	
	40	68	15	1	59,1	61,0	49,3	0,202	16,0	11,0	10000	12000	6008 2ZR H	44,0	63,4	1	

Bloques de contactos y portalámparas - Bornes de tornillo

Tipo		3SB3400-0	3SB1400-0J	3SB3400-1
		3SB3420-0		3SB3420-1
Bloques de contactos y portalámparas				
Reglamentos, normas		IEC 60947-5-1, IEC 60947-5-5, EN 60947-5-1, EN 60947-5-5		
Tipo de conexión		⊕ Bornes de tornillo		
Tensión de aislamiento asignada U_i	V	400		250
con grado de contaminación según IEC 60947-1		Clase 3		Clase 3
Tensión asignada soportable a impulso U_{imp}	kV	4		4
Intensidad térmica convencional I_{th}	A	10		—
Intensidades asignadas de empleo I_n con tensión asignada de empleo U_n				
Corriente alterna AC-12				
▪ con $U_n = 24$ V	A	10		—
▪ con $U_n = 48$ V	A	10		—
▪ con $U_n = 110$ V	A	10		—
▪ con $U_n = 230$ V	A	10		—
▪ con $U_n = 400$ V	A	10		—
Corriente alterna AC-15				
▪ con $U_n = 24$ V	A	6		—
▪ con $U_n = 48$ V	A	6		—
▪ con $U_n = 110$ V	A	6		—
▪ con $U_n = 230$ V	A	6		—
▪ con $U_n = 400$ V	A	3	4	—
Corriente continua DC-12				
▪ con $U_n = 24$ V	A	10	10	—
▪ con $U_n = 48$ V	A	5	—	—
▪ con $U_n = 110$ V	A	2,5	2	—
▪ con $U_n = 230$ V	A	1	0,5	—
Corriente continua DC-13				
▪ con $U_n = 24$ V	A	3	5	—
▪ con $U_n = 48$ V	A	1,5	—	—
▪ con $U_n = 110$ V	A	0,7	0,5	—
▪ con $U_n = 230$ V	A	0,3	0,2	—

5.4 Datos técnicos

Tipo	3SB3400-0 3SB3420-0	3SB1400-0J	3SB3400-1 3SB3420-1
Seguridad de contacto			
• Tensión de ensayo	V	5	—
• Corriente de ensayo	mA	1	—
Lamparitas			
• Portalámparas	—	—	Lámparas incandescentes, de neón y LED BA9s
Resistencia a cortocircuito, sin soldadura, según IEC 60947-5-1			
• Fusibles DIAZED, categoría de empleo gG según IEC 60269-3-1 (DIN VDE 0636-301)		Dz 10 A	
• Fusibles DIAZED, de acción rápida según DIN VDE 0635		Dz 16 A	
• Automático magnetotérmico con curva C según IEC 60898 (VDE 0641)	A	10	
Durabilidad mecánica		10 × 10 ⁶ ciclos de maniobra	
Durabilidad eléctrica			
• Con categoría de empleo AC-15 con contactores 3RT1015 a 3RT1026		10 × 10 ⁶ ciclos de maniobra	
• Con categoría de empleo DC-12, DC-13		Con corriente continua, la durabilidad de los contactos no depende sólo de la corriente de corte, sino también de la tensión de empleo, de la inductancia del circuito y de la velocidad de conexión.	
Frecuencia de maniobra	1/h	1000 ciclos de maniobra	
Grado de protección según IEC 60529			
• Conexiones		IP20	
• Espacios de los contactos		IP40	—
Protección contra contactos directos según EN 50274 y BGV A2 (VBG 4)		a prueba de contacto directo con los dedos	
Secciones de conductor¹⁾			
• Alma flexible, sin punteras	mm ²	—	
• Alma flexible, con punteras según DIN 46228	mm ²	2 × (0,5 ... 1,5)	
• Monofilares	mm ²	2 × (1 ... 1,5)	
• Monofilares, con punteras según DIN 46228	mm ²	2 × (0,5 ... 0,75)	
• Cables AWG, monofilares o multifilares		2 × AWG 18 ... 14	
Par de apriete, tornillo de conexión	Nm	0,8	

Datos técnicos generales

Referencia	3RB2483-4AA1	3RB2483-4AC1
Marca del producto	SIRIUS	
Nombre del producto	Relé electrónico de sobrecarga para IO-Link	
Grado de protección IP frontal	IP20	
Tensión de aislamiento asignada con grado de contaminación 3	300 V	
Altitud de servicio sobre el nivel del mar	máx. 2000 m	
Temperatura ambiente		
• durante el almacenamiento	-40 °C ... +80 °C	
• durante el transporte	-40 °C ... +80 °C	
• durante el funcionamiento	-25 °C ... +60 °C	
Humedad relativa del aire durante el funcionamiento		
• mínima	10 %	
• máxima	100 %	
Inmunidad a perturbaciones según IEC 60947-1	equivale al grado de severidad 3	
Perturbaciones conducidas Ráfaga según IEC 61000-4-4	2 kV (contactos de relé 95-96-98), 1 kV (conexiones IO-Link, termistor, rearme remoto, salida analógica), equivale al grado de severidad 3	
Perturbaciones conducidas Impulso según IEC 61000-4-5		
• conductor-tierra	2 kV (conductor-tierra), equivale al grado de severidad 3	
• conductor-conductor	1 kV (conductor-conductor), equivale al grado de severidad 3	
Descarga electrostática según IEC 61000-4-2	6 kV, descarga de contacto/8 kV, descarga en aire	
Perturbaciones radiadas según IEC 61000-4-3	10 V/m	
Resistencia a choques	15 g/11 ms	
Resistencia a vibraciones	2 g	
Tensión de impulso asignada soportable	4000 V	
Pérdidas totales, típ.	0,5 W	

Identificador del equipo

• según DIN 40719, ampliación según IEC 204-2 y según IEC 750	F
• según DIN EN 61346-2	F
Tamaño del relé de sobrecarga	S00
Tamaño del contactor, combinable, según empresa	S00 ... S12
Modo de protección	Seguridad aumentada EEX e
Longitud máxima del cable para rearme remoto	bajo consulta
Duración de impulso mínima para rearme remoto (Y1-Y2)	150 ms

Circuito principal

Tabla 3-7 Circuito principal

Referencia	3RB2483-4AA1	3RB2483-4AC1
Clase de disparo según IEC 60947-4-1	CLASS 5, 10, 20 y 30 (ajustable)	
Número de polos para el circuito principal	3	
Valor de reacción ajustable, corriente del disparador por sobrecarga función de la corriente	0,3 A ... 630 A	

Datos técnicos de contactor tripolar S0

Datos generales				
Contactor	Tamaño		50	
	Tipo		3RT10 26	
Vida útil mecánica	Aparatos básicos Aparatos básicos con bloque de contactos auxiliar montado	Ciclos de maniobras	10 mill. 10 mill.	
Tensión asignada de aislamiento U _i (grado 3 de ensuciamiento)		V	690	
Separación segura entre bobina y contactos principales (según DIN VDE 0106, parte 101 y A1)		V	400	
Guía forzada			Sí, entre los contactos principales y los contactos auxiliares de apertura, al igual que dentro de los bloques de contactos auxiliares	
Temperatura ambiente admisible		°C	-25 hasta +60 en servicio, -55 hasta +80 en almacén	
Grado de protección según IEC 947-1 y DIN 40 050			IP 20, sistema de accionamiento IP 40	
Resistencia al choque	Impulso rectangular	c.a. c.c.	g/ms g/ms	8,5/5 y 4,9/10 10/5 y 7,5/10
	Impulso senoidal	c.a. c.c.	g/ms g/ms	12,5/5 y 7,8/10 15/5 y 10/10
Secciones de conexión				
Conexión por tornillo (se pueden conectar 1 ó 2 conductores)	Conductor principal unifilar flexible con manguito	mm2 mm2		2 x (1 hasta 2,5); 2 x (2,5 hasta 6) 2 x (1 hasta 2,5); 2 x (2,5 hasta 6) conforme a IEC 947; máx. 1 x 10
	cables AWG, unifilar o multifilar	AWG		2 x (14 hasta 10)
	Tornillos de conexión			M4
	Par de apriete	Nm		2,0 hasta 2,5 (18 hasta 22 lb.in)
	Conductor auxiliar unifilar flexible con manguito	mm2 mm2		2 x (0,5... 1,5); 2 x (0,75... 2,5) conforme a IEC 947; máx. 2 x (0,75... 4) 2 x (0,5 hasta 1,5); 2 x (0,75 hasta 2,5)
	cables AWG, unifilar o multifilar	AWG		2 x (18 hasta 14)
	Tornillos de conexión			M3
	Par de apriete	Nm		0,8 hasta 1,2 (7 hasta 10,3 lb.in)

Datos técnicos de contactor tripolar S00

Datos generales				
Contactor	Tamaño		500	
	Tipo		3RT1017	
Vida útil mecánica	Aparatos básicos Aparatos básicos con bloque de contactos auxiliar montado	Ciclos de maniobras	30 mill. 10 mill.	
Tensión asignada de aislamiento U _i (grado 3 de ensuciamiento)		V	690	
Separación segura entre bobina y contactos principales (según DIN VDE 0106, parte 101 y A1)		V	400	
Guía forzada			Sí, tanto en el aparato básico y en el bloque de contactos auxiliares como entre el aparato básico y el bloque de contactos auxiliares montado	
Temperatura ambiente admisible		°C	-25 hasta +60 en servicio, -55 hasta +80 en almacenamiento	
Grado de protección según IEC 947-1 y DIN 40 050			IP 20, sistema de accionamiento IP 40	
Resistencia al choque	Impulso rectangular	c.a. c.c.	g/ms g/ms	7/5 y 4,2/10 7/5 y 4,2/10
	Impulso senoidal	c.a. c.c.	g/ms g/ms	9,5/5 y 9,5/10 9,5/5 y 9,5/10
Secciones de conexión				
Conexión por tornillo (se pueden conectar 1 ó 2 conductores) para destornilladores normalizados del tamaño 2 y Pozidriv 2	Conductores principales y auxiliares: unifilar flexible con manguito	mm2 mm2		2 x (0,5... 1,5); 2 x (0,75... 2,5) conforme a IEC 947; máx. 2 (0,75... 4) 2 x (0,5... 1,5); 2 x (0,75... 2,5)
	cables AWG, unifilar o multifilar	AWG		2 x (18.. 14)
	Tornillos de conexión			M3
	Par de apriete	Nm		0,8... 1,2 (7 hasta 10,3 lb. in)

Unidad de fusible DIAZED

	Tapa roscada	Es una pieza de material aislante (porcelana), la cual permite colocar o retirar el fusible de la base, aún cuando el circuito se encuentre con corriente de utilización. Protege la rosca metálica de la base abierta, aislando de igual forma las placas de los gabinetes y evita con ello contactos involuntarios con las partes activas del fusible y base.
	Fusible	Es la pieza principal del conjunto y está constituido de un cuerpo aislante de cerámica, dentro del cual está montado el elemento fusible y relleno de arena especial de cuarzo, que sirve como medio de extinción del arco voltaico en el caso de fusión del fusible. Para facilitar la identificación de los fusibles, existe un indicador de color, correspondiente con la corriente nominal del fusible. Este se desprende en el caso de ruptura por fusión, siendo visible a través de la tapa.
	Anillo protector	
	Anillo calibrado	El diámetro interno está de acuerdo con el tamaño del fusible y de su corriente nominal, no permitiendo que se coloque un fusible de mayor corriente que la prevista.
	Base de fusible (tipo abierto)	Esta pieza reúne a todo el conjunto de seguridad, directamente se puede adosar sobre la placa de montaje por medio de tornillos, el cuerpo de la base es de cerámica.

Datos técnicos

Tensión nominal	Diazed 500 V~ 500 V=
-----------------	-------------------------

Capacidad interruptiva de los fusibles Original Diazed

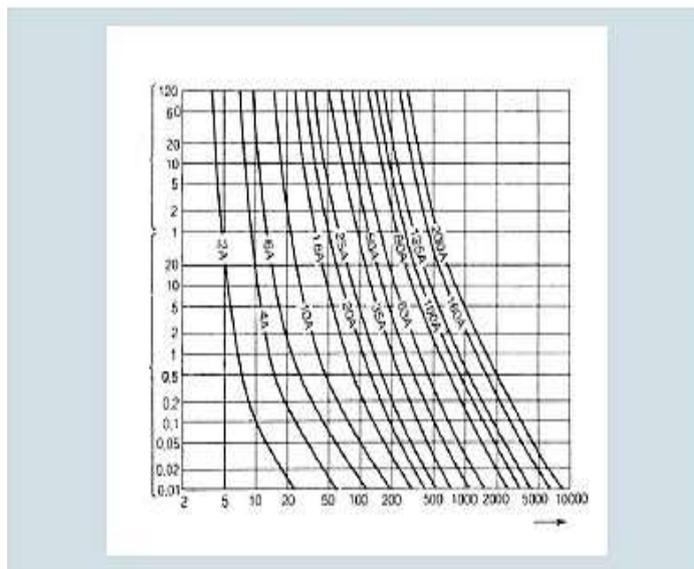
In A	Capacidad interruptiva*					
	220 V~ kA	200 V= kA	440 V~ kA	440 V= kA	500 V~ kA	500 V= kA
2 a 20			ilimitada			
25 a 63	70	100	70	70		
80 a 100	70	100	70	100	50	50

* Con corriente alterna: kA (valor eficaz) $\cos \phi = 0.1$ a 1.0
Con corriente continua: prácticamente no inductivos.

Tabla de selección

Corriente nominal A	Color indicador	Para el fusible	Tipo	Número de catálogo	Peso aprox. x 100 pzas.	Piezas por caja
2	rosa	5SF 1 02 (rosca E 27)	5SB2 11	5SB211	2.6	5
4	marrón		5SB2 21	5SB221	2.6	5
6	verde		5SB2 31	5SB231	2.6	5
10	rojo		5SB2 51	5SB251	2.6	5
16	gris		5SB2 61	5SB261	2.8	5
20	azul		5SB2 71	5SB271	2.9	5
25	amarillo		5SB2 81	5SB281	3.1	5
35	negro	5SF 1 22 (rosca E 33)	5SB4 11	5SB411	5	5
50	blanco		5SB4 21	5SB421	5.1	5
63	cobre		5SB4 31	5SB431	5.4	5
80	plata	5SF 4 40 ó 5SF 1 40 (rosca R 1 1/4)	5SC2 11	5SC211	11	10
100	rojo		5SC2 21	5SC221	11	10

Curvas características - Tiempo corriente



Valores promedio de las curvas "tiempo de fusión en función de la corriente correspondiente a los fusibles Diazed lentos"



Vision OPLC™

**PROTOSCOLOS
DEFINIBLES POR
EL USUARIO**

Los OPLCs **V230, V260, V280 y V570** incluyen un poderoso PLC, HMI Gráfica/al tacto y módulos E/S Snap-in opcionales. Hasta 24 lazos PID. Soporte GSM/CDMA, funciones de reloj de tiempo real, 192 timer, funciones de punto flotante.



MODELO	V230-13-B21B	V260-16-B20B	V280-18-B21B	V290-19-B20B	V570-57-C30B	V570-57-T40B	V570-T20B
Tensión de alimentación	12/24 VCC	12/24 VCC	12/24 VCC	12/24 VCC	24 VCC	24 VCC	12/24 VCC
Display	STN LCD	STN LCD azul negativo	FSTN LCD al tacto	Gráfico B&W FSTN LCD al tacto	GSTN LCD al tacto	TFT LCD al tacto	TFT LCD LED blanco
Resolución de display	128 x 64 pixels	240 x 64 pixels	320 x 240 pixels (QVGA) 5.7" activo	320 x 240 pixels (QVGA) 5.7" activo	256 colores 320 x 240 pixels 5.7" activo	256 colores 320 x 240 pixels 5.7" activo	256 colores 320 x 240 pixels 5.7" activo
Puerto de comunicación	2 puertos RS232 1 puerto CANbus				2 puertos RS232/RS485 1 puerto CANbus		
Protocolos de comunicación	MODBUS TCP/IP, MODBUS RTU Maestro / Esclavo, CAN OPEN, UNICAN, CAN CANAL, SAE J1939, DF1 de 4B (solo Esclavo), Web Server, Email, definibles por el usuario						
Memoria de aplicación	1000 K				2000 K		
Tabla de datos	Hasta 120 K (RAM) / 192 K (Flash)				Hasta 120 K (RAM) / 192 K (Flash) (Expandible via tarjeta Micro SD)		
Opciones E/S	Líneas módulos hasta 128 E/S según tabla siguiente				Hasta 512 E/S según el adaptador y las expansiones utilizadas		

Módulos E/S Snap-in

MODELO	V200-18-E1B	V200-18-E2B	V200-18-E3XB	V200-18-E4XB	V200-18-E5B	V200-18-E6B
Entradas digitales (aisladas)	16 entradas pnp/npn (24 VCC)	16 entradas pnp/npn (24 VCC)	16 entradas pnp/npn (24 VCC)	16 entradas pnp/npn (24 VCC)	16 entradas pnp/npn (24 VCC)	16 entradas pnp/npn (24 VCC)
Contador de alta velocidad/encoders medidor de frecuencia	** 2 entradas 10KHz pnp/npn Resolución 32 bit	2 entradas 10KHz pnp/npn Resolución 32 bit	2 entradas 10KHz pnp/npn Resolución 32 bit	2 entradas 10KHz pnp/npn Resolución 32 bit	2 entradas 10KHz pnp/npn Resolución 32 bit	2 entradas 10KHz pnp/npn Resolución 32 bit
Entradas analógicas	3 entradas de 12 bit, 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA	2 entradas de 12 bit, 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA	4 entradas aisladas de 14 bit, 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA. También puede seleccionarse a Termocúpula ó PT100 (14 bit)		3 entradas de 12 bit, 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA	3 entradas de 10 bit, 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA
Medición de temperatura	-	-			-	2 entradas configurables como Analógicas 14 bit, 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA. Termocúpula PT100, 0.1° resolución
Salidas digitales (aisladas)	4 salidas pnp/npn (24 VCC)	4 salidas pnp/npn (24 VCC)	2 salidas pnp/npn (24 VCC)	2 salidas pnp/npn (24 VCC)	2 salidas pnp/npn (24 VCC)	2 salidas pnp/npn (24 VCC)
	10 salidas relé	10 salidas relé	15 salidas relé	15 salidas pnp/npn (24 VCC)	15 salidas pnp/npn (24 VCC)	15 salidas relé
Salida rápida / PWM	2 salidas transistor pueden funcionar como salidas rápidas, 50KHz para npn / 0.5 KHz para pnp					
Salidas analógicas	Ninguna	2 salidas 12 bit, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA	4 salidas 12 bit, 0-10V, 4-20mA		Ninguna	2 salidas 12 bit, 0-10V, 4-20mA

** Algunas entradas digitales pueden funcionar como contadores de alta velocidad, entradas de encoders, medidores de frecuencia o entradas digitales normales.

Módulos E/S Snap-in

MODELO	V200-19-RS4-X	V200-19-ET1
Puerto de comunicación	1 puerto RS485/RS232	1 puerto Ethernet

V200-18-E46B Technical Specifications

Digital Inputs

Number of inputs	18 (in two groups)
Input type	pnp (source) or npn (sink)
Galvanic isolation	
Digital inputs to bus	Yes
Digital inputs to digital inputs in same group	No
Group to group, digital inputs	Yes
Nominal input voltage	24VDC
Input voltage	
pnp (source)	0-5VDC for Logic '0' 17-28.8VDC for Logic '1'
npn (sink)	17-28.8VDC for Logic '0' 0-5VDC for Logic '1'
Input current	8.8mA@24VDC for inputs 0 to 3 6mA@24VDC for inputs 4 to 17
Response time	10mSec typical
High-speed inputs	Specifications below apply when these inputs are wired for use as a high-speed counter input/shaft encoder. See Notes 1 and 2.
Resolution	32-bit
Frequency	10kHz maximum
Minimum pulse width	40µs

Notes:

- Inputs 0 and 2 can each function as either high-speed counter or as part of a shaft encoder. In each case, high-speed input specifications apply. When used as a normal digital input, normal input specifications apply.
- Inputs 1 and 3 can each function as either counter reset, or as a normal digital input; in either case, its specifications are those of a normal digital input. These inputs may also be used as part of a shaft encoder. In this case, high-speed input specifications apply.

Digital Outputs

Digital Output's Power Supply

Nominal operating voltage	24VDC
Operating voltage	20.4 to 28.8VDC
Quiescent current	5mA@24VDC.
Max. current consumption	85mA@24VDC. See Note 3.
Galvanic isolation	
Digital power supply to bus	Yes
Digital power supply to relay outputs	Yes
Digital power supply to transistor outputs	No

Notes:

- Maximum current consumption does not provide for pnp output requirements. The additional current requirement of pnp outputs must be added.

Relay Outputs

Number of outputs	15 relays (in two groups). See Note 4.
Output type	SPST-NO (Form A)
Isolation	By relay
Type of relay	Tyco PCN-124D3MHZ or compatible
Outputs' power supply	See Digital Output's Power Supply page 11.
Galvanic isolation	
Relay outputs to bus	Yes
Group to group, relay outputs	Yes
Relay to transistor outputs	Yes
Output current	3A maximum per output (resistive load) 8A maximum total for common (resistive load)
Rate voltage	250VAC / 30VDC
Minimum load	1mA@5VDC
Life expectancy	100k operations at maximum load
Response time	10mS (typical)
Contact protection	External precautions required (see Increasing Contact Life Span, p.4)

Notes:

4. Outputs 2, 3, 4, 5, 6 and 7 share a common signal. Outputs 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 and 16 share a common signal.

Transistor Outputs/H.S.O.

Number of outputs	2, high-speed. Each can be individually wired as pnp (source) or npn (sink).
Output type	pnp: P-MOSFET (open drain) nnp: N-MOSFET (open drain)
Galvanic isolation	
Transistor outputs to bus	Yes
Transistor outputs to transistor outputs	No
Transistor outputs to relay outputs	Yes
Output current	pnp: 0.5A maximum per output nnp: 50mA maximum per output
Maximum frequency	<u>Resistive load</u> pnp: 0.5kHz nnp: 100kHz <u>Inductive load</u> 0.5Hz
ON voltage drop	pnp: 0.5VDC maximum nnp: 0.4VDC maximum
Short circuit protection	Yes (pnp only)
Voltage reference	
pnp (source)	See Digital Output's Power Supply page 11
nnp (sink)	3.5V to 28.8VDC, unrelated to the voltage of either the I/O module or the controller

Notes:

5. Output #0 and 1 may be used as high-speed outputs.

Analog Inputs

Number of inputs	9
Type of input	Set via appropriate wiring and jumper settings.
Isolation	None

Analog Inputs

	AN0-AN2 (10-bit)	AN3-AN8 (12-14-bit)
Input range	0-10V, 0-20mA, 4-20mA	0-10V, 0-20mA, 4-20mA
Conversion method	Successive approximation	Voltage to frequency
Normal mode		
Resolution, except 4-20mA	10-bit (1024 units)	14-bit (16383 units)
Resolution at 4-20mA	204-1023 (820 units)	3277 to 16383 (13107 units)
Conversion time	Synchronized to scan time	100mSec minimum per input (according to filter type)
Fast Mode		
Resolution, except 4-20mA	—	12-bit (4096 units)
Resolution at 4-20mA	—	819 to 4095 (3277 units)
Conversion time	—	20mSec minimum per input (according to filter type)
Input impedance	>100k Ω —voltage 500 Ω —current	12.77k Ω —voltage 37 Ω —current
Absolute maximum rating	\pm 15V—voltage \pm 30mA, 15V—current	\pm 15V—voltage \pm 30mA, 1.1V—current
Full-scale error	\pm 3 LSB (0.3%)	\pm 0.5%
Linearity error	\pm 3 LSB (0.3%)	\pm 0.04%
Status indication	Yes. See Note 6.	Yes. See Note 7.

Notes:

6. The analog value can indicate a fault:
- | Value: 10-bit | Possible Cause |
|---------------|--------------------------------|
| 1024 | Deviates above the input range |
7. The analog value can indicate faults:
- | Value: 12-bit | Value: 14-bit | Possible Cause |
|---------------|---------------|---|
| -1 | -1 | Deviates slightly below the input range |
| 4096 | 16384 | Deviates slightly above the input range |
| 32767 | 32767 | Deviates greatly above or below the input range |

Analog Outputs**Analog Output's Power Supply**

Nominal operating voltage	24VDC
Operating voltage	20.4 to 28.8VDC
Quiescent current	30mA@24VDC
Max. current consumption	80mA@24VDC
Galvanic isolation	
Analog power supply to bus	Yes
Analog power supply to analog outputs	No

Analog Outputs

Number of outputs	2 (single-ended)
Output range	0-10V, 4-20mA. See Note 8.
Resolution	12-bit (4096 units)
Conversion time	Synchronized to scan time
Load impedance	1k Ω minimum—voltage 500 Ω maximum—current
Galvanic isolation	
Analog outputs to bus	Yes
Analog output to analog output	No
Linearity error	\pm 0.1%
Operational error limits	\pm 0.2%

Notes:

8. Note that the range of each I/O is defined by wiring and within the controller's software.

Environmental	IP20 / NEMA1
Operating temperature	0° to 50°C (32° to 122°F)
Storage temperature	-20° to 80°C (-4° to 140°F)
Relative Humidity (RH)	10% to 95% (non-condensing)
Dimensions (WxHxD)	138x23x123mm (5.43x0.9x4.84")
Weight	140g (4.94oz)

MODULOS DE EXPANSION E/S COMPACTOS

Conecte cualquiera de los módulos de expansión E/S que se detallan debajo a cualquier OPLC Unitronics. Pueden conectarse hasta 8 módulos a un solo PLC.

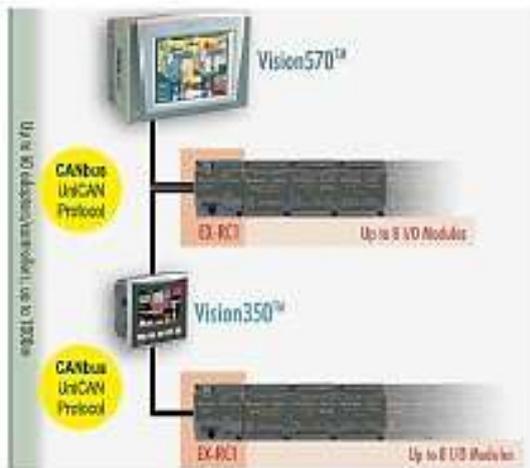
MODELO	IO-DI-T08	IO-DI8-R04	IO-DI-R08	IO-DI16	IO-TD16	IO-R16	IO-R16	IO-DI8ACH
Alimentación	24 VCC							
Entradas digitales	8 pnp/npn	8 pnp/npn	8 pnp/npn	16 pnp/npn	—	—	—	8 AC
Salidas a relé	—	4	8	—	—	8	16	—
Salidas a transistor	8 prp	—	—	—	16 prp	—	—	—
Cortador de alta velocidad	1	1	1	1	—	—	—	—

MODELO	IO-AI4-A02	IO-A0EX	IO-PT4	IO-PT4K	IO-ATC8	IO-LC1	IO-EC3
Alimentación	24 VCC	24 VCC	12/24 VCC	12/24 VCC	12/24 VCC	12/24 VCC	12/24 VCC
Entradas analógicas	4 de 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA, 12 bit	—	4 PT100 Rango: 50°C a 490°C (-56F a 950F)	4 PT1000/1000 Rango: -50°C a 460°C (-58F a 850F)	8 analógicas/termopares(T/C J, K, T, S, E, N, R, S, 0-10V, 0-20mA/12/14bit)[3]	—	—
Salidas analógicas	2 de ± 0-10V, 0-20 mA, 4-20 mA, 12 bit	6 salidas 0-10V, 0-20mA, 4-20mA, 12 bit	—	—	—	—	—
Cargas de Carga (A)	—	—	—	—	—	1 entrada Strain Gauge Rango de voltaje de entrada: ±20mV, ± 80mV Excitación: 5VCC 1 entrada digital prp 2 salidas prp setpoint	3 entradas Strain Gauge Rango de voltaje de entrada: ±20mV, ± 80mV Excitación: 5VCC 1 entrada digital prp 2 salidas prp setpoint

MODELO	IO-DI16A3-TD16	IO-DI16A3-RO16	EX-DI16A3-TD16	EX-DI16A3-RO8	EX3-DI-R08 (2)
Alimentación	24 VCC				
Entradas digitales	16 pnp/npn	16 pnp/npn	16 pnp/npn	16 pnp/npn	8 prp
Salidas a relé	—	16	—	8	8
Salidas a transistor	16	—	16	—	—
Entradas analógicas	3 de 0-20 mA, 4-20 mA, 10 bit	3 de 0-20 mA, 4-20 mA, 10 bit	3 de 0-20 mA, 4-20 mA, 10 bit	3 de 0-20 mA, 4-20 mA, 10 bit	—
Cortador de alta velocidad	1	2	1	2	1
Salida de alta velocidad	1	—	1	—	—
Notas	No se requiere adaptador EX-A1				

EX-A1	EX-RC1
Adaptador para expansión. Usado como enlace entre el PLC y hasta 8 módulos de expansión. Soporta ambos 12/24VCC.	Adaptador serial de expansión utilizado como enlace entre los PLC's Modbus y los módulos de expansión de E/S a través del CANBUS. Múltiples adaptadores pueden ser conectados a un solo PLC, con un máximo de 8 para cada adaptador. Soporta funciones de PLC. Soporta ambos 12/24VCC.

(1) 12VCC se suministra por estos modelos: IO-DI8-T08-L, IO-DI8-R04-L, IO-DI16-L, IO-R08-L, IO-RD16-L.
 (2) El EX3 está situado en una carcasa abierta. Solo puede conectarse un EX3 por PLC, como un módulo de expansión simple. No se requiere adaptador EX-A1.
 (3) Resolución de 12/24 bit sólo para las entradas analógicas.
 (4) Conectar a todos los módulos sólo 5VCC.



IO-DI8-TO8, IO-DI8-TO8-L Technical Specifications

Max. current consumption	70mA maximum from the adapter's 5VDC
Typical power consumption	0.15W @ 5VDC
Status indicator (RUN)	Green LED: —Lit when a communication link is established between module and OPLC. —Blinks when the communication link fails.

Inputs

Number of inputs	8 (in one group)	
Input type	pnp (source) or npn (sink)	
Galvanic isolation	None	
Status indicators (IN)	Green LEDs—Lit when the corresponding input is active. See Note 1.	
Nominal input voltage	24VDC for IO-DI8-TO8, 12VDC for IO-DI8-TO8-L	
Input voltage	IO-DI8-TO8	IO-DI8-TO8-L
pnp (source)	0-5VDC for Logic '0' 17-28.8VDC for Logic '1'	0-3VDC for Logic '0' 8-15.6V for Logic '1'
nnp (sink), voltage/current	17-28.8VDC/<1.1 mA for Logic '0' 0-5VDC/>4.3mA for Logic '1'	8-15.6VDC/<1.1 mA for Logic '0' 0-3VDC/>4.3mA for Logic '1'
Input current	6mA@24VDC	6mA@12VDC
Response time	10mSec typical	
Input #7	The specifications below apply when this input is wired for use as a high-speed counter input/frequency measurer. See Notes 2 and 3.	
Resolution	16-bit	
Frequency	5kHz maximum	
Minimum pulse width	80µs	

Outputs

Number of outputs	8 pnp (source)
Output type	P-MOSFET (open drain) for both 24VDC and 12VDC outputs
Galvanic isolation	None
Output current	0.5A maximum (per output) Total current: 3A maximum (all outputs)
Maximum frequency	20Hz (resistive load) 0.5 Hz (inductive load)
Short circuit protection	Yes
Status Indicators (OUT) (S.C)	Red LEDs—Lit when the corresponding output is active. Red LED—Lit when an output's load short-circuits. See Note 4 below.
Voltage	
Operating voltage	10.2 to 28.8VDC
Nominal operating voltage	12/24VDC

Environmental

Operating temperature	0° to 50°C (32° to 122°F)
Storage temperature	-20° to 60° C (-4° to 140°F)
Relative Humidity (RH)	5% to 95% (non-condensing)
Dimensions (WxHxD)	80mm x 93mm x 60mm (3.15" x 3.66" x 2.362")
Weight	141g (4.9oz.)
Mounting	Either onto a 35mm DIN-rail or screw-mounted.

IO-AI4-AO2 Technical Specifications

Max. current consumption	30mA maximum from the adapter's 5VDC
Typical power consumption	0.1W @ 5VDC
Status indicator (RUN)	Green LED: —Lit when a communication link is established between module and OPLC. —Blinks when the communication link fails.

Analog Inputs

Number of inputs	4 (single-ended)
Input range	0-10V, 0-20mA, 4-20mA. See Note 1.
Conversion method	Successive approximation
Resolution (except at 4-20mA)	12-bit (4096 units)
Resolution at 4-20mA	819 to 4095 (3277 units)
Conversion time	20msec
Input impedance	1M Ω —voltage 121.5 Ω —current
Galvanic isolation	None
Absolute maximum rating	\pm 20V—voltage \pm 40mA—current
Full-scale error	\pm 4 LSB (0.1%)
Linearity error	\pm 1 LSB (0.025%)
Operational error limits	\pm 0.4%
Status indicators (OUT OF RANGE)	Red LEDs—Lit when the corresponding input is receiving current or voltage in excess of the input range. See Note 2.

Analog Outputs

Number of outputs	2 (single-ended)
Output range	\pm 10V, 0-20mA, 4-20mA. See Note 1.
Resolution (except at 4-20mA)	12-bit (4096 units) + sign
Resolution at 4-20mA	819 to 4095 (3277 units)
Load impedance	1k Ω minimum—voltage 500 Ω maximum—current
Galvanic isolation	None
Conversion time	5msec
Linearity error	\pm 0.1%
Operational error limits	\pm 0.2%
Status Indicators (SHORT CIRCUIT)	Red LED—Lit when an output wired to deliver a positive voltage is short-circuited. See Note 3.

Analog Power Supply

Permissible range	20.4 to 28.8VDC
Max. current consumption	75mA@24VDC

Environmental

Operating temperature	0° to 50°C (32 to 122° F)
Storage temperature	-20° to 60°C (-4 to 140° F)
Relative Humidity (RH)	5% to 95% (non-condensing)
Dimensions (WxHxD)	80mm x 93mm x 60mm (3.15 x 3.66 x 2.362")
Weight	146.3g (5.15oz.)
Mounting	Either onto a 35mm DIN-rail or screw-mounted.

IO-PT400, IO-PT4K Technical Specifications

Max. current consumption	35mA maximum from the adapter's 5VDC
Typical power consumption	0.09W @ 5VDC
Status indicator (RUN)	Green LED: —Lit when a communication link is established between module and OPLC. —Blinks when the communication link fails.

Analog Inputs

Number of inputs	4	
Model number	I/O-PT400	I/O-PT4K
RTD type	PT100, NI100, NI120	PT1000, NI1000
Temperature coefficient α	PT: 385/392, NI100: 618, NI120: 672	PT: 385/392, NI: 618
Temperature unit	°C and °F	
Temperature range		
PT100/1000	-50° to 460°C (-58° to 860°F)	
NI100/1000	-50° to 232°C (-58° to 449°F)	
NI120	-50° to 172°C (-58° to 341°F)	
Isolation	None	
Resolution	12-bit (4096 units)	
Measurement resolution	±0.1°C (0.1°F). See Note 2.	
Conversion method	Successive approximation	
Conversion time	40msec	
Input impedance	10MΩ minimum	
Auxiliary current		
PT100/NI100/NI120	1.9mA	
PT1000/NI1000	0.19mA	
Linearity error	I/O-PT400 ±0.3°C (0.6°F) (±0.05%)	I/O-PT4K ±0.4°C (0.8°F) (±0.06%)
Temperature accuracy	±0.4°C (0.8°F)	
Status indicators (OUT OF RANGE)	Red LEDs—Lit when the corresponding input measures an analog value (temperature) outside of the permissible range. See Note 3.	
Connection options	2, 3 or 4 wires	

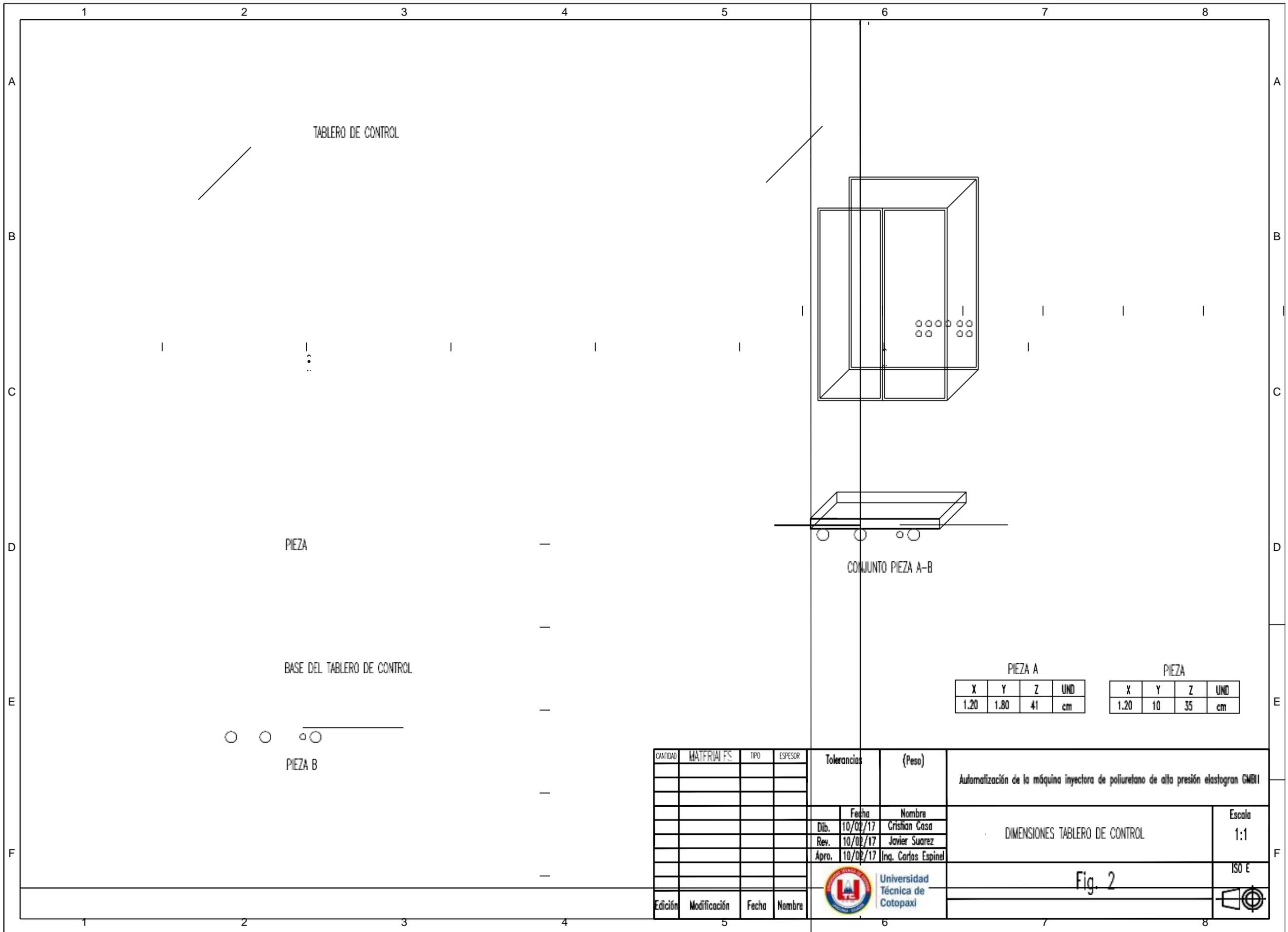
Environmental

Operating temperature	IP20 / NEMA1 0° to 50°C (32 to 122° F)
Storage temperature	-20° to 60°C (-4 to 140° F)
Relative Humidity (RH)	10% to 95% (non-condensing)
Dimensions (WxHxD)	80 x 93 x 60mm (3.15 x 3.66 x 2.362")
Weight	140.3g (4.94oz.)
Mounting	Either onto a 35mm DIN-rail or screw-mounted.

Notes:

- Alpha (α) type is selected in software. The PT default setting is 385.
- The input analog value represents the temperature value as follows:
Analog value-262 Actual measured temperature: 26.2°C
- The temperature values can also indicate certain faults as shown in the following table.

Value	Possible Cause
-10000 (-1000°)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Input temperature is out of the permissible range (under -50°C) ■ -I signal is not connected ■ Sensor is short-circuited
10000 (1000°)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Input temperature is out of the permissible range (PT: over 460°C) (NI: over 232° C) (NI120: over 172°C) ■ Sensor is not connected to input ■ +I or +V signals are not connected ■ -I and -V signals are not connected



TABLERO DE CONTROL

PIEZA

BASE DEL TABLERO DE CONTROL

PIEZA B

CONJUNTO PIEZA A-B

PIEZA A

X	Y	Z	UND
1.20	1.80	41	cm

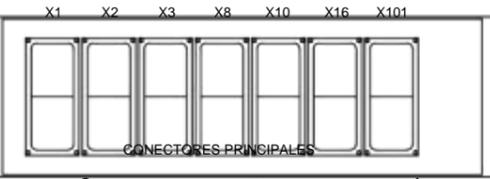
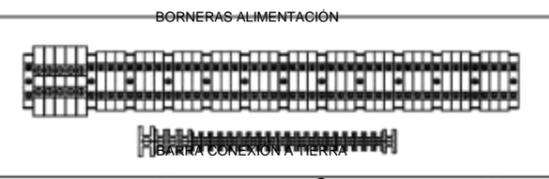
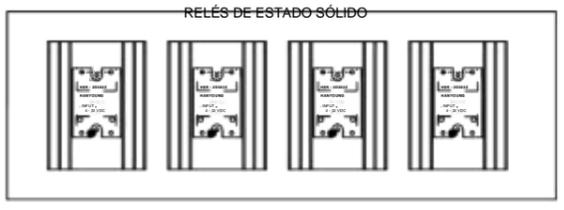
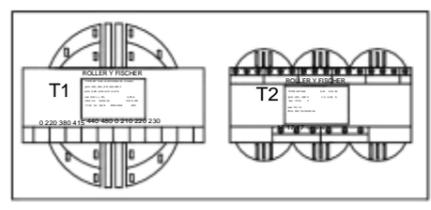
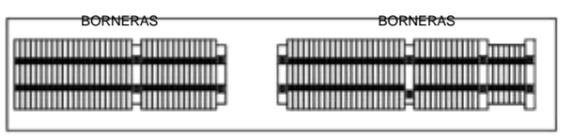
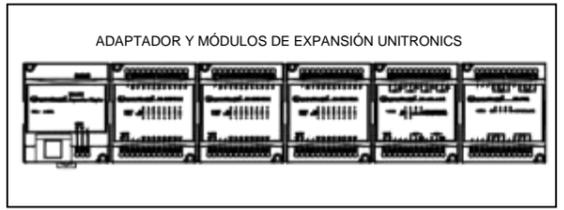
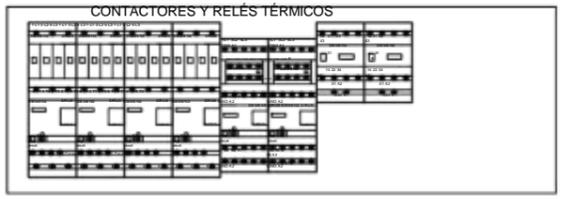
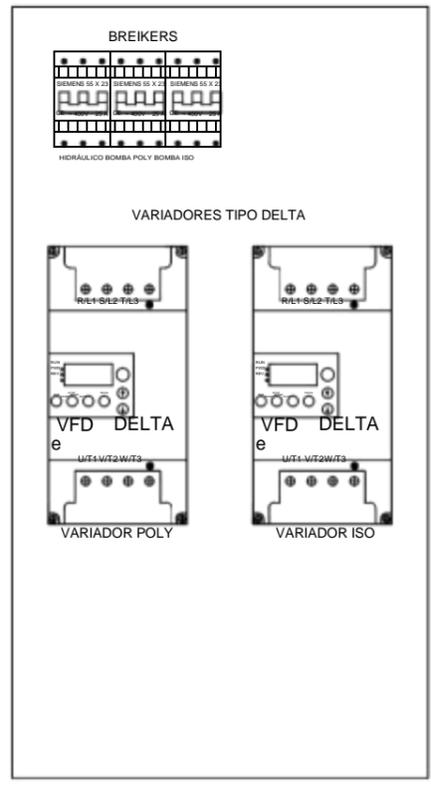
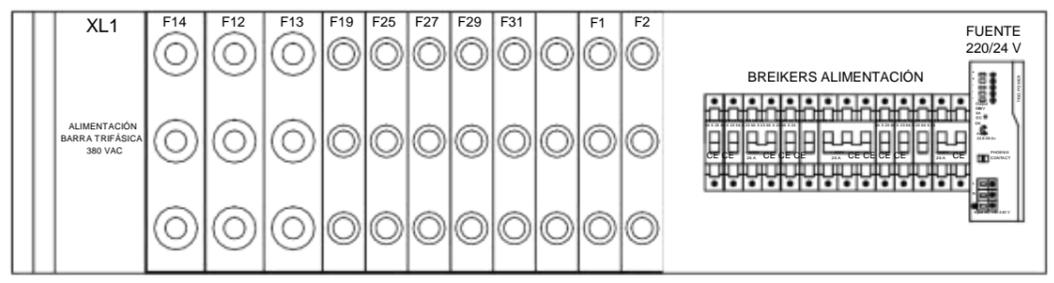
PIEZA

X	Y	Z	UND
1.20	10	35	cm

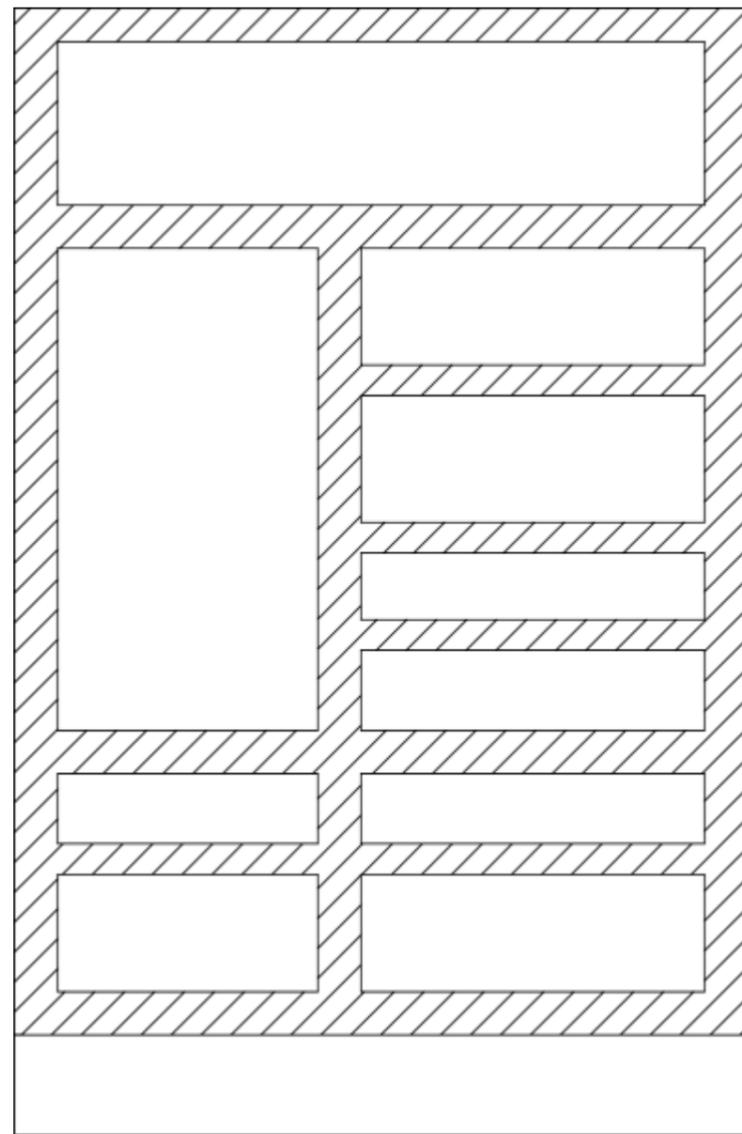
CANTIDAD	MATERIALES	TIPO	ESPESOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH	
						DIMENSIONES TABLERO DE CONTROL	
						Escala 1:1	
						ISO E	
						Fig. 2	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi			

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F



VISTA FRONTAL DEL TABLERO DE CONTROL

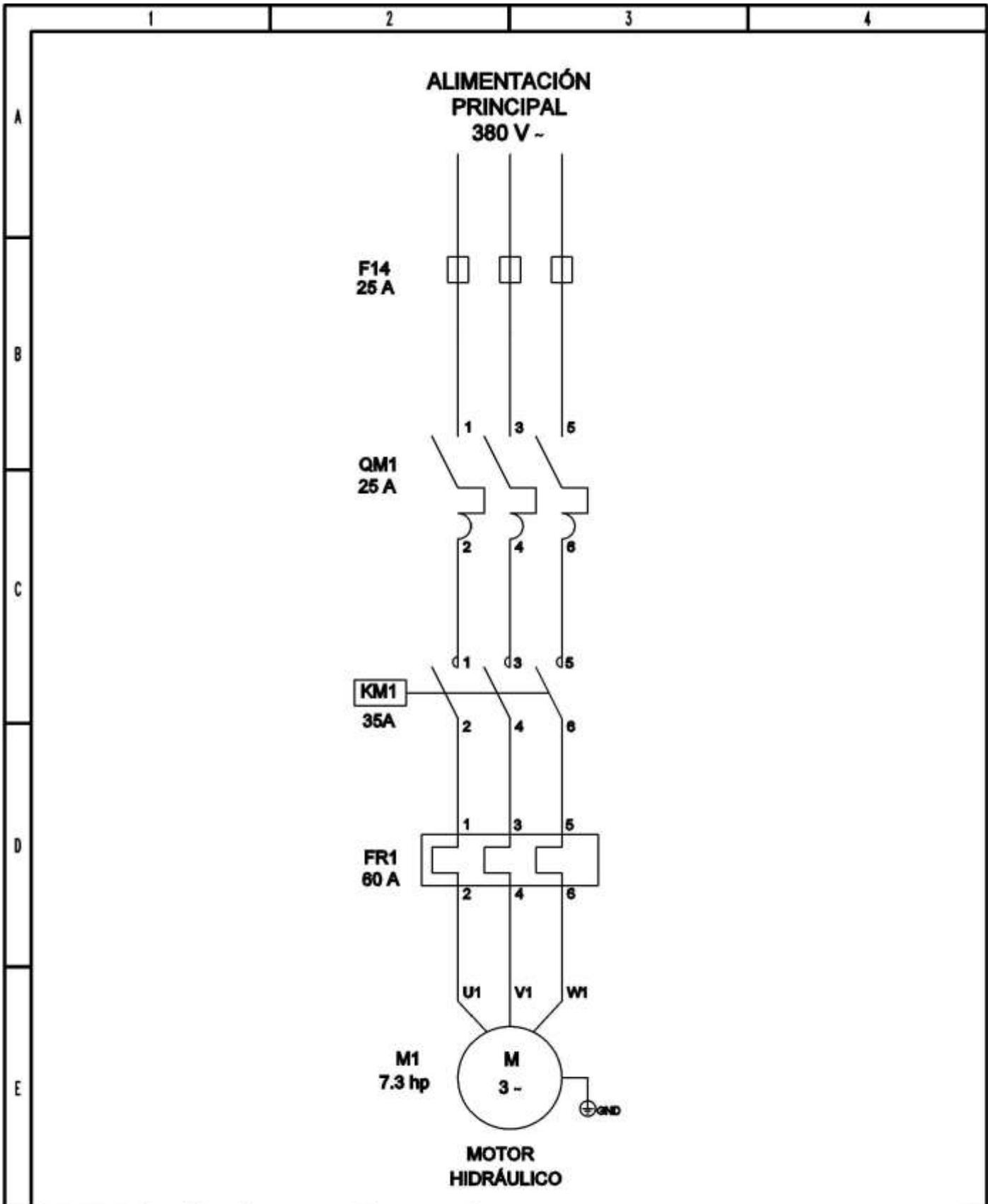


Dimensiones

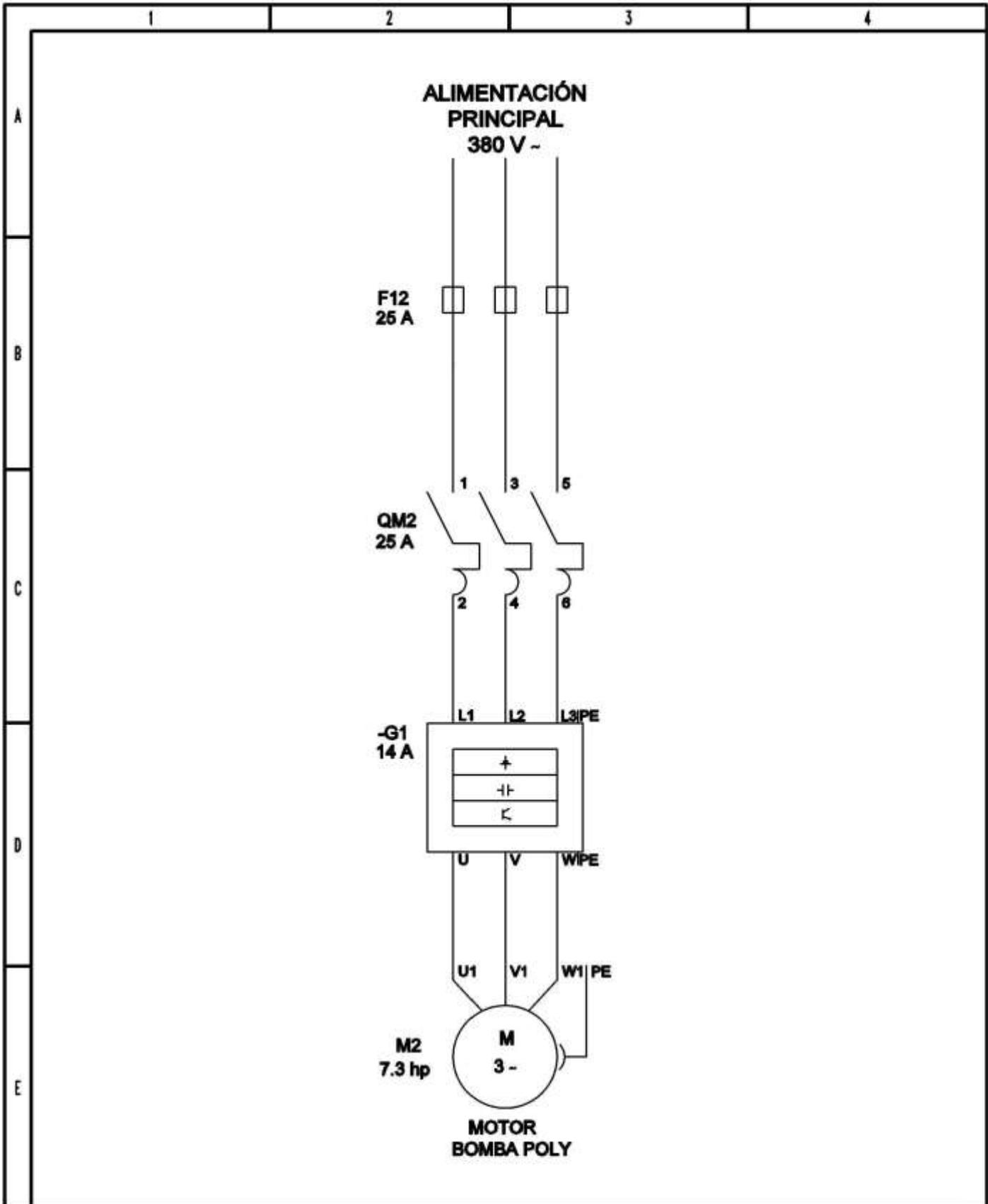
X	Y	UND
1.69	1.10	cm

CANTIDAD	MATERIALES	DPC	ESPESOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMEH	
						VISTA FRONTAL TABLERO DE CONTROL	
				Fecha	Nombre	Escala	
				Dib. 10/02/17	Cristian Casa	1:1	
				Rev. 10/02/17	Javier Suarez	ISO E	
				Apro. 10/02/17	Ing. Carlos Espinel	Fig. 3	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Universidad Técnica de Cotopaxi			

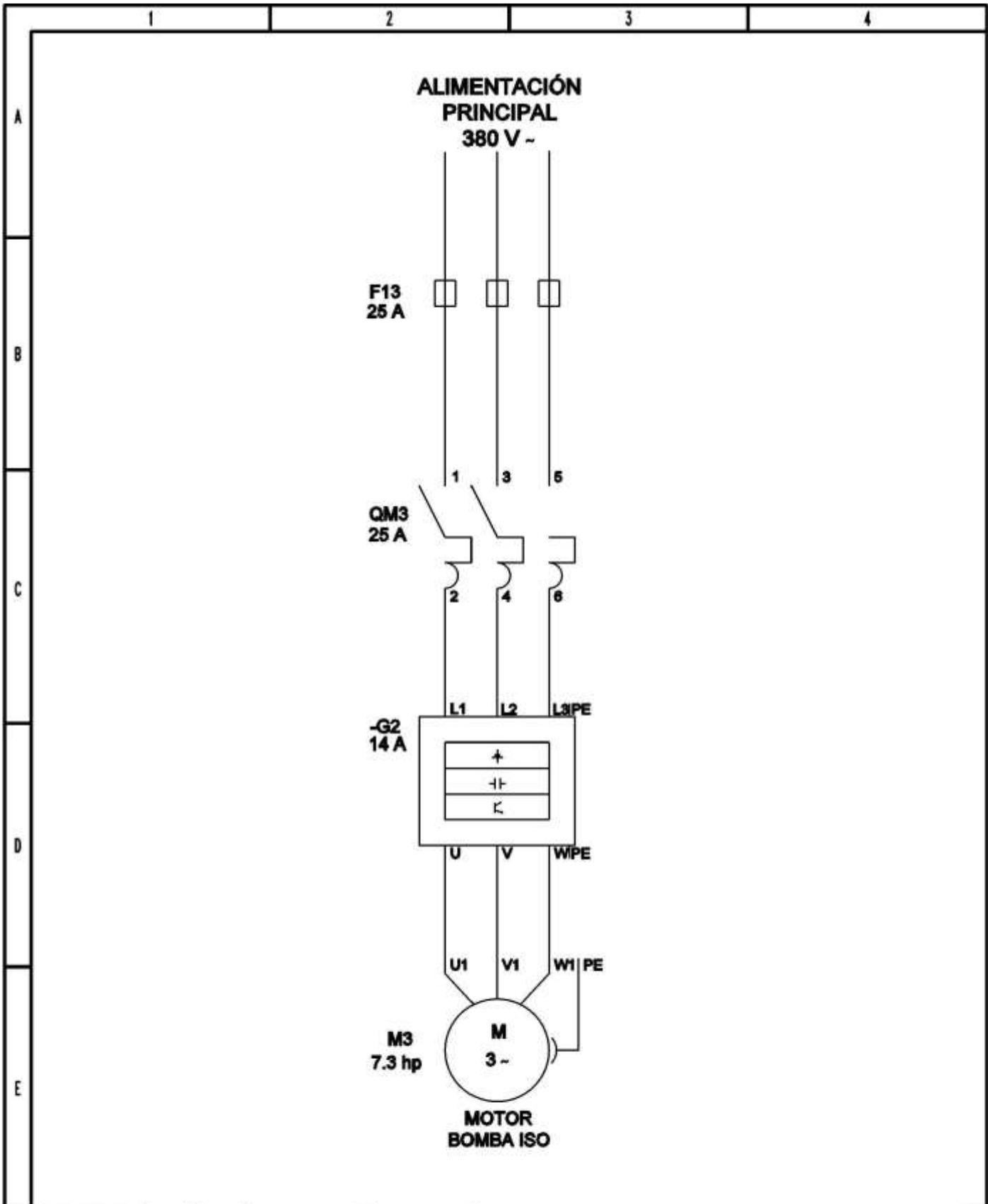
1 2 3 4 5 6 7 8



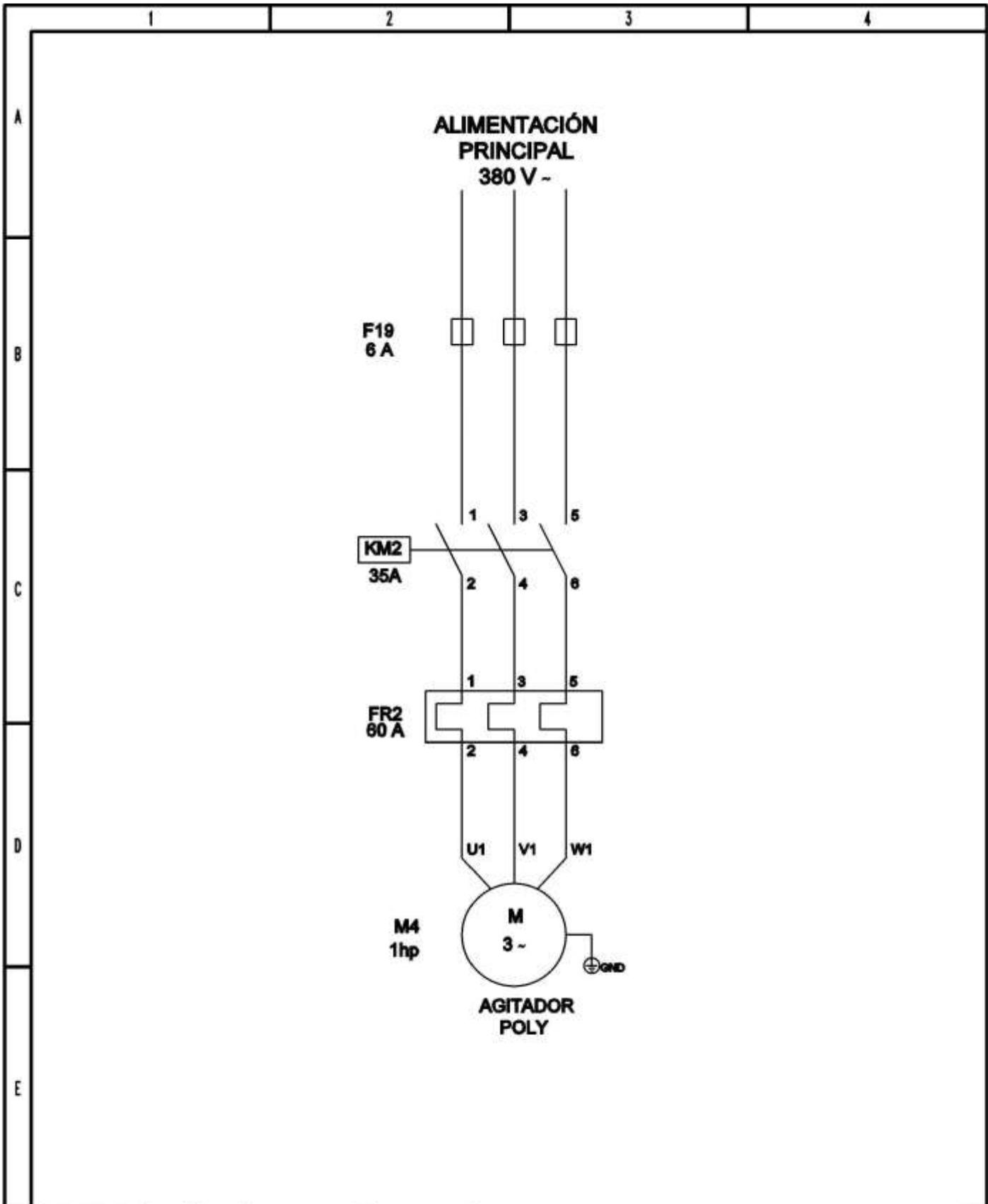
CANTIDAD	MATERIALES	REF.	ESPEJOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH	
						Fig. 5	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Universidad Técnica de Cotopaxi			



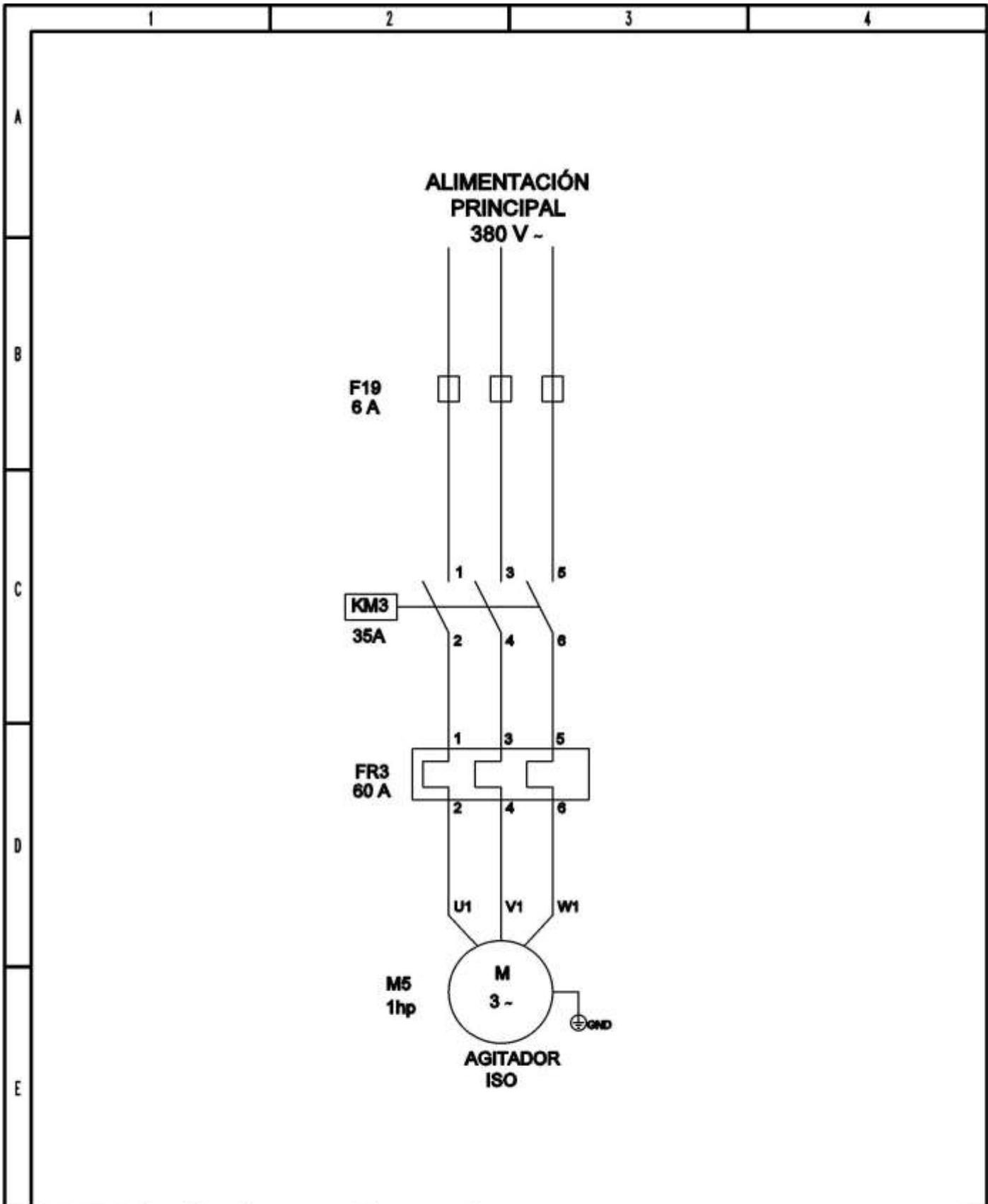
CANTIDAD	MATERIALES	DPO	ESPEJOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH	
						ESQUEMA BOMBA POLY	Escala 1:1
						Fig. 6	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi			



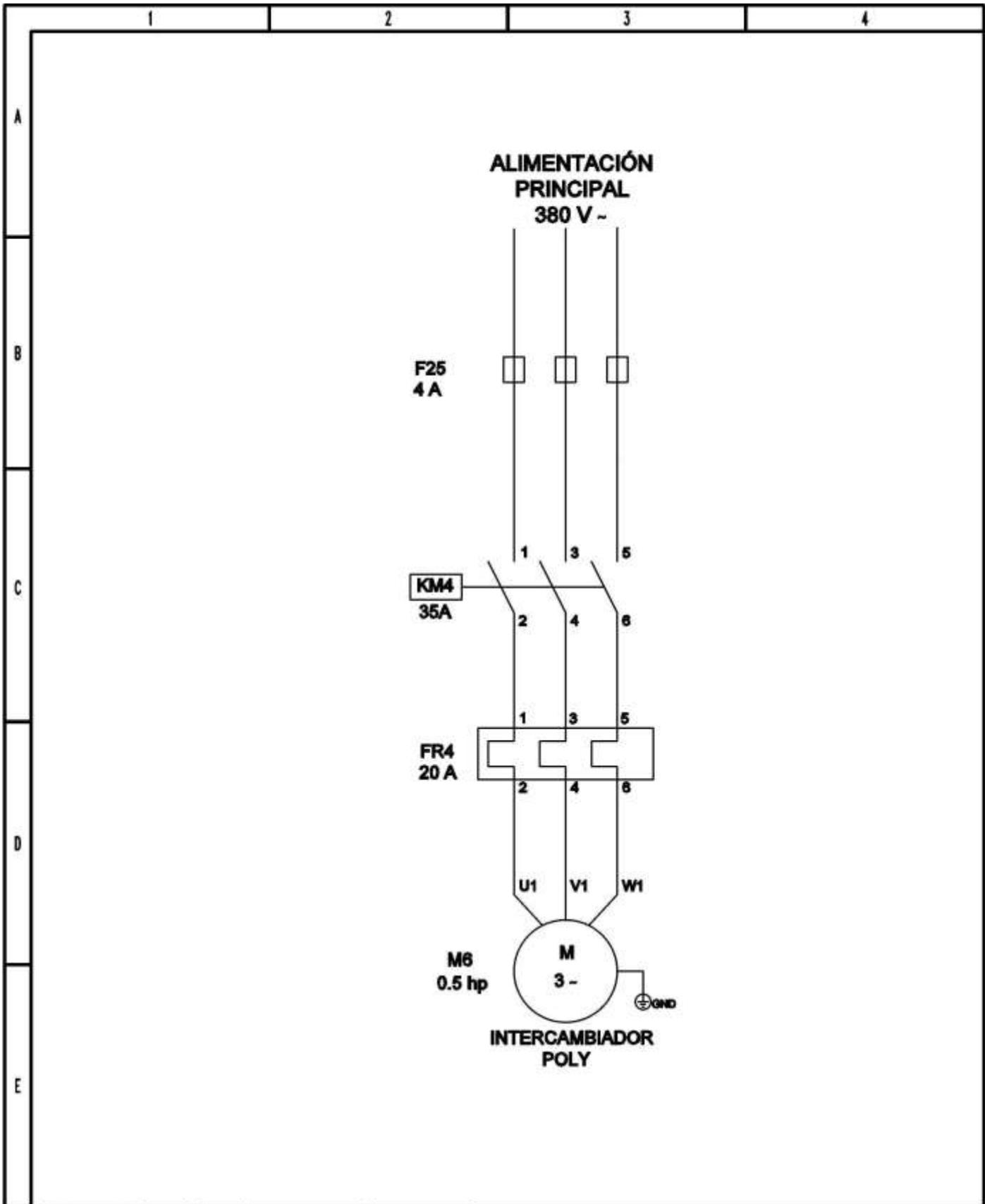
CANTIDAD	MATERIALES	REF.	ESPEJOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH	
						Fig. 7	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi			



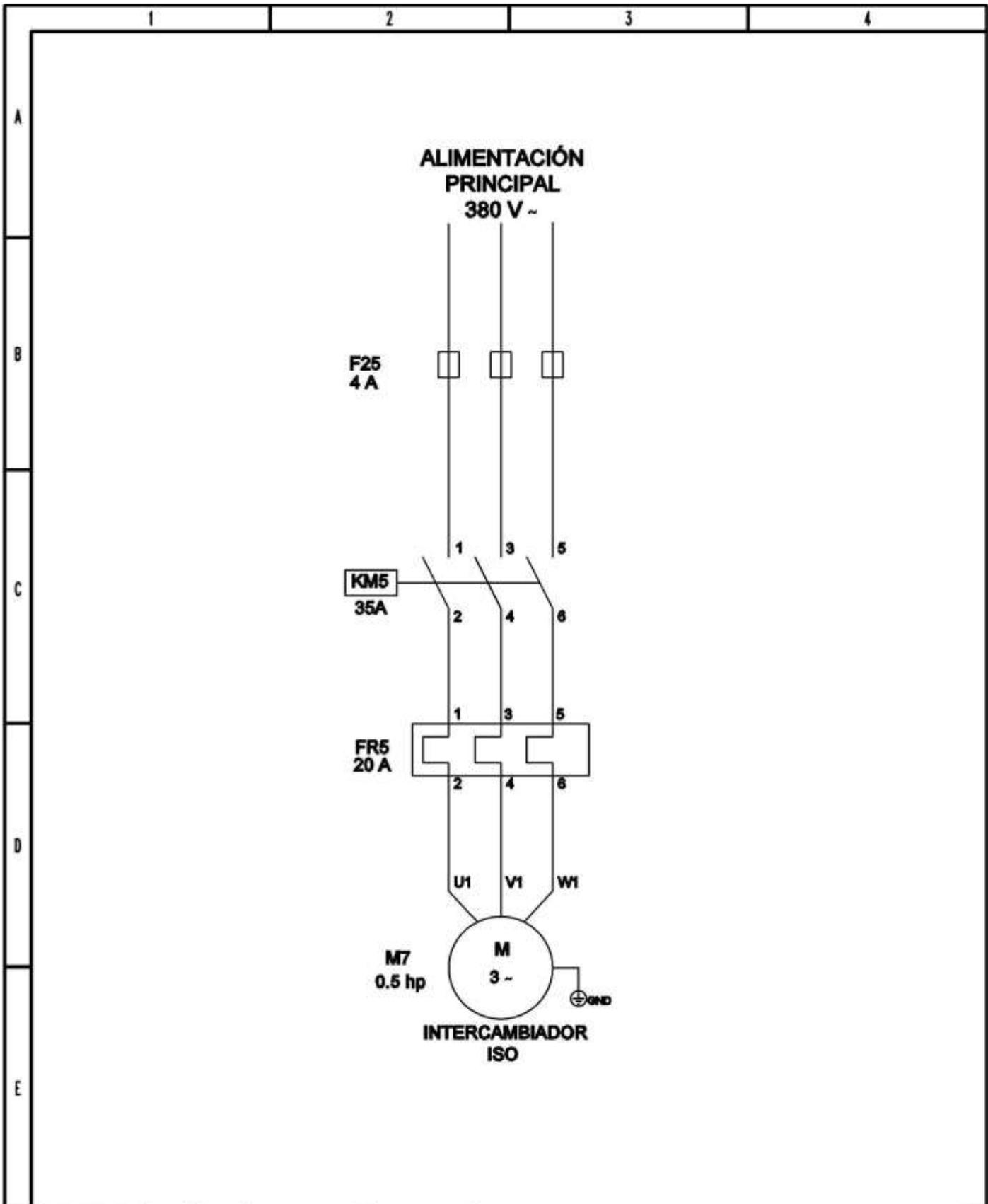
CANTIDAD	MATERIALES	RFD	ESPESOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH		
								ESQUEMA AGITADOR POLY
						Escala		
						1:1		
						Fig. 8		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E		



CANTIDAD	MATERIALES	REF	ESPEJOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH	
						ESQUEMA AGITADOR ISO	Escala 1:1
						Fig. 9	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Universidad Técnica de Cotopaxi			



CANTIDAD	MATERIALES	TIPO	ESPESOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH	
						ESQUEMA INTERCAMBIADOR POLY	Escala 1:1
						Fig. 10	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Universidad Técnica de Cotopaxi			



CANTIDAD	MATERIALES	REF	ESPEJOR	Tolerancias	(Peso)	Automatización de la máquina inyectora de poliuretano de alta presión elastogran GMBH	
						ESQUEMA INTERCAMBIADOR ISO	Escala 1:1
						Fig. 11	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi			