

**OLIMPIADAS NACIONAL DE ETP 2024**  
**EPET N°1 UNESCO**

# **TERMOFORMADORA DE VACÍO**

## **F.A.A.L 1**

### **AUTORES**

DUARTE ALEJO  
ESQUIVEL FRANCISCO  
ALFONZO ARIEL  
ALEGRE LAUTARO

POSADAS, MISIONES 2024

## ÍNDICE

I.	Presentación.....	4
II.	Diagrama de Gantt .....	5
III.	Transformadora al vacío.....	6
	Plásticos y Polímeros .....	7
IV.	Funcionamiento Del Sistema.....	8
	• Orden De Activación: .....	9
V.	Piezas y materiales estructurales:.....	10
	1) <b>Porta-lámina:</b> .....	10
	2) <b>Receptáculo de resistencias:</b> .....	10
	3) <b>Receptáculo de Molde:</b> .....	10
	• Paso A Paso Del Ensamblado .....	10
	1. Preparación de la Base: .....	11
	2. Montaje del Cuadro: .....	11
	3. Integración del Pistón Neumático: .....	11
	4. Montaje del Porta Láminas: .....	12
	5. Construcción del Receptáculo de Resistencias: .....	12
VI.	Especificación de equipos y dispositivos utilizados .....	13
	Para el sistema de Calefacción térmica.....	13
	Tabla de termocuplas.....	19
	-Para el Sistema Electrofluimático.....	21
	Sistema de refrigeración .....	29
VII.	Funcionamiento Electrofluimático del Sistema: .....	30
	1. Esquema de circuito de pistones .....	32
VIII.	Modo Automático.....	33
	Funcionamiento del Arduino .....	33
IX.	ANEXOS:.....	35
	1. Anexo Cálculos: .....	35
	1.1 Cálculo de demanda térmica .....	35
	1.2 Datos y Fórmulas Utilizadas:.....	35
	1.3. Tiempo de termoformado.....	36
	1.4. Tiempo de calentamiento.....	37
	1.4. Potencia y tiempo de vaciado.....	37
X.	2. Anexo: Plano eléctrico y cálculo de protecciones .....	38

XI.	3. Anexo: Tablas de presupuesto .....	41
1.	Presupuesto Modo Automático Arduino .....	41
2.	Tabla de presupuesto del Sistema de Calefacción.....	43
3.	Presupuesto de Gabinete de Mando y Potencia. ....	47
4.	Presupuesto de sistema automático. ....	49
5.	Tabla de Presupuesto total .....	50
6.	ANEXO: Diseño Estructural.....	51
7.	ANEXO: Esquema Eléctrico de Potencia. ....	52
8.	ANEXO: Esquema de Diagrama de Potencia .....	54
9.	ANEXO: Esquema neumático .....	56
10.	ANEXO: Diagrama de Termocupla. ....	57
11.	ANEXO: Diagrama de conexión Arduino. ....	58
12.	ANEXO: Conexión Arduino.....	60
13.	Código de Programación Arduino.....	62
XIII.	Conclusión.....	67
XIV.	Bibliografía. ....	68

## **Presentación**

En el marco de las Olimpiadas de Electromecánica, se ha desarrollado un proyecto que refleja nuestro compromiso con la innovación tecnológica y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. El proyecto presentado es una termoformadora al vacío de plástico, diseñada para principalmente para su uso didáctico, aunque no se debería desestimar su aplicación para usos más extensos, porque su planificación y diseño se lo permiten.

Este trabajo de diseño no solo demuestra nuestras habilidades técnicas en el campo de la electromecánica, sino que también destaca nuestra capacidad para desarrollar soluciones eficientes y funcionales que respondan a las necesidades reales del mercado. Este informe detalla cada aspecto necesario para el estudio y construcción de una termoformadora de vacío la cual recibió el nombre de **F.A.AL.1** en representación del nombre de cada integrante del equipo que se encargo de su desarrollo

Diagrama de Gantt.

Todo proyecto o actividad que se busque realizar con excelencia es imposible sin establecer *comunicación y organización*. A continuación, se muestra el esquema distribución de tareas, acordado al inicio del proyecto:

TERMOFORMADORA OLIMPIADAS

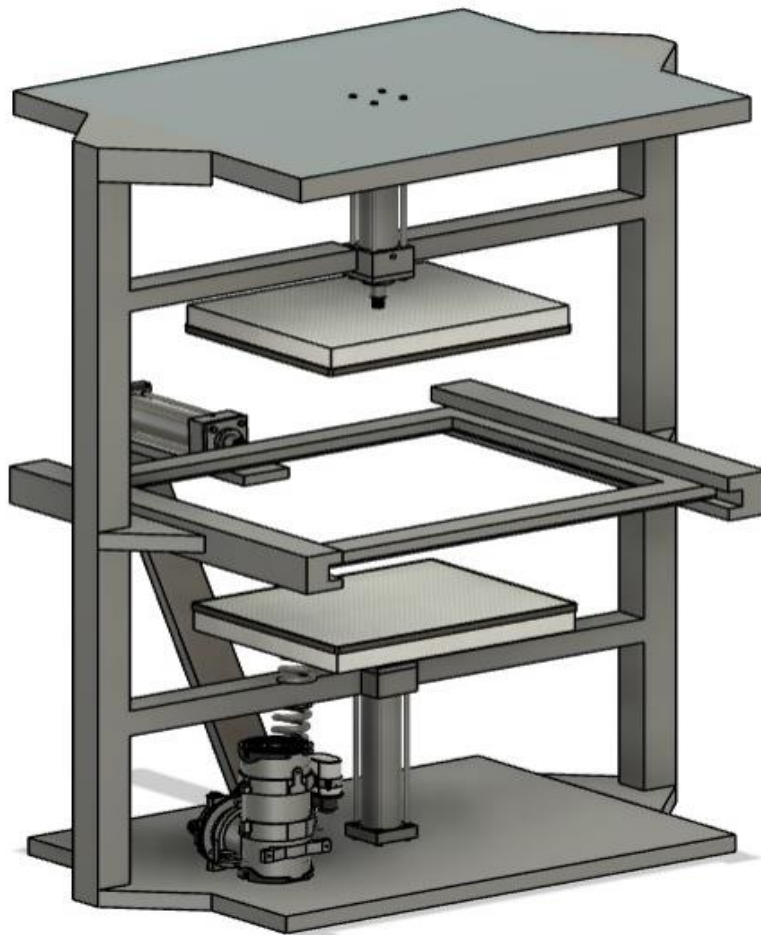
DIAGRAMA DE GANTT



## **Transformadora al vacío**

El principio del proceso de termoformadora está dado por el calentamiento de una lámina de plástico (termoplástico), dispuesta sobre una matriz, hasta alcanzar el grado de plasticidad para luego aplicarle una presión de vacío cubriendo así toda la superficie de la matriz, adaptando su forma. Sus aplicaciones son múltiples.

### Diseño Ilustrativo 3D



Fuente: *Diseño de elaboración propia en **Fusión 360**.*

## **Plásticos y Polímeros**

En el proceso de termoformado, se emplean diversos plásticos y polímeros, cada uno con propiedades específicas que los hacen idóneos para distintas aplicaciones. A continuación, se presenta la descripción y características de los más utilizados.

Tabla: Polímeros y su temperatura de termoformado.

POLIMEROS	TEMPERATURA DE DEFLECCIÓN AL CALOR			TEMPERATURA DE TERMOFORMADO		
	A 264 PSI (°C)	A 66 PSI (°C)	SIN CARGA (°C)	TEMP. DE LA HOJA (°C)	TEMP DEL MOLDE (°C)	TEMP DE AYUDA (°C)
Acrílico extruido	94	98		135-175	65-75	
Acrílico cell-cast	96	110		160-180	65-75	
Acetobutirato de celulosa	65-75	75-80	120-150	140-160		
Polietileno de alta densidad		60-80	100	145-190	95	170
Polipropileno	55-65	110-115	140	145-200		
Poliestireno	70-95	70-100	100	140-170	45-65	90
Poliestireno alto impacto	85-95	90-95	120	170-180	45-65	90
SAN	100	105		220-230		
ABS	75-115	80-120	95	120-180	70-85	90
Polivinilo de cloruro (RV.C.)	70	75	110	135-175	45	80
Policarbonato	130	140	160	180-230	95-120	140

**Fuente:** *Diseño de una máquina termoformadora para la elaboración de piezas plásticas (ups.edu.ec)*

Estos valores pueden ser diferentes en la práctica por alteraciones de variables como la temperatura de ambiente, la humedad, presión, etc. Por esto se ha considerado la utilización de valores más prácticos, determinados de ensayos en donde se detallan las distintas temperaturas necesarias para el proceso:

Tabla: Limites de Temperaturas de diferentes termoplásticos.

<i>Material</i>	<i>Temperatura de desmolde °C</i>	<i>Límite inferior de procesamiento °C</i>	<i>Temperatura de formación °C</i>	<i>Límite superior de formación °C</i>
HDPE	82	127	146	182
ABS	85	127	146	182
PS	85	127	146	182
ACRILICO	85	149	177	193
PVC	66	93	118	149

**Fuente:** *Diseño de una máquina termoformadora para la elaboración de piezas plásticas (ups.edu.ec)*

#### **IV. Funcionamiento Del Sistema**

Las etapas principales de un proceso de termoformado son: colocación del molde, preparación de la lámina, precalentamiento, soplado de la lámina, penetración o cobertura del molde, definición de la forma con acción del vacío, enfriado, desmolde y acabado.

Nota: Hemos contemplado la necesidad de diseñar un sistema de **accionamiento manual** y otro para su ejecución de forma **automática**. De esta forma podemos lograr un uso **“didáctico”** más interactivo y eficiente para el producto, ya que ambos sistemas tienen características muy diferentes.

A continuación, se puede visualizar el orden de activación de todo el proceso. Tanto en modo manual como en automático.:



• **Orden De Activación:**

1. Ajustar lámina de plástico en la porta laminas (acción manual)
2. Activar Pistón neumático de porta laminas. (el cual se mantendrá activado durante todo el proceso)
3. Activar Pistón neumático de desplazamiento horizontal.
4. Activar Pistón neumático de desplazamiento vertical de la resistencia
5. Desactivar
6. Activar Pistón neumático de desplazamiento vertical del molde
7. Activar Bomba de vacío en modo vacío
8. Desactivar.
9. Activar sistema de refrigeración por placa portier
10. Desactivar pistón neumático de desplazamiento vertical del molde
11. Desactivar pistón neumático de porta laminas
12. Desajustar la porta laminas
13. Recoger el plástico termo moldeado (manualmente)

## **V. Piezas y materiales estructurales:**

### ***1) Porta-lámina:***

- ángulo de 2x2 cm
- seguros de presión regulable
- correderas telescópicas
- pistones de 4 cm

### ***2) Receptáculo de resistencias:***

- aislante de fibra de vidrio
- cuadro de caño 25x25 mm
- chapa n°27 a lumínica para tapa o cubrimiento de las resistencias
- tornillos punta mecha, para ajuste de la chapa al cuadro

### ***3) Receptáculo de Molde:***

- plancha metálica
- malla metálica de rejilla
- tornillos sujetadores del molde
- molde o matriz
- guías hechas de caño 30 x 30 mm
- pico neumático

- **Paso A Paso Del Ensamblado**

Para poder obtener la estructura de la máquina, y ya mencionados los componentes y materiales necesarios para su fabricación, es necesario tener en cuenta las siguientes indicaciones:

### ***1. Preparación de la Base:***

- Corte y Soldadura de Caños:
  - Cortar caños de 30x30 mm según las medidas del plano.
  - Soldadura de los caños para formar la base inferior de la máquina.
- Perforación de Plancha Metálica:
  - Perforar la plancha metálica con agujeros a 1 cm de distancia.
  - Realización perforaciones de 6 mm en las esquinas y bordes para tornillos.
  - Perforación de un agujero de 8 mm en el centro para un pico neumático.

### ***2. Montaje del Cuadro:***

- Construcción del Cuadro:
  - Soldadura de un cuadro con caños de 25x25 mm para soportar la plancha metálica perforada.
  - Unión de ambos componentes usando teflón o pegamento epóxico.
- Instalación de Guías:
  - Corte de una cara de un caño de 6 cm para crear guías.
  - Soldadura de las guías al cuadro base del molde para mantener la plancha en posición.

### ***3. Integración del Pistón Neumático:***

- Fijación del Pistón:
  - Confeccione el pistón neumático a la parte inferior de la estructura.

- Asegurar el pistón con un soporte soldado a la estructura y fijado con tornillos.

#### ***4. Montaje del Porta Láminas:***

- Construcción del Porta Láminas:
  - Creación de la porta láminas soldando ángulos L de 2x2 cm formando dos cuadros de 50x40 cm.
  - Unión de los cuadros con sujetadores de presión regulables en los lados.
- Instalación de Correderas Telescópicas:
  - Atornillar las correderas telescópicas a los soportes para permitir el desplazamiento horizontal.
  - Fijación el pistón neumático al cuadro inferior.
  - Fijación de la vaina termocupla en el cuadro del portalaminas

#### ***5. Construcción del Receptáculo de Resistencias:***

- Preparación del Cuadro:
  - Realización un cuadro similar al de la base del molde.
  - Perforación de los lados del cuadro para el paso de las resistencias.
- Aislamiento y Montaje:
  - Atornillar una chapa de aluminio para aislar el calor.
  - Instalar las guías en el receptáculo y fijase al pistón.
  - Colocación de fibra de vidrio y las resistencias en el receptáculo.
  - Fijación del pistón a los soportes soldados.

Con estos pasos, se completa la estructura completa de la máquina lista para su uso.

## **VI. Especificación de equipos y dispositivos utilizados**

### **Para el sistema de Calefacción térmica**

#### **Descripción del sistema:**

Es el primer paso y consiste en la calefacción para calentar el plástico hasta su punto vítreo o de elasticidad. Se ha optado en acercar el receptáculo de las resistencias eléctricas, al plástico, para calentar al mismo a través de inducción.

Al alcanzar la temperatura deseada sobre el material, el receptáculo de resistencia deberá volver a su posición inicial y las resistencias deberán apagarse. Será necesario una termocupla y un sensor PT100, para controlar la intensidad de la resistencia para que no sobrecaliente el plástico, ya que esto podría llevar a fallos en el proceso.

A continuación, se presentan la selección de todos los instrumentos necesarios para realizar el sistema de calefacción con las características y especificaciones de sus fabricantes y proveedores:

- **Resistencias Aletadas tipo espiral de 5000W**



Resistencias Calefactoras aptas para ductos de aire forzado, hornos de contracción y sistemas de calefacción.

Descripción:

Son construidas en acero inoxidable AISI 304/ 316, aisladas eléctricamente con óxido de magnesio (MgO) resistente 1200°C. Las aletas se fabrican en fleje galvanizado de 6x0,5mm. El formato que hemos seleccionado es el tipo espiral, siendo este el que mejor se adapta a nuestras necesidades.

- ***Bornera Bipolar Alta Temperatura Cerámica 30 Amper***

Descripción:

Bornera Cerámica Bipolar Alta Temperatura Esmaltada Con Terminales de Bronce.

Especificaciones:

-Capacidad: Hasta 30 Amper

Dimensiones: 28 x 24 x 16 mm

Terminales de Bronce

Material: Cerámica



▪ ***Ficha Conector bipolar de Goma Silicona Para Alta Temperatura***

Descripción

Ficha bipolar industrial de goma silicona hembra diseñada para altas temperaturas soportando una intensidad de corriente de hasta 30 Amper.

Especificaciones:

Material: Goma Silicona

Temperatura máxima: 300°C

Intensidad máxima: 30 Amper

Diámetro de borne de conexión: 6 mm

Diámetro máximo de cable: 6 mm



## ▪ **Cable 4,0 mm<sup>2</sup> fibra de vidrio Silicona Alta Temperatura**

### **Unipolar**

#### Descripción

Gracias a su aislación en fibra de vidrio, este cable puede ser utilizado en instalaciones internas de artefactos electrodomésticos, calefactores, radiadores, hornos y estufas industriales. Además, se puede usar para cableado de resistencias, cartuchos y placas calefactoras. Está especialmente diseñado para soportar altas temperaturas.

#### Especificaciones:

- Sección: 4,0 mm<sup>2</sup>
- Conductor: Cobre trenzado.
- Temperatura de Trabajo: -30°C + 220°C
- Tensión Nominal: 450V/750V
- Diámetro Ø Externo: 4,0. mm



## ▪ **Cable Compensado PVC Tipo J 2×0,5 mm Extensión**

### **Termocuplas 1 Metro J24-7-502**

#### Descripción



Cable compensado “J” con calibración Sed y Termocupla puede ser utilizado en variados sistemas industriales, tratamientos térmicos, hornos ceramistas o incineración. Ideal para conectar a pirómetros, termómetros, testers, transmisores e innumerables aplicaciones más. Otra particularidad es de origen U.S.A. fabricado por la reconocida firma WATLOW .

Especificaciones:

- Curva tipo “J” (0 a 1250 °C)
- Temperatura máxima ambiente: 105 °C
- Formación: Cuerda
- Aislación: PVC
- Medidas exteriores: 2.13×3.51 ms.
- Normalizado ASTM E230.
- Modelo: J 24-7-502



▪ **Termocupla “J” Rosca Fijación 1/2” BSP Cable FV 2 Mts.**

Descripción:

Termocupla normalizada apta para conectar a pirómetros – termómetros – PLC – transmisores – testera o cualquier otro dispositivo con entrada de termocupla J.

### Especificaciones:

‘-Termocupla STD “J” rosca a proceso 1/2”

BSP con cable Long. 2 MTS.

-Termocupla standard Curva “J” (HASTA 760 °C)

-Vaina ac. Inoa. 304 SS longitud 100 MM.

(4”) Ø vaina 6,35 MM (1/4”).

-Rosca a proceso: INOX 304 SS 1/2” BSP.

-Conexión cable compensado longitud 2 MTS. Norma ASTM E230. Doble aislación en fibra de vidrio y protección de malla metálica en CU.NI.



Nota: Para la selección del tipo de termocupla mas eficiente para el proceso, se busca un rango de temperatura adecuado para obtener mediciones más exactas, además se tuvo en cuenta la disponibilidad y accesibilidad en el mercado. Utilizando de guía la siguiente tabla:

## Tabla de termocuplas

TERMOCUPLAS				
CODIGO ANSI	TERMINAL +	TERMINAL -	RANGO TEMP.	SALIDA mV
J	HIERRO	CONSTANTAN	0 A 750 °C	0 A 42.283
K	Ni-Cr	Ni-Al	-200 A 1250 °C	-5.973 A 50.633
V*	Cu	Cu-Ni	0 A 80 °C	
T	Cu	Cu-Ni	-200 A 350 °C	-5.602 A 17.816
E	Ni-Cr	Cu-Ni	-200 A 900 °C	-8.824 A 68.783
N*	Ni-Cr-Si	Ni-Si-Mg	-270 A 1300 °C	-4.346 A 47.602
R	Pt-13%Rh	Pt	0 A 1450 °C	0 A 16.741
S	Pt-10%Rh	Pt	0 A 1450 °C	0 A 14.973
U*	Cu	Cu-Ni	0 A 50 °C	
B	Pt-30%Rh	Pt-6%Rh	0 A 1700 °C	0 A 12.426
G*	W	W-26%Re	0 A 2320 °C	0 A 38.564
C*	W-5%Re	W-26%Re	0 A 2320 °C	0 A 37.066
D*	W-3%Re	W-26%Re	0 A 2320 °C	0 A 39.506

\* SIMBOLO NO OFICIAL O ESTANDARIZADO

**Fuente:** Recolección de datos en referencia a : [nt-003-b \(arian.cl\)](http://nt-003-b.arian.cl)

- **Vaina Acero Inoxidable Rosca 1/2" Longitud 105 mm**

### Descripción:

Vaina protectora en Inoxidable 304 SS con rosca a proceso de 1/2" NPT apta para sensor/sonda de temperatura para fermentadores de cerveza artesanal, Termostato a bulbo y capilar, Termocuplas y Sensores Pt100 – NTC – PTC.

### Características generales:

Dimensiones: Long total 105 mm

Rosca a proceso: 1/2 "NPT

Hexágono: 22 mm entre caras

Rosca interna: NO



Long útil de la Vaina: 50 mm

Diámetro externo de la vaina: 8 mm

Diámetro interno de la vaina: 7 mm

Tornillo de fijación lateral: SI

### ▪ **Termostato Novas N321 PT100**

#### Descripción:

Termostato digital compatible con sensores PT100 con salida relé contacto seco Ni/Nyc 16A (resistivo).

Los controladores de temperatura **N321** son ideales para medir, indicar y controlar la temperatura entre -200 and y 600 °C (Depende del tipo de sensor). El usuario puede programar el tipo de acción de acuerdo con la aplicación: acción directa (refrigeración) o acción reversa (calentamiento)



#### Especificaciones:

- Displaye LED de 3 dígitos
- Memoria no volátil (Mantiene configuración ante cortes de energía)
- Sensores compatibles: PT100
- Protección del frontal: IP65

- Salida: Relé 16 A (Resistivo)
- Resolución: 0,1 °C entre -19,9 a 199,9 °C
- Precisión: 3 °C
- Histéresis ajustable
- Offset ajustable
- Muestreo: 1,5 veces por segundo
- Alimentación: 220 V
- Dimensiones: 75 x 33 x 75 mm

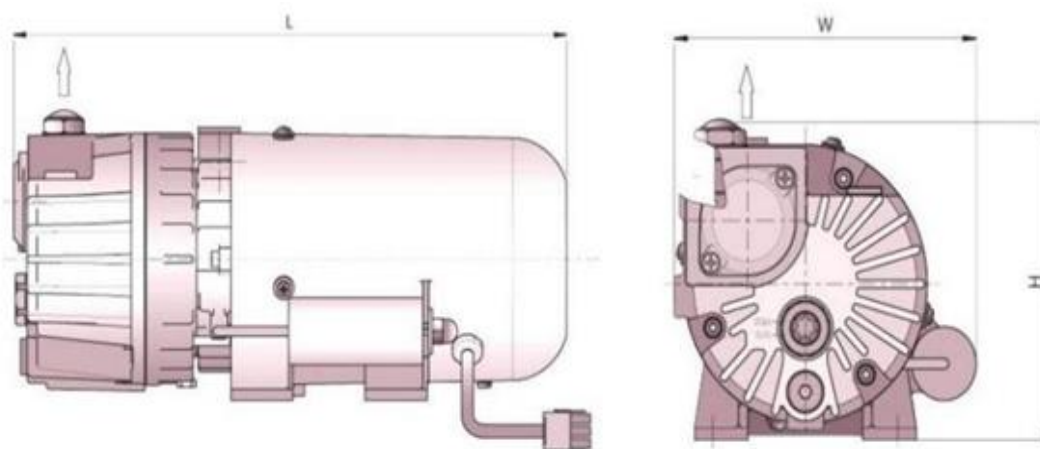
### **-Para el Sistema Electrofluimático**

- **Una bomba de vacío**

La bomba de vacío rotativa de paletas lubricadas en baño de aceite es una opción robusta para aplicaciones industriales, destacándose por su durabilidad y eficiencia en la creación de un vacío constante y profundo.

Además, su diseño compacto permite una fácil integración en diversos sistemas, proporcionando un rendimiento fiable y consistente en entornos exigentes.

Dimensiones (mm)	L	W	H
MY-0008	455	235	210

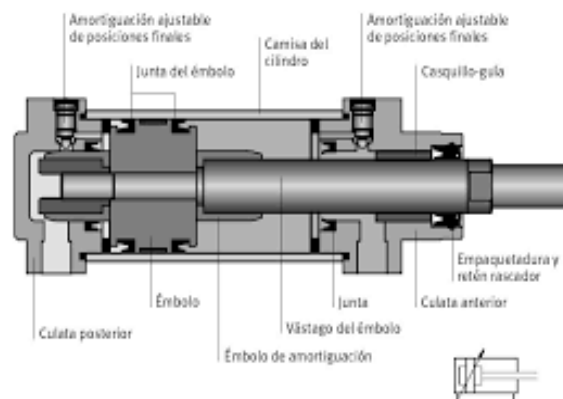


Características técnicas	Unidades	50 Hz
Caudal Nominal	m <sup>3</sup> /h	8
Vacío final	mbar	2
Potencia del Motor	Kw	0,35
Velocidad de giro Nominal	rpm	2.8
Rumorosidad	dB(A)	59
Temperatura de trabajo	°C	50-95
Capacidad de aceite	Lt	0,25
Peso	Kg	9,5
Temperatura ambiente admisible	°C	12-40
Conexión de entrada	G (BSP)	3/8 "
Conexión de salida	G (BSP)	1/2"

## ▪ Tres pistones de doble efecto

Para el movimiento de los sistemas disponemos de tres cilindros de doble efecto. Los cuales constan de :

- Dos con una carrera de 15 cm y un diámetro de 4 cm con amortiguador regulable de la marca XCPC
- Uno con carrera de 50 cm y diámetro de 5 cm de la marca JL Neumática
- Uno con una carrera de 4 cm y diámetro 4 cm de la marca XCPC



## ▪ Cuatro reguladores de presión

Para evitar fluctuaciones de aire que podrían causar daño o mal funcionamiento. Para ajustar y mantener constante la presión de aire

Características:

Caudal: 1500L/min

Cuerpo: Mediano (serie 3000)

Rosca de Entrada: 3/8 BSP

Rosca de Salida: 3/8 BSP

Regulación de presión: Manual a rosca

Material del Cuerpo: Aluminio

Fluido: aire

Lubricación: No requiere

Presión de trabajo: 1,5 a 8,5 bar (21,75 a 123,28 PSI)

Temperatura: -5C° a 60C°

Protección: IP65

Peso: 0.41 kg



- **Cinco electroválvulas de cuatro vías con retorno de muelle integrado normalmente cerradas**

Accionamiento eléctrico de las válvulas y regular el flujo de aire en el sistema y que los actuadores se muevan cuando se activa y asegurando que el flujo se bloquee al desactivarse, protegiendo así el sistema de un funcionamiento inadecuado.





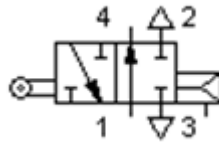
- **Una electroválvula de cuatro vías con retorno muelle integrado normalmente abierta**



- **Cuatro válvulas de cuatro vías con rodillo y muelle pilotado accionado por alimentación externa integrado normalmente abiertos**

Las válvulas normalmente están abiertas, permitiendo el flujo de aire sin recibir alguna señal externa. Cuando se activa mediante alimentación

externa, cambian la dirección del flujo para controlar los actuadores en sistemas neumáticos.



#### ▪ **Compresor de paletas DT 4.2**

La DT 4.2 es una bomba de desplazamiento de baja presión y funcionamiento en seco, diseñada para trabajar de forma continua. El compresor de paletas rotativas utiliza paletas de grafito auto-lubricadas, requiere un mantenimiento mínimo y no requiere cambio de aceite.

#### Características:

**Tecnología** de paletas

**Tipo** de aire

**Accionamiento** con motor eléctrico

**Instalación / movilidad** estacionaria

**Lubricación** sin aceite

**Ámbito de aplicación** industrial



Otras características: compacto

**Presión** 0,6 bar (8,7 psi)

**Caudal** 1,9 m<sup>3</sup>/h, 9,5 m<sup>3</sup>/h (67,1 ft<sup>3</sup>/h, 335,49 ft<sup>3</sup>/h)

**Potencia** 1,11 kW (1,51 hp)

**Largo** 222 mm (9 in)

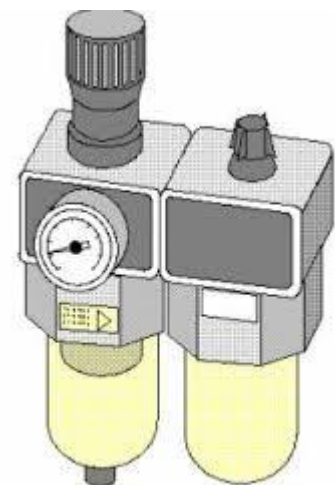
**Alto** 125 mm (5 in)

**Peso** 7 kg (15,4 lb)

**Nivel de ruido** 55 dB

#### ▪ Un sistema de mantenimiento

Para el funcionamiento óptimo de todos los componentes mediante la inspección regular, limpieza de filtros, drenaje de condensados, verificación de conexiones, y lubricación adecuada. Esto previene fallos, reduce el desgaste y prolonga la vida útil del sistema, garantizando un rendimiento eficiente y seguro.



- **Un tanque de almacenamiento de aire**

Para asegurar una presión constante en el sistema, proporcionando un suministro estable de aire comprimido para compensar las fluctuaciones de demanda y mejorar la eficiencia del compresor. También ayuda a reducir el ciclo de arranque del compresor, disminuyendo el desgaste y el consumo de energía.

Dimensiones	L	W	H
MY-0008	455	235	210



- ***Accesorios:***

- **Tuberías PVC**

Para conductos de aire debido a su flexibilidad, resistencia a la corrosión y facilidad de instalación. Utilizaremos tuberías de PVC de 1 pulgada para el sistema de pistones y de 2 pulgadas para el sistema de bomba.



- **Teflón:**

El teflón se usa en las cañerías para sellar las roscas y prevenir fugas. Se aplica alrededor de las roscas de las tuberías y conexiones para asegurar un sellado hermético, evitando filtraciones y mejorando la integridad del sistema.



### **Sistema de refrigeración**

Para el sistema de refrigeración de la termoformadora, hemos optado por el uso de ventiladores módulos Peltier incorporados de 12V.

- **Ventiladores con modulo Peltier**

Es aquel que utiliza un módulo termoelectrico Peltier generando una diferencia de temperatura entre sus extremos, con disipadores que absorben y disipan el calor generado para mantener la eficiencia del sistema.



## **VII. Funcionamiento Electrofluimatico del Sistema:**

El proceso se inicia al presionar el pulsador de marcha, activando la electroválvula 1. Esta electroválvula pone en funcionamiento el sistema de sujeción de la porta láminas, desplazando el plástico hacia la cámara de termoformado.

A continuación, una señal activa la electroválvula 2, permitiendo el descenso de la resistencia calefactora y la activación del sistema de calentamiento. Una vez que el sensor de temperatura detecta que el molde ha alcanzado la temperatura objetivo, interrumpe el suministro de corriente a la

resistencia, provocando su elevación. Simultáneamente, esta señal activa la electroválvula 3, que acciona un cilindro neumático para desplazar el molde hacia arriba. Al acercarse a la porta láminas, este cuenta con pestañas fabricadas con ángulos diseñados para encajar perfectamente.

Nota: Se ha decidido acercar la matriz al plástico caliente por razones de conveniencia, ya que facilita la instalación del pistón.

Cuando el sensor de posición confirma que el molde está en su lugar, se activa la bomba de vacío. Al alcanzar la presión adecuada, el sensor de presión desactiva la bomba

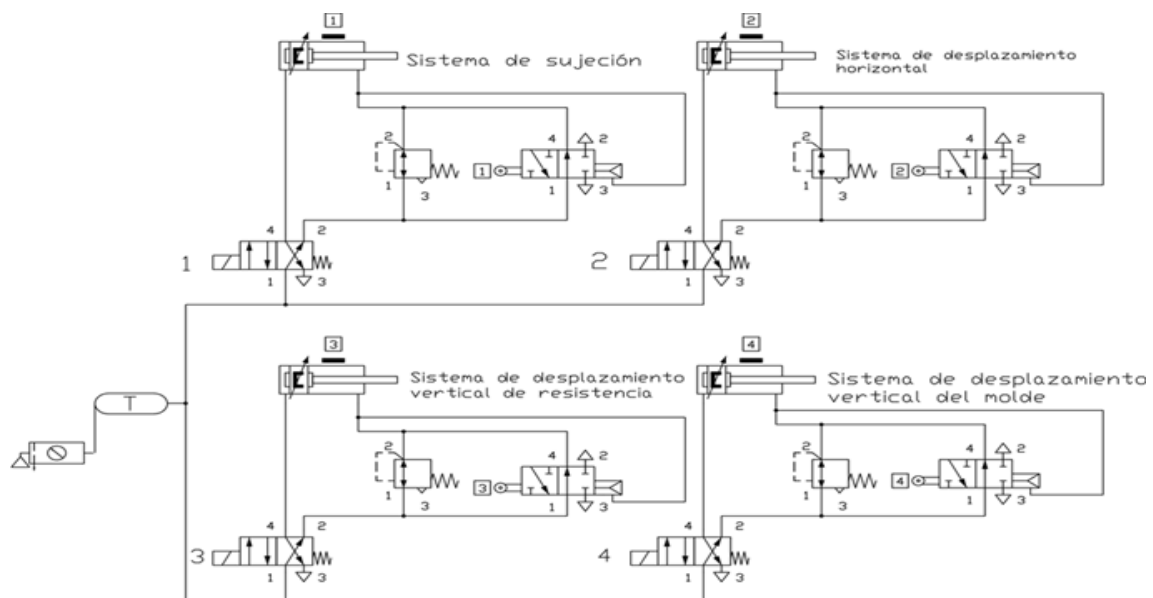
Nota: la bomba de vacío se apagará solamente al llegar al punto de vacío. Si hay algún defecto o rotura del plástico permite ingresar aire del exterior al sistema. Previendo esta situación la bomba de vacío se apagará forzosamente exactamente **25 segundos** después de haberse encendido, de forma automática.

Posteriormente el sistema enciende los ventiladores de enfriamiento. Una vez que el sensor de temperatura detecta que el plástico se ha enfriado, apaga los ventiladores.

Nota: Debido a la baja velocidad a la que es arrojado el aire no es posible que se generen rupturas en el material caliente.

Finalmente, el sistema envía señales para que el molde y el plástico regresen a sus posiciones iniciales, desactivando el sistema de sujeción y finalizando el proceso, listo para un nuevo ciclo.

### **1. Esquema de circuito de pistones**



### **Descripción:**

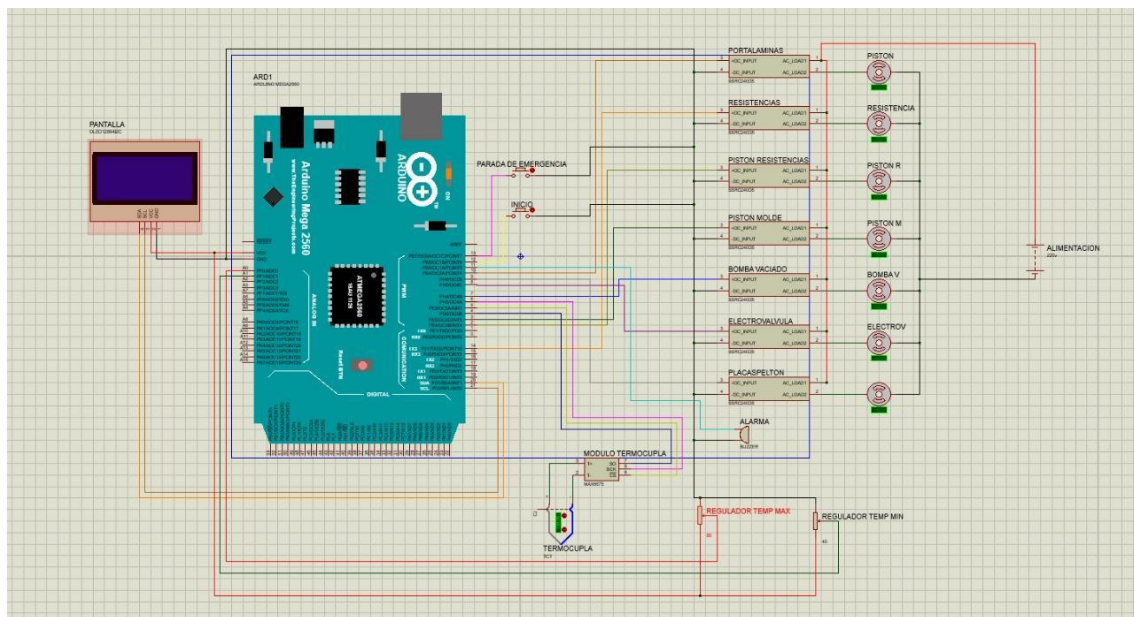
Circuito neumático con varios sistemas de desplazamiento y sujeción controlados por válvulas direccionales. Cada sistema cuenta con una válvula 5/2 o 4/2 que controla el movimiento de los actuadores neumáticos. Estos sistemas están conectados a un suministro de aire comprimido que, al ser activado, permite el desplazamiento de los pistones en direcciones específicas, como la sujeción del material, el desplazamiento horizontal del molde, y los movimientos verticales de la resistencia y del molde. Este



sistema asegura movimientos precisos y coordinados, necesarios para el correcto funcionamiento del equipo de termoformado.

### **Modo Automático**

Esquema visual de guía.



(Ver ANEXO: Esquema de mando de Arduino en software PROTEUS)

Este programa de Arduino se fundamenta en la automatización del proceso de termoformado, utilizando un conjunto de sensores y actuadores controlados mediante lógica secuencial. El código emplea un termopar MAX6675 para la medición precisa de la temperatura, garantizando que el material alcance las temperaturas adecuadas para moldeo, enfriamiento y seguridad. Además, se incluye una pantalla OLED para mostrar en tiempo real las temperaturas críticas y un sistema de control mediante pulsadores para iniciar y detener el proceso. La implementación de una temperatura fija

de seguridad asegura la manipulación segura del material, minimizando riesgos de quemaduras.

El resto del proceso podrá transcurrir únicamente si la electroválvula del pistón porta laminas está activada, para protección del operario y del proceso, no se puede termoformar un material sin algún soporte.

Después de la sujeción por mordazas se podrá activar el contacto que habilita otro pistón que transporta la porta lamina desde el área de preparatoria hasta el área de trabajo, esta será la última acción que se deberá realizar de forma manual.

## **ANEXOS:**

### **1. Anexo Cálculos:**

#### **1.1 Cálculo de demanda térmica**

El cálculo de la resistencia es un paso fundamental para garantizar la eficiencia y seguridad de la termoformadora al vacío. En esta instancia, se determinó la cantidad de energía necesaria para calentar el plástico ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), que será utilizado en el proceso de termoformado.

Este plástico fue seleccionado por tener un valor medio, en su demanda térmica, siendo por esto de valor práctico para la realización de los cálculos. Cabe mencionar que la termoformadora es capaz de trabajar con cualquier tipo de plástico. Es necesario aplicar estos cálculos a cada tipo de plástico con el que trabajaremos, variando su espesor y características térmicas.

#### **1.2 Datos y Fórmulas Utilizadas:**

El plástico seleccionado es el ABS, que tiene las siguientes propiedades:

- Capacidad calorífica específica ( $C_p$ ): 1100 J/kg•°K
- Masa del plástico (mmm): 2,76 kg

El objetivo es calcular la cantidad de energía (Q) necesaria para elevar la temperatura del plástico desde una temperatura inicial (Ti) a una temperatura final (Tf).

La fórmula utilizada para calcular la energía térmica es:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Dónde:

- Q es la energía en Joules (J).
- $\Delta T$  es la variación de temperatura, calculada como Tf-Ti.

$$Q = 1100 \frac{J}{kg \cdot ^\circ K} \cdot 2,76kg \cdot (393,15^\circ K - 298,15^\circ K)$$

$$Q = 288420 J$$

### **1.3. Tiempo de termoformado**

El tiempo de termoformado es un factor muy crucial para los tiempos de operación. El tiempo que tarda en calentarse una lámina plástica, puede determinarse aplicando la ley de Joule presente en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q}{t}$$

Dónde:

P potencia requerida del material para termoformar

Q cantidad de calor requerido

#### **1.4. Tiempo de calentamiento**

Para el proyecto se ocupará dos resistencias de 5000W (aletadas de acero inoxidable).

$$t = \frac{Q}{P}$$

$$t = \frac{288420J}{5000W}$$

$$t = 30 \text{ seg aproximadamente}$$

#### **1.4. Potencia y tiempo de vaciado**

En el proceso de vacío sucede lo que se denomina succión y se usa como elemento principal el motor de una aspiradora o una bomba de vacío. En este prototipo utilizaremos una bomba de vacío de 0,450kW. Dicho artefacto se encargará de vaciar el aire del sistema de manera rápida y eficiente, en un lapso de 10 a 15 segundos.

## 2. Anexo: Plano eléctrico y cálculo de protecciones

### Descripción:

Circuito de bomba de vacío monofásica con alimentación 220V de 450W con factor de potencia 0,8 y eficiencia 0,75.

### Cálculo de consumo:

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\phi) \times \eta} = \frac{450W}{220 \times \cos 0,8 \times 0,75} = 2,21A$$

### Selección de Protecciones.

$I_n < I_p < I_c$

$I_n$ = Intensidad Nominal  $I_p$ = Intensidad Protección

$I_c$ = Intensidad conductor (cable)

Entonces:

1. Interruptor Termomagnetico bipolar **3A**
2. Interruptor con Fusible bipolar con fusible 3A
3. Guardamotor monofasico bipolar **0,6 a 1,2A** (ajuste a 1A)
4. Contactor Trifásico: **9A**
5. Cable de Cobre: **1.5 mm<sup>2</sup>**

Curso:	Presentado:	/ /		Alumno/a:ESQUIVEL,	<b><u>E.P.E.T.</u></b>  <b><u>Nº1</u></b>  <b><u>“UNESCO”</u></b>
Electromecánica	Corrección:	/ /		Francisco ALFONZO Ariel, ALEGRE, Lautaro DUARTE, Alejo	
Título: Cálculo de protecciones bomba de vacío		Nota:		Profesor:	TPNº:Olimpiadas

Descripción:

Circuito de alimentación de 2 resistencias de 5000W con alimentación de voltaje de 220V

Cálculo de consumo:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{10.000W}{220V \times 0,8 \times 0,75} \approx 45,4612A$$

Selección de Protecciones.

$$I_n < I_p < I_c$$

$I_n$ = Intensidad Nominal

$I_p$ = Intensidad Proteccion

$I_c$ = Intensidad conductor (cable)

**Entonces:**

Interruptor diferencial de **50A**

Interruptor con fusible de **50A**

Cable de **16mm**

**Alumno/a:**

**ESQUIVEL, Francisco ALFONZO Ariel, ALEGRE, Lautaro DUARTE, Alejo**

**E.P.E.T. N°1**

**“UNESCO”**

**Título:**

**Cálculo de Protecciones Circuito de Resistencias**

**TP N°: Olimpiadas**

Descripción:

Circuito de compresor de paletas monofásica con alimentación 220V de 1110w con factor de potencia 0,8 y eficiencia 0,75.

Cálculo de consumo:

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\Phi) \times \eta} = \frac{1110w}{220V \times 0,8 \times 0,75} \approx 6,72A$$

Selección de Protecciones.

$$I_n < I_p < I_c$$

$I_n$ = Intensidad Nominal

$I_p$ = Intensidad Protección

$I_c$ = Intensidad conductor (cable)

Entonces:

1. Interruptor Termomagnetico bipolar **10A**
2. Interruptor con Fusible bipolar con fusible 10A
3. Guardamotor monofasico bipolar Rango de 6 a 10ª (ajuste a 7A)
4. Cable de Cobre: **2,5mm<sup>2</sup>**

**Alumno/a:**

**ESQUIVEL, Francisco ALFONZO Ariel, ALEGRE, Lautaro DUARTE, Alejo**

**E.P.E.T. N°1**  
**“UNESCO”**

**Título: Cálculo de protecciones contactor**

**TP N°: OLIMPIADAS**



### **3. Anexo: Tablas de presupuesto**

#### **1. Presupuesto Modo Automático Arduino**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fuente</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
Arduino mega 2560 R3	1	<a href="#">Mega 2560 R3 Con Cable Usb Ch340 Compatible   Envío gratis (mercadolibre.com.ar)</a>	\$37.900	\$37.900
Modulo De Relee 5v 8 Canales Estado Sólido 2a Fuse Ssr 250v	1	<a href="#">Modulo De Relee 5v 8 Canales Estado Sólido 2a Fuse Ssr 250v   Envío gratis (mercadolibre.com.ar)</a>	\$43.705	\$43.705
Buzzer Zumbador Piezoeléctrico 10mm Activo	1	<a href="#">Buzzer Zumbador Piezoeléctrico 10mm Activo De 12v   MercadoLibre</a>	\$3.969	\$3.969

De 12v				
Termocupla Sensor J Vaina Aisi 304 Ø5x50mm 1 Mt Cable	1	<a href="#">Termocupla Sensor J Vaina Aisi 304 Ø5x50mm 1 Mt Cable   Envío gratis (mercadolib re.com.ar)</a>	\$34.999	\$34.999

Potenciometro Multivuelta 5k Lineal 3590 3590s- 2 502 Nubbeo	2	<a href="#">Potenciometro Multivuelta 5k Lineal 3590 3590s-2 502 Nubbeo   MercadoLibre</a>	\$18.476	\$36.952
Perilla Potenciómetro 16 Mm Plastico Colores Pack X 5 Unid	1	<a href="#">Perilla Potenciómetro 16 Mm Plastico Colores Pack X 5 Unid   MercadoLibre</a>	\$1.680	\$1.680
Pack 5 Boton Pulsador Tecla 2 Pines Switch 6mmx5.1mm Nubbeo	1	<a href="#">Pack 5 Boton Pulsador Tecla 2 Pines Switch 6mmx5.1mm Nubbeo   MercadoLibre</a>	\$2.721	\$2.721

Combo 120 Cables Macho Macho,	1	<a href="#">Combo 120 Cables Macho Macho, Macho Hembra, Hembra</a>	\$7.600	\$7.600
----------------------------------	---	--	---------	---------

Macho Hembra, Hembra Hembra		<a href="#">Hembra   MercadoLibre</a>		
PRECIO TOTAL			176.525\$	

## 2. Tabla de presupuesto del Sistema de Calefacción

Artefacto	Canti dad	Empresa	Contacto	Precio	Precio Total
Resistencias Aletadas tipo espiral de 5000W	2	Parriwat	<a href="http://resistenciasmdp.com.ar">Resistencias (resistenciasmdp.co m.ar)</a>	81.500 \$	163.00 0\$
Ficha de Conector Bipolar de Alta Temperatura	2	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos. com.ar.</a>	14.994 \$	29.988
Cable 4 mm <sup>2</sup> FIBRA DE VIDRIO ALTA TEMPERAT URA x metro	6 mts	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos. com.ar.</a>	5 .166\$	30.996
Termostato  NOVUS  N321 PT100	1	GSA TÉRMI  COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos. com.ar.</a>	148.65  2\$	148.65  2\$

Relay Regulador de Voltaje SSVR Control 4-20 mA Capacidad 40 Amper 280V	1	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos.com.ar</a>	264.43 2\$	264.43 2\$
Termocupla tipo Josca fijación ½” Base Cable FV2metros	1	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos.com.ar</a>	128.79 4\$	128.79 4\$
Ficha compensada para	1	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos.com.ar</a>	77.924 \$	77.924 \$

termocupla j mini hembra					
Ficha compensada para termocupla j mini macho	1	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos.com.ar</a>	54.964 \$	54.964 \$
Cable Compensado PVC Tipo J 2×0,5 mm Extensión Termocuplas 1 Metro J24- 7-502	1mts	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos.com.ar</a>	9.996\$	9.996\$
Vaina Acero Inoxidable Rosca 1/”	1	GSA TÉRMI COS	<a href="https://gsatermicos.com.ar">https://gsatermicos.com.ar</a>	32.354 ,00	32.354 ,00

Longitud					
105mm					
Precio Total:				941.100\$	

### **3. Presupuesto de Gabinete de Mando y Potencia.**

Componentes	Cantidad	Precio unitaria	Precio final
Contactores trifásicos	4	20.000\$	80.000\$
Interruptor con fusible bipolar	3	10.000\$	30.000\$
Bornero de conexión 10 modulos	2	6.000\$	12.000\$
Guardamotor monofasico	2	15.000\$	30.000\$
Luz vigila led	5	4.000\$	20.000\$
Temporizador NC	1	8.000\$	8.000\$
Selector 3 posiciones con 0 en neutro	1	10.000\$	10.000\$
Pulsador NA con enclavamiento	5	2.000\$	10.000\$
Pulsador NC con enclavamiento	1	2.000\$	2.000\$

Interruptor termomagnético bipolar	5	4.000\$	20.000\$
Gabinete Plástico Estanco Ip67 284x208x125 Azul Eléctrico Pp	1	37.049\$	37.049\$
Precio total			259.049\$

Fuente de consulta: [Electro Misiones S.A.](#)



<b>4. <u>Presupuesto de sistema automático.</u></b>			
Artefacto	Cantidad	Empresa	Precio
Bomba de vacío	1	Marpa Vacuum	150.000\$
Compresor de paleta	1	Direct Industry Connect	600.000\$
Cilindro de doble efecto 15 cm	2	XCPC	180.955\$
Cilindro de doble efecto 50 cm	1	JL Neumática	400.000\$
Cilindro de doble efecto 40 mm	1	XCPC	148.615\$
Reguladores de presión	4	Euromatic	41.116\$
Electroválvulas 4/2 con con retorno muelle integrado normalmente cerrado	5	Festo Argentina	30.000\$
Válvulas 4/2 con rodillo y muelle pilotado accionado por alimentación externa	4	Festo Argentina	50.000\$
Electroválvulas 4/2 con con retorno muelle integrado normalmente abierto	1	Festo Argentina	35.000\$
Sistema de mantenimiento	1	Festo Argentina	200.000\$
Tanque de almacenamiento de aire 100 cm <sup>3</sup>	1	Festo Argentina	30.000\$
Ventiladores	4	SIETECH	49.620\$
Tubería de PVC de 1 pulgada para el compresor	1	Tuper S.A.	3.000\$ por metro
Teflón para tubería de 1 pulgada	1	Festo Argentina	3.000\$

Tubería de PVC de 2 pulgada para la bomba	1	Tuper S.A.	6.000\$ por metro
Teflón para tubería de 2 pulgada	1	Festo Argentina	7.500\$
Precio Total			1.934.806\$

## 5. Tabla de Presupuesto total

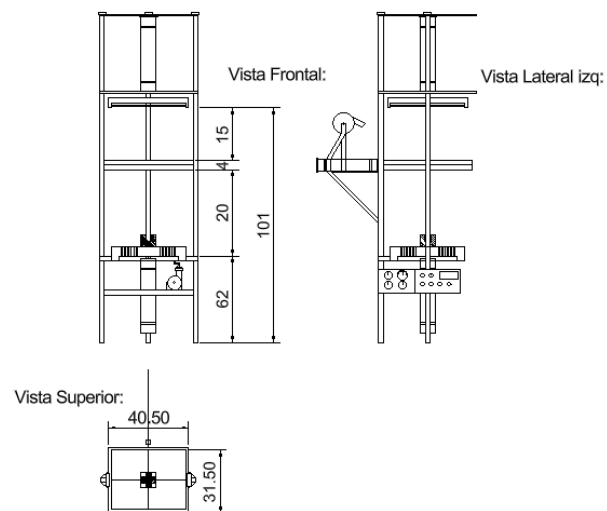
Tablas de Presupuesto	Monto
Modo Automático Arduino	\$176.525
Sistema de Calefacción	\$941.100
Gabinete de Mando y Potencia	\$259.049
sistema automático.	\$1.934.806
Total	\$3.311.480

### Descripción:

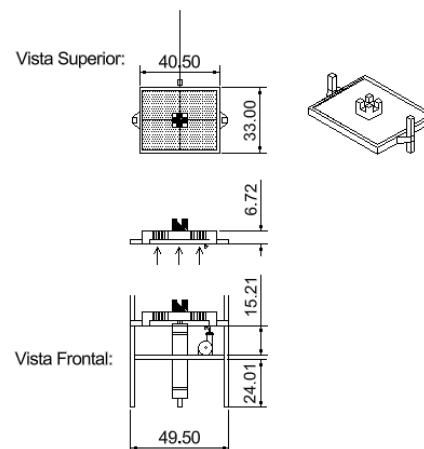
El costo total del proyecto asciende a **\$3,311,480**. Es importante tener en cuenta que estos precios pueden variar dependiendo del lugar y el tiempo en el que se realicen las compras. Los precios consultados corresponden a la fecha del **23 de agosto del corriente año**. Además, se puede realizar el proyecto solamente con ejecución MANUAL, es decir con pulsadores. Para ahorrar en el sistema automático del Arduino.

## 4. ANEXO: Diseño Estructural

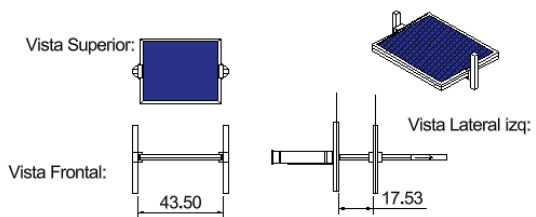
Vista General



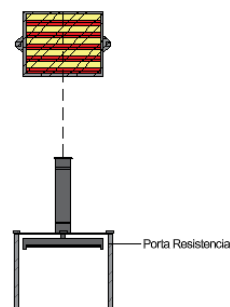
Vista Base del molde:



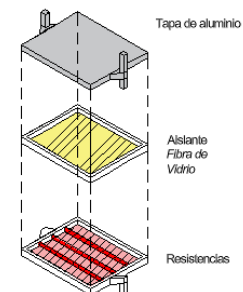
Vista Porta laminas:



Vista Porta Resistencias:



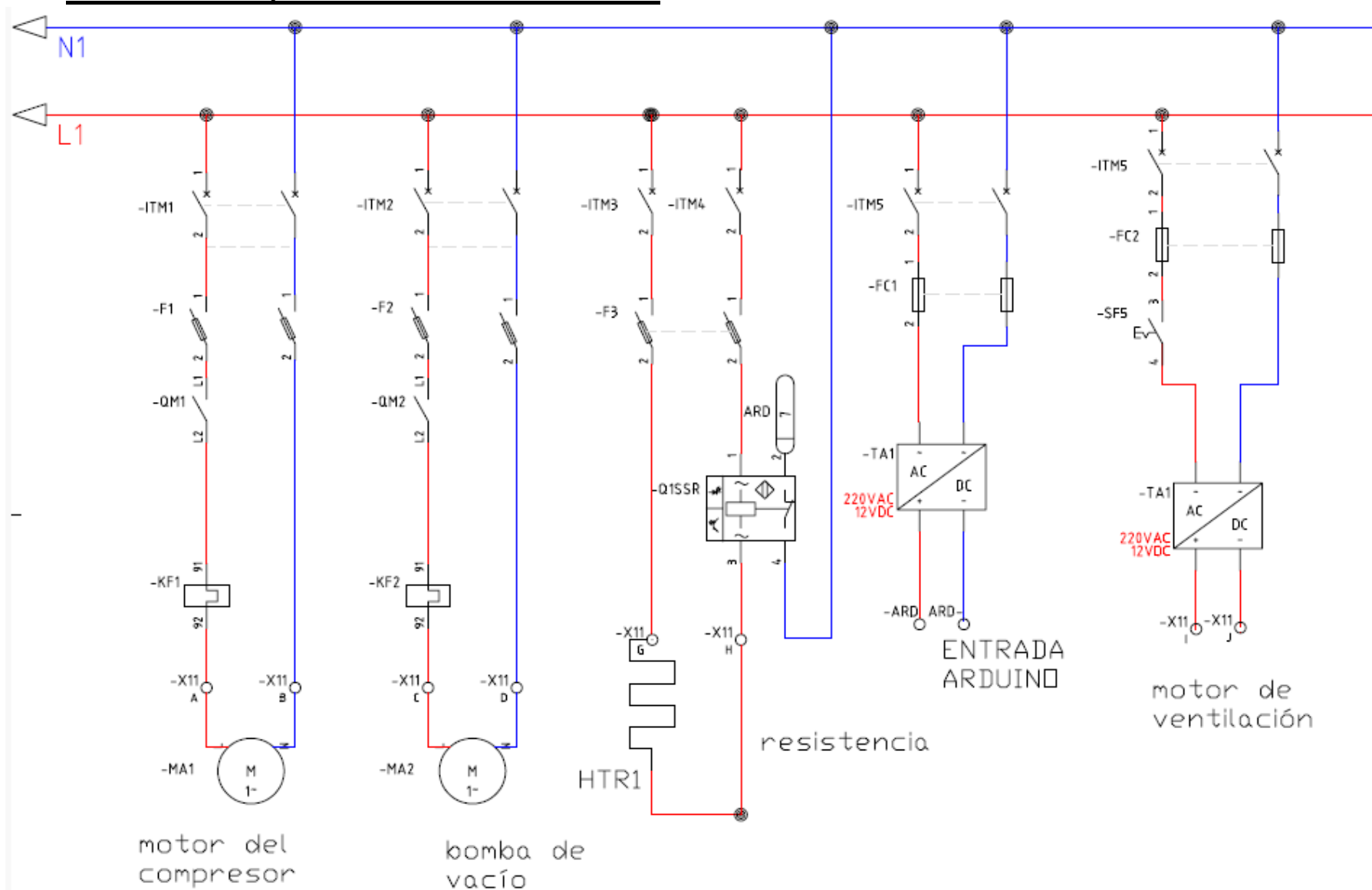
Vista explotada



**Título: Diagrama de Diseño Estructural**

**E.P.E.T. N°1 “UNESCO”**

## 5. ANEXO: Esquema Eléctrico de Potencia.



**Referencias:**

ITM 1: Interruptor Termomagnetico bipolar 10ª curva C

ITM 2: Interruptor Termomagnetico bipolar 3A

ITM 3: Interruptor Termomagnetico bipolar 50A

ITM 4: Interruptor Termomagnetico bipolar 3A

F1: Interruptor con Fusible bipolar con fusible 10A

F2: Interruptor con Fusible bipolar con fusible 3A

F3: Interruptor con Fusible bipolar con fusible 3A

F4: Interruptor con Fusible bipolar con fusible 3A

FC1: Fusible con accionamiento de retardo 3A

FC2: Fusible con accionamiento de retardo 3A

KF 1: Guardamotor monofasico bipolar

KF2: Guardamotor monofasico bipolar

QM2: Contactor Trifásico: 9A

QM1: Contactor Trifásico: 9A

Cable de Cobre: **1.5 mm<sup>2</sup>**

M1: Motor Compresor.

M2 Bomba de vacío

Q1SSR: Relé de estado solido

X11: Bornera de 10 modulos

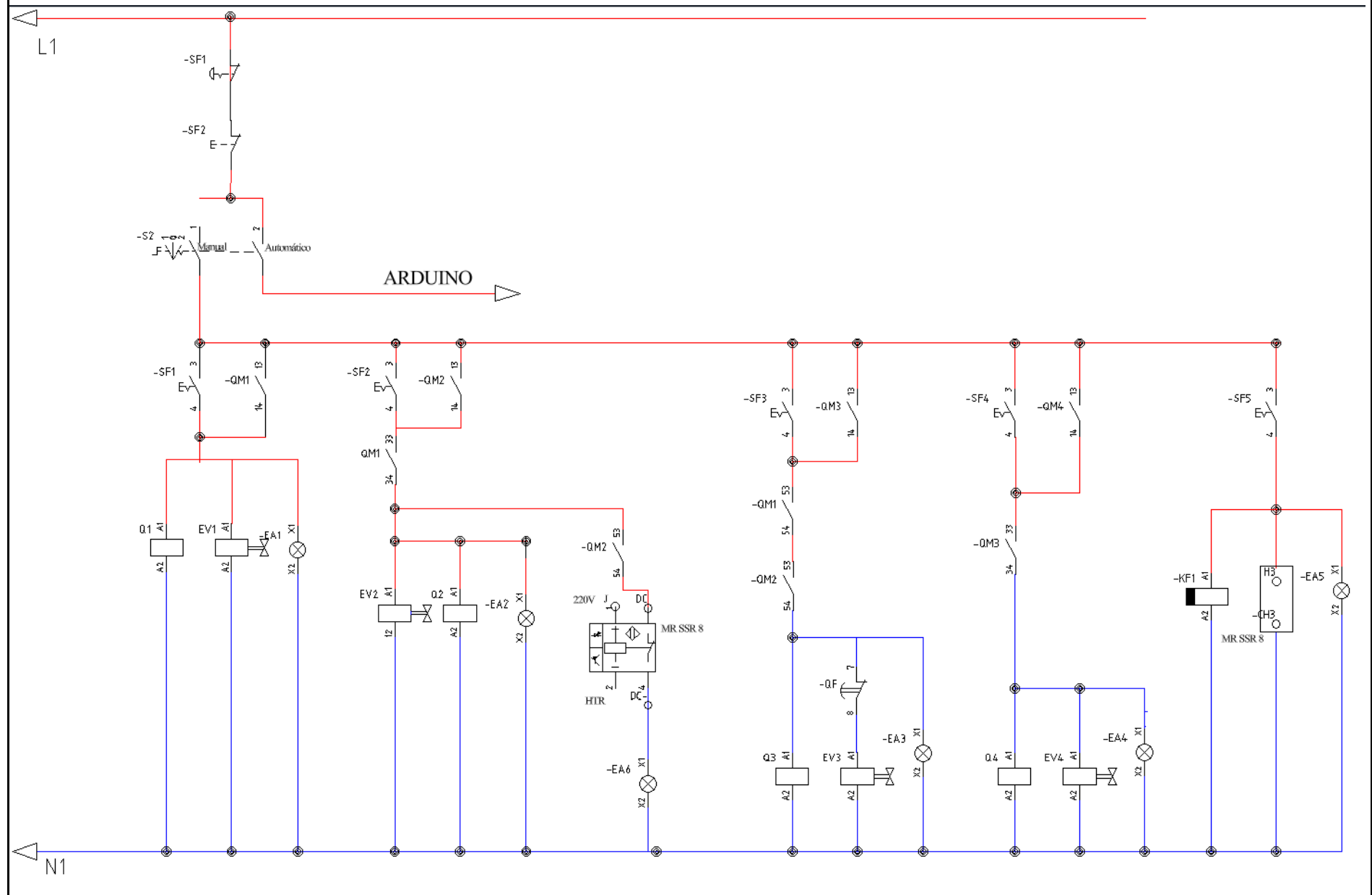
TA1: Fuente de voltaje 220VCA/12V DC

**Título: DIAGRAMA DE POTENCIA**

**E.P.E.T. N°1**

**“UNESCO”**

## 6. ANEXO: Esquema de Diagrama de Potencia



**Referencias:**

SF1: Pulsador de paro de emergencia

SF2: Pulsador NC

S2: Seleccionador 3 posiciones con 0 en neutro  
enclavamiento mecánico.

SP1, 5: Pulsador de marcha NA con

QM1,4: contacto de contactor trifásico NA o NC.

Q1,4: Bobina de contactor trifásico. VA TA1: Fuente de Voltaje 24

KF1: Bobina de Temporizador

QF: Contacto de temporizador NC a Desconexión

MR SSR8: Relé SSR de 8 módulos 24VDC/220VCA

EA1, 4: Luz testigo 24V

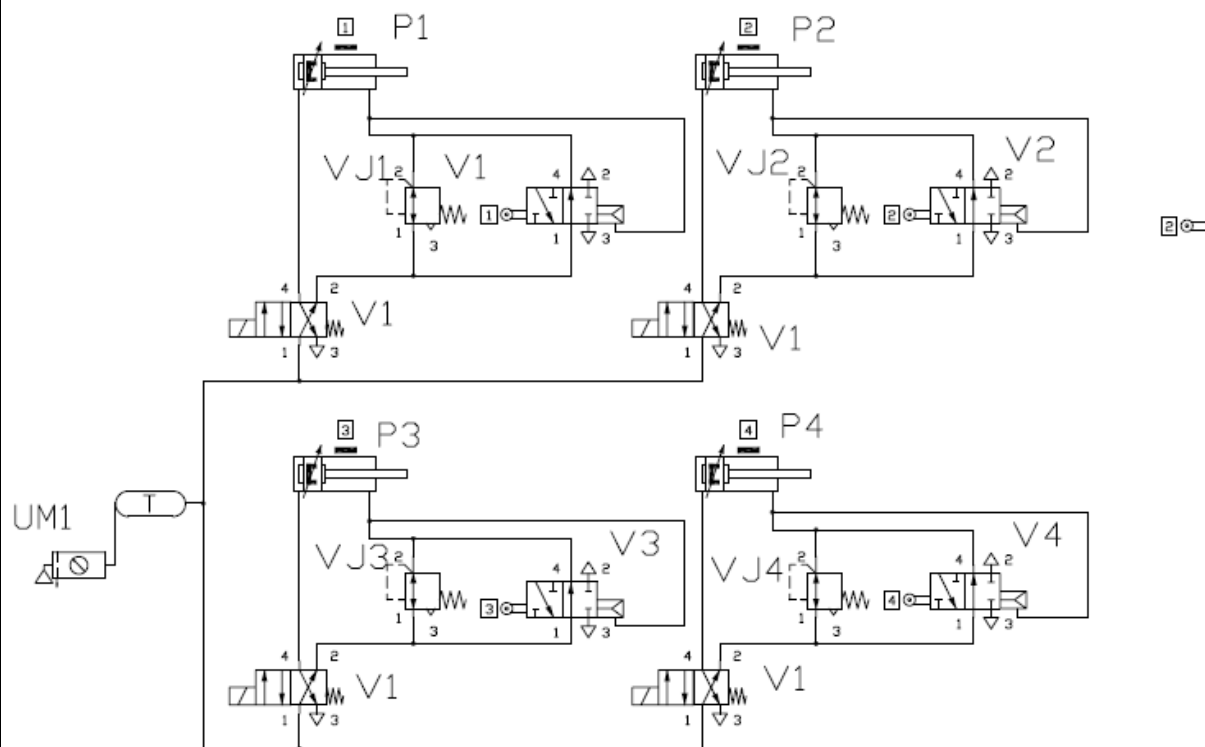
L1: Fase N: Neutro

**Título: Diagrama de Mando**

**E.P.E.T. N°1**

**“UNESCO”**

## 7. ANEXO: Esquema neumático



### Referencias:

UM1: Unidad de mantenimiento.

P1 - P4: pistón de acción doble.

V1 - V4: Electroválvula

VJ1 - VJ4: Variador de flujo

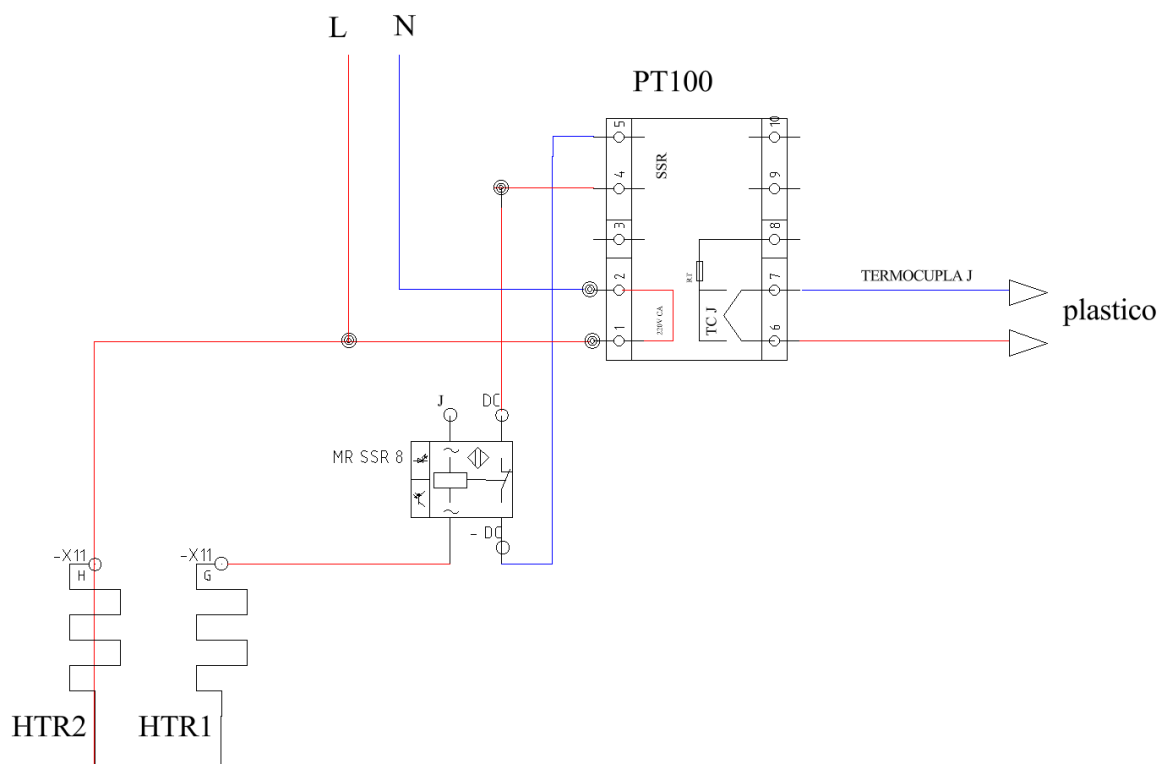
**Título: Diagrama neumático**

**E.P.E.T. N°1**

**“UNESCO”**



## 8. ANEXO: Diagrama de Termocupla.



### Referencias:

HTR1 y HTR2: Resistencia aletada de 5000W.

L1: Fase N: Neutro

QSSR1: Relé SSR 12V DC/ 220V

J: Bornera de Potencia

PT100: Sensor de temperatura con relé SSR integrado

TC J: Termocupla tipo J

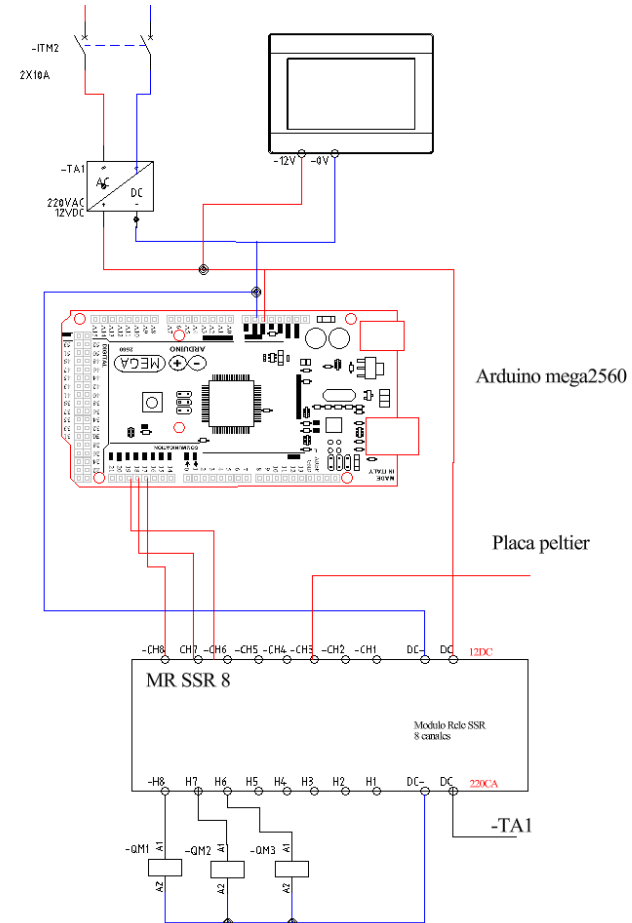
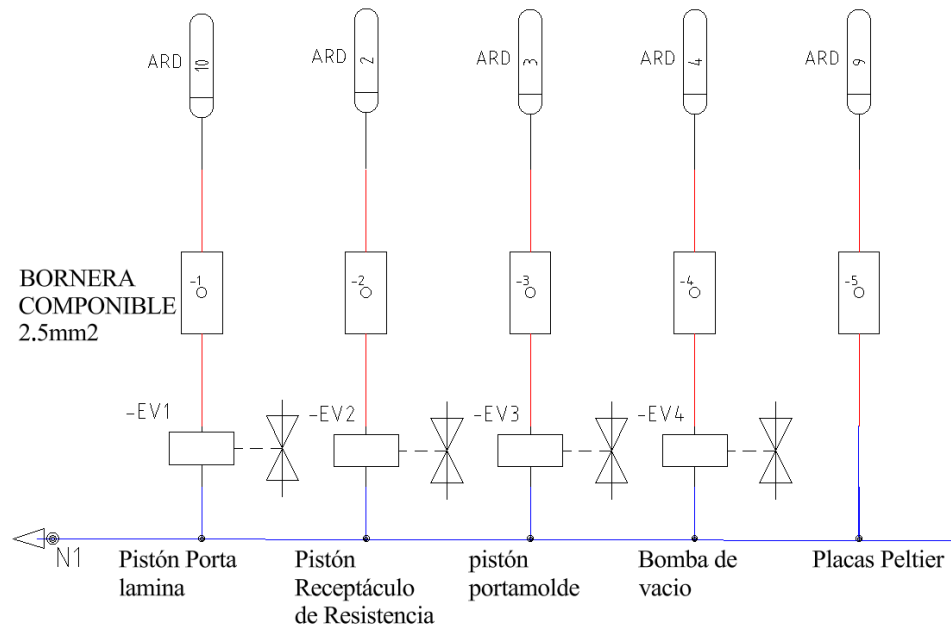
**Título: Diagrama de conexión termocupla**

**E.P.E.T. N°1**

**“UNESCO”**

## 9. ANEXO: Diagrama de conexión Arduino.

### Accionamiento en modo AUTOMATICO



**Título: Diagrama de conexión Arduino mega**

**E.P.E.T. N°1**  
**“UNESCO”**

**Referencias:**

ARD: Salida de puerto de Arduino.

Itm2: Interruptor termomagnético

EV1- EV4: Electroválvula 24VDC

TA1: Fuente de voltaje 24 VDC/220VCA

L1: Fase    N: Neutro

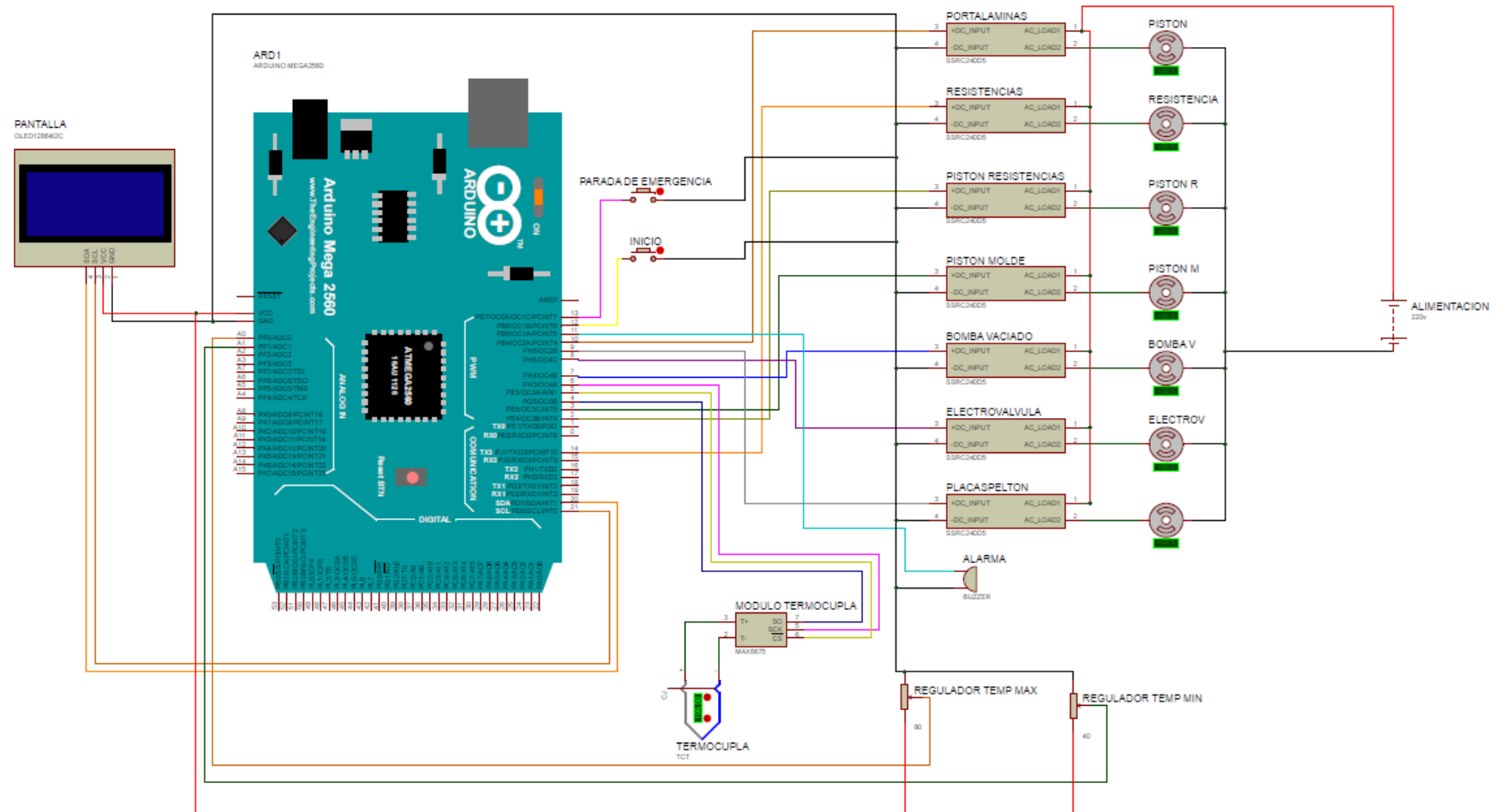
MR SSR8: Relé SSR de 8 módulos 24VDC/220VCA

**Título: Diagrama de Mando Arduino**

**E.P.E.T. N°1**

**“UNESCO”**

## 10. ANEXO: Conexión Arduino.



## Referencias:

### Librerías:

1. SPI.h
2. Adafruit\_GFX.h
3. Adafruit\_GFX
4. Adafruit\_SSD1306
5. max6675.h

### Pantalla OLED:

1. Adafruit SSD1306 (128x64
2. Sensor de temperatura:
3. MAX6675

### Pines de control:

1. Pines de salida
2. Pistones neumáticos
3. Resistencia.
4. Ventilador
5. Bomba de vacío
6. Válvula solenoide.

### Botones de control:

1. Botón de inicio (START\_BUTTON\_PIN)
2. Botón de parada (STOP\_BUTTON\_PIN)
3. Alarma:
4. ALARM\_PIN

### Potenciómetros:

1. Temperatura máxima y temperatura mínima y (TEMP\_MAX\_POT\_PIN  
TEMP\_MIN\_POT\_PIN)

**Título: Diagrama de mando Arduino.**

***Elaboración en software “Proteus”***

**E.P.E.T. N°1**

**“UNESCO”**

## **11. Código de Programación Arduino.**

```
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <max6675.h>

// Configuración del display OLED
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

// Pines del MAX6675
#define thermoDO 4
#define thermoCS 5
#define thermoCLK 6

// Configuración del MAX6675
MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

// Pines de control
#define RESISTANCE_PISTON_PIN 2
#define MOLD_PISTON_PIN 3
#define VACUUM_PUMP_PIN 7
#define SOLENOID_VALVE_PIN 8
#define COOLING_FAN_PIN 9
#define HORIZONTAL_PISTON_PIN 10
#define ALARM_PIN 11

#define START_BUTTON_PIN 12
#define STOP_BUTTON_PIN 13
#define TEMP_MAX_POT_PIN A0
#define TEMP_MIN_POT_PIN A1
#define RESISTANCE_PIN 14 // Pin dedicado para las resistencias

float tempMax = 193.0; // Temperatura máxima por defecto
float tempMin = 66.0; // Temperatura mínima por defecto
const float safeTemp = 35.0; // Temperatura fija para llevar el material
al punto seguro

bool processRunning = false;
bool horizontalPistonActivated = false;

void setup() {
  pinMode(RESISTANCE_PISTON_PIN, OUTPUT);
  pinMode(MOLD_PISTON_PIN, OUTPUT);
```

```

pinMode(VACUUM_PUMP_PIN, OUTPUT);
pinMode(SOLENOID_VALVE_PIN, OUTPUT);
pinMode(COOLING_FAN_PIN, OUTPUT);
pinMode(HORIZONTAL_PISTON_PIN, OUTPUT);
pinMode(ALARM_PIN, OUTPUT);
pinMode(RESISTANCE_PIN, OUTPUT); // Configura el pin de las
resistencias como salida

pinMode(START_BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
pinMode(STOP_BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
pinMode(TEMP_MAX_POT_PIN, INPUT);
pinMode(TEMP_MIN_POT_PIN, INPUT);

Serial.begin(9600);

if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for (;;);
}
display.display();
delay(2000); // Pause for 2 seconds
display.clearDisplay();

updateDisplay(); // Mostrar estado inicial
}

void loop() {
    // Leer potenciómetros y ajustar las temperaturas
    int tempMaxPotValue = analogRead(TEMP_MAX_POT_PIN);
    int tempMinPotValue = analogRead(TEMP_MIN_POT_PIN);

    // Mapear los valores a un rango de temperaturas
    tempMax = map(tempMaxPotValue, 0, 1023, 50, 193); // Ajusta 50 y 193
según el rango deseado
    tempMin = map(tempMinPotValue, 0, 1023, 20, 50); // Ajusta 20 y 50
según el rango deseado

    updateDisplay();

    // Control del botón de inicio
    if (digitalRead(START_BUTTON_PIN) == LOW) {
        if (!processRunning) {
            processRunning = true;
            activateAlarm(); // Activar alarma sonora
            startProcess(); // Llamar a la función para iniciar el proceso
        }
        debounceDelay(); // Esperar para evitar múltiples activaciones
    }
}

```

```

// Control del botón de parada
if (digitalRead(STOP_BUTTON_PIN) == LOW) {
    if (processRunning) {
        stopProcess(); // Llamar a la función para detener el proceso
    }
    debounceDelay(); // Esperar para evitar múltiples activaciones
}
}

void updateDisplay() {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.print(F("Temp Max: "));
    display.print(tempMax);
    display.print(F(" C"));
    display.setCursor(0, 10);
    display.print(F("Temp Min: "));
    display.print(tempMin);
    display.print(F(" C"));
    display.setCursor(0, 20);
    display.print(F("Safe Temp: "));
    display.print(safeTemp);
    display.print(F(" C"));
    display.display();
}

void startProcess() {
    // Baja el pistón de las resistencias
    setPinState(RESISTANCE_PISTON_PIN, LOW);
    delay(2000); // Tiempo para que el pistón baje completamente

    // Encender resistencias
    digitalWrite(RESISTANCE_PIN, HIGH);
    setPinState(COOLING_FAN_PIN, LOW);
    delay(5000); // Tiempo para calentar el material

    // Leer temperatura del sensor
    float currentTemp = readTemperature();
    while (currentTemp < tempMax) {
        currentTemp = readTemperature();
        delay(500); // Esperar medio segundo antes de la próxima lectura
    }

    // Apagar resistencias y subir el pistón
    digitalWrite(RESISTANCE_PIN, LOW);
    setPinState(COOLING_FAN_PIN, HIGH);
}

```



```

    setPinState(RESISTANCE_PISTON_PIN, HIGH); // Subir el pistón de las
resistencias
    delay(2000); // Tiempo para que el pistón suba completamente

    // Activar pistón del molde
    setPinState(MOLD_PISTON_PIN, LOW);
    delay(2000); // Tiempo para que el pistón del molde baje completamente

    // Activar bomba de vacío y electroválvula
    setPinState(VACUUM_PUMP_PIN, HIGH);
    setPinState(SOLENOID_VALVE_PIN, HIGH);
    delay(25000); // Esperar 25 segundos
    setPinState(VACUUM_PUMP_PIN, LOW);
    setPinState(SOLENOID_VALVE_PIN, LOW);

    // Enfriamiento hasta la temperatura mínima de desmoldeo
    while (currentTemp > tempMin) {
        currentTemp = readTemperature();
        delay(500); // Esperar medio segundo antes de la próxima lectura
    }

    // Llevar el material a la temperatura segura antes de mover el porta
láminas
    while (currentTemp > safeTemp) {
        currentTemp = readTemperature();
        delay(500); // Esperar medio segundo antes de la próxima lectura
    }

    // Mover el porta láminas al área segura
    setPinState(HORIZONTAL_PISTON_PIN, HIGH);
    delay(2000); // Tiempo para mover el porta láminas
    setPinState(HORIZONTAL_PISTON_PIN, LOW);

    processRunning = false;
    activateAlarm(); // Activar alarma sonora para indicar fin del proceso
}

void stopProcess() {
    // Código para detener todos los procesos en curso
    processRunning = false;
    setPinState(RESISTANCE_PISTON_PIN, HIGH);
    setPinState(MOLD_PISTON_PIN, HIGH);
    setPinState(VACUUM_PUMP_PIN, LOW);
    setPinState(SOLENOID_VALVE_PIN, LOW);
    setPinState(COOLING_FAN_PIN, HIGH);
    setPinState(HORIZONTAL_PISTON_PIN, LOW);
    deactivateAlarm(); // Desactivar alarma si está activada
}

```

```
void setPinState(int pin, bool state) {
    digitalWrite(pin, state);
}

float readTemperature() {
    return thermocouple.readCelsius(); // Leer la temperatura en grados
    Celsius
}

void debounceDelay() {
    delay(200); // Espera para evitar múltiples activaciones del botón
}

void activateAlarm() {
    digitalWrite(ALARM_PIN, HIGH); // Activa la alarma sonora
    delay(500); // Sonido de alarma durante 500ms
    digitalWrite(ALARM_PIN, LOW); // Apaga la alarma
}

void deactivateAlarm() {
    digitalWrite(ALARM_PIN, LOW); // Desactiva la alarma sonora
}
```

## **Conclusión**

La experiencia de participar en las olimpiadas de electromecánica nos ha brindado la oportunidad de poner a prueba nuestras habilidades y conocimientos en un entorno exigente. A pesar de enfrentar desafíos en la planificación y ejecución del proyecto, especialmente en la gestión del tiempo, logramos adaptarnos y superar las dificultades.

Aunque el resultado final no fue exactamente el que habíamos imaginado inicialmente, nos sentimos reconfortados por haber alcanzado un nivel de finalización satisfactorio. Aprendimos a trabajar bajo presión, a ser flexibles frente a los imprevistos y, sobre todo, a colaborar de manera efectiva como equipo.

Este proyecto nos ha permitido identificar áreas en las que podemos mejorar, tanto en términos técnicos como en la organización y planificación grupal. Sin embargo, también nos ha demostrado nuestra capacidad para adaptarnos y encontrar soluciones, lo que nos deja con una sensación de orgullo por lo que hemos logrado juntos.

En definitiva, esta experiencia ha sido un valioso aprendizaje para nuestro futuro profesional, y estamos seguros de que las lecciones adquiridas nos prepararán mejor para los retos que vendrán.

#### ***XIV. Bibliografía.***

- *Becker. (n.d.). Bomba de vacío - Becker [Página de producto]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://www.directindustry.es/prod/becker/product-7263-2036242.html>*
- *ChatGPT. (n.d.). ChatGPT [Sitio web]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://chatgpt.com/c/7f7ede9a-af6d-46a0-af34-7c87126dfe81>*
- *DirectIndustry. (n.d.). Termoformadora al vacío [Sitio web]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/termoformadora-vacio-94800.html>*
- *Electro Misiones. (n.d.). Electro Misiones [Sitio web]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://www.electromisiones.com.ar/>*
- *Formech. (n.d.). Formech [Sitio web]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://es.formech.com>*
- *Ridat. (n.d.). Ridat Machines [Sitio web]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://www.ridat.com/machines>*

- *RS Components. (n.d.). Specifications for SSR relay [Documento PDF]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://docs.rs-online.com/d76a/A700000008208682.pdf>*
  
- *Universidad de Córdoba. (n.d.). Normalización y simbología eléctrica [Documento PDF]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de [https://www.uco.es/electrotecniaetsiam/simbologia/Normalizacion\\_simbologia\\_electronica.pdf](https://www.uco.es/electrotecniaetsiam/simbologia/Normalizacion_simbologia_electronica.pdf)*
  
- *Amazon. (n.d.). Abrazadera herramienta [Página de producto]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://www.amazon.es/Abrazadera-Herramienta>*
  
- *Resisten. (n.d.). Resisten - Fábrica de resistencias eléctricas [Sitio web]. Recuperado el 19 de agosto de 2024, de <https://resisten.com.ar/#contact>*
  
- *Torres Medina, M. C., & García Sánchez, P. (2023). Implementación de un sistema de monitoreo de energía eléctrica en el laboratorio de electrónica y control (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24355/1/UPSCT010350.pdf>*