



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA
DESCAMADORA DE PESCADO PARA EL RESTAURANTE ZONA
MARINERA”**

**AUTOR:
VICTOR HUGO MASAPANTA GUAYTA**

**DIRECTOR:
ING. MELTON TAPIA**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR
2017**



RESUMEN

En el presente trabajo se diseñó y construyó un prototipo de máquina descamadora de pescado para el restaurante Zona Marinera.

- Sencillo
- Económico
- Aportará a la automatización del proceso.



Resultado:

- Realiza el proceso de descamado con gran eficiencia
- Es de fácil utilización
- Fácil limpieza
- Configurable de forma manual y automática



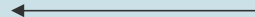
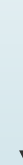
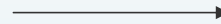
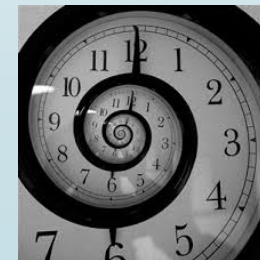
OBJETIVO GENERAL

Diseñar, construir y automatizar un prototipo de máquina descamadora de pescado para el restaurante Zona Marinera.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dimensionar los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos del sistema de control para la automatización del prototipo.
- Construir el prototipo en base al diseño realizado.
- Diseñar e implementar un panel de mando para el manejo y control del proceso.
- Validar el funcionamiento del prototipo mediante pruebas experimentales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA



DESCAMADO

Retirar las escamas



IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES

Recopilación de datos: Entrevista



NECESIDADES DEL USUARIO

| | Necesidad |
|----|---|
| 1 | El prototipo albergará en su interior alrededor de 15 pescados. (x) |
| 2 | El prototipo esta dimensionado para la capacidad especificada. |
| 3 | Los componentes desmontables del prototipo son livianos. |
| 4 | El prototipo cuenta con una interfaz de usuario de fácil manejo. |
| 5 | El costo del prototipo es accesible. (x) |
| 6 | El prototipo utiliza poco tiempo por ciclo de descamado. (x) |
| 7 | El prototipo desaloja automáticamente las escamas del interior del tanque. |
| 8 | El prototipo es seguro para el usuario. (x) |
| 9 | El prototipo cuenta con las protecciones necesarias para evitar cualquier eventualidad que ponga en riesgo la integridad del usuario. |
| 10 | El prototipo se pondrá en marcha cuando las compuertas estén correctamente cerradas. |
| 11 | El prototipo es semiautomático. |
| 12 | El prototipo está construido de materiales para alimentos. (x) |

Especificaciones objetivo del prototipo

| Métrica número | Número de necesidad | Métrica | Valor | Unidades |
|----------------|---------------------|--|-------|----------|
| 1 | 1 | Capacidad máxima por ciclo | 8 | Kg |
| 2 | 2, 3 | Masa total | 60 | Kg |
| 3 | 2 | Voltaje funcionamiento | 110 | V |
| 4 | 3 | Masa de los componentes desmontables | 3 | Kg |
| 5 | 4 | Tiempo de configuración de la interfaz | 60 | s |
| 6 | 5 | Costo del prototipo | 1635 | \$ |
| 7 | 6 | Tiempo por ciclo de descamado | 5 | min |
| 8 | 7 | Velocidad de funcionamiento | 150 | Rpm |
| 9 | 7 | Volumen de agua | 4 | gal |

| Necesidad | Especificaciones |
|-----------|--|
| 8 | Las normas de la AENOR sugieren que el radio de esquinas de una máquina de procesamiento de alimentos sea mayor o igual a 3mm. |
| 9 | |
| 10 | El prototipo contará con sensores para controlar el funcionamiento del proceso de descamado. |
| 11 | |
| 12 | El prototipo será construido con acero inoxidable AISI 304. |

GENERACIÓN DE CONCEPTOS


Problema General: Prototipo en conjunto

Subproblemas:

- Convertir energía eléctrica en energía mecánica
- Sistema de transmisión de potencia
- Posición eje motriz
- Rugosidad en la zona de contacto con los alimentos.

Exploración de productos con similar funcionalidad

| Característica | Frigomaq | MYR 2 | ALFX-52 |
|--|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Convertor energía eléctrica a energía mecánica | Motor eléctrico | Motor eléctrico | Motor eléctrico |
| Sistema de transmisión | Poleas | Reductor de velocidad | Reductor de velocidad |
| Tipo de rugosidad de la máquina | Lámina perforada troquelada | Malla | Cepillos |
| Posicionamiento eje motriz | Vertical | Horizontal | Vertical |



| Convertir energía eléctrica en energía mecánica | Sistema de transmisión de potencia | Posición eje motriz | Rugosidad zona de contacto con los alimentos |
|---|------------------------------------|---------------------|--|
| Motor eléctrico | Poleas | Horizontal | Lámina troquelada |
| | Caja de engranes | Vertical | Malla |
| | Mixta (Poleas y engranes) | | |

$1 \times 3 \times 2 \times 2 = 12$ Alternativas de solución

Selección del concepto

Alternativas



Sistema de transmisión de potencia

Poleas

Caja de engranes

Mixta (Poleas y engranes)

Parámetro principal: Relación de transmisión.

- En una transmisión mixta resulta ser mas sencillo y económico variar la relación de transmisión.
- Las dos primeras alternativas presentan mayores costos de manufactura.

| Posición eje motriz |
|---------------------|
| Horizontal |
| Vertical |

Se decidió que el eje motriz se encuentre de manera vertical por:

- Facilidad en el desmontaje.
- Realiza el proceso de descamado de una manera mas higiénica.
- Ocupa un menor espacio.

Eje motriz horizontal



Eje motriz vertical



**Rugosidad zona
de contacto con
los alimentos**

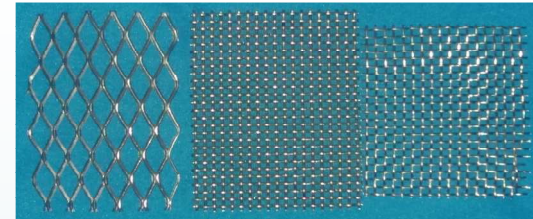
Lámina troquelada.

Malla

Se realizó pruebas enfocadas para seleccionar la mejor solución a este subproblema.

La alternativa seleccionada es una matriz de 25x25mm con punzón de 6mm en una lámina de espesor 1mm, pues presento un 95 % de eficiencia.

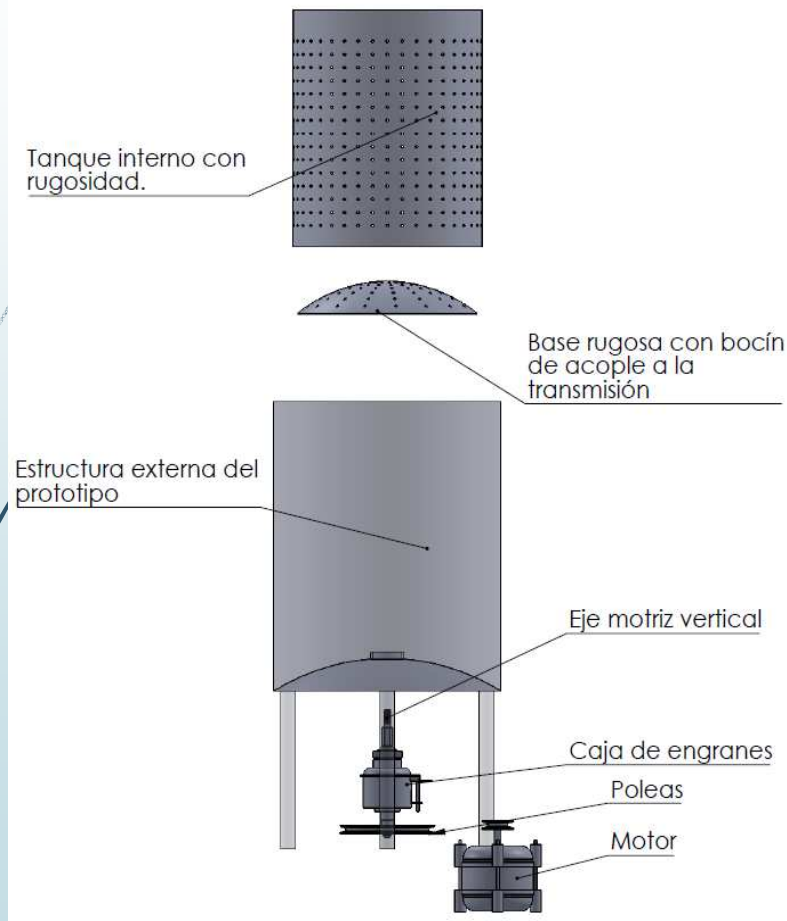
Mallas



Matrices con punzón



Concepto seleccionado



Convertor de energía eléctrica en energía mecánica: **Motor**

Sistema de transmisión de potencia: **Mixto (Caja de engranes y polea)**

Posición del eje de acción: **Vertical**

Rugosidad de la zona de contacto con los alimentos: **Lámina troquelada**

Diseño de detalle

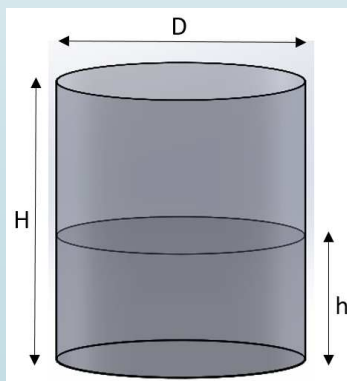


Se identificó el área en donde se va a realizar el proceso.

Análisis máquinas existentes:

- Estructura cilíndrica desmontable (Estática).
- Base giratoria (Móvil).

Se ubicó la capacidad máxima en los recipientes (8Kg).



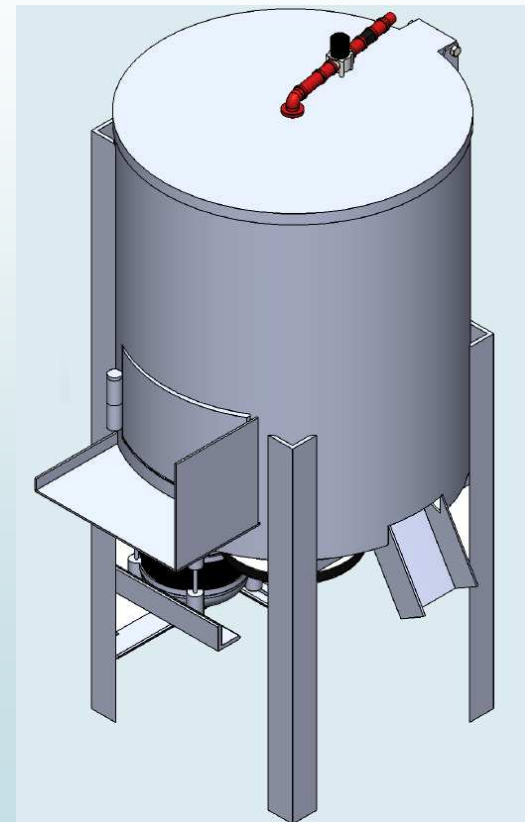
$h \approx 20 \text{ cm}$
 $D = 40 \text{ cm}$
 $H = 45 \text{ cm}$



$d = 38 \text{ cm}$

DISEÑO CAD DEL PROTOTIPO

- Estructura fija
- Soportes
- Compuerta de ingreso
- Compuerta de salida
- Bandeja de salida de pescados.
- Bandeja de salida de agua residual



Dimensionamiento del motor

De las especificaciones objetivo tenemos que:

$$m_{max} = 8 \text{ kg}$$

La carga máxima que va a estar expuesto el prototipo es:

$$C_{max} = m_{max}(g)$$

$$C_{max} = 8(9,8)$$

$$C_{max} = 78,40[N]$$

Torque necesario para mover la carga

El diámetro de la base giratoria es 38 cm.

$$r_b = 0,19m$$

$$T_{max} = C_{max}(r_b)$$

$$T_{max} = 78,40(0,19)$$

$$T_{max} = 14,80 \text{ N.m}$$

Dimensionamiento del motor

Eficiencias de transmisión
(Shigley):

$$\eta_{banda} = 0,88$$

$$\eta_{planetario} = 0,98$$

**Torque necesario
considerando pérdidas:**

$$T_{entrada} = \frac{T_{max}}{\eta_{banda} * \eta_{planetario}}$$

$$T_{entrada} = \frac{14,80}{0,88(0,98)}$$

$$T_{entrada} = 17,16 \text{ N.m}$$

Potencia mecánica del motor

$$P_{motor} = T_{entrada}(\omega_{base})$$

$$\omega_{base} = 160 \text{ rpm}$$

$$\omega_{base} = 160 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{min}}{60 \text{s}} \times \frac{2\pi \cdot \text{rad}}{1 \text{rev}}$$

$$\omega_{base} = 16,70 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P_{motor} = 17,16(16,70)$$

$$P_{motor} = 286,57 \text{ W}$$

$$P_{motor} = 0,38 \text{ HP}$$

Dimensionamiento del motor

Se procede a la selección de un motor comercial con mayor potencia que la calculada para dar mayor seguridad, consiguiente, se optó por elegir un motor de $\frac{1}{2}$ HP de potencia para el prototipo implementado.

$$fs = \frac{P_{Real\ Motor}}{P_{Calculada\ de\ trabajo}}$$

$$fs = \frac{0,5}{0,38}$$

$$fs = 1,3$$

Diseño sistema reductor de velocidad

El prototipo cuenta con una transmisión de engranes planetarios con una relación de transmisión de 1/5.

$$r_{\text{Planetario}} = \frac{1}{5}$$

Diseño para obtener 160 rpm en la salida

$$\omega_{\text{base}} = 160 \text{ rpm}$$

$$r = \frac{\omega_{\text{base}}}{\omega_{\text{motor}}}$$

$$r = \frac{160}{1600}$$

$$r = \frac{1}{10}$$

$$r = r_{\text{Planetario}} * r_{\text{Poleas}}$$

$$r_{\text{Poleas}} = \frac{r}{r_{\text{Planetario}}}$$

$$r_{\text{Poleas}} = \frac{\frac{1}{10}}{\frac{1}{5}}$$

$$r_{\text{Poleas}} = \frac{1}{2}$$

Diseño sistema reductor de velocidad

Se conoce que el diámetro interno de la polea conductora es de 50mm.

$$r_{Poleas} = \frac{D_{Conductora}}{D_{Conducida}}$$

$$D_{Conducida} = \frac{D_{Conductora}}{r_{Poleas}}$$

$$D_{Conducida} = \frac{50}{\frac{1}{2}}$$

$$D_{Conducida} = 100mm$$

Dimensionamiento de la correa

Para estimar la longitud de la correa es necesario conocer la distancia entre centros de las poleas.

$$C = 180\text{mm}$$

$$\theta_d = \pi - 2 \cdot \sin^{-1} \frac{D-d}{2C}$$

$$\theta_D = \pi + 2 \cdot \sin^{-1} \frac{D-d}{2C}$$

$$L = \sqrt{4C^2 - (D-d)^2} + \frac{1}{2}(D\theta_D + d\theta_d)$$

Θ_d : Angulo de contacto polea conductora [rad]

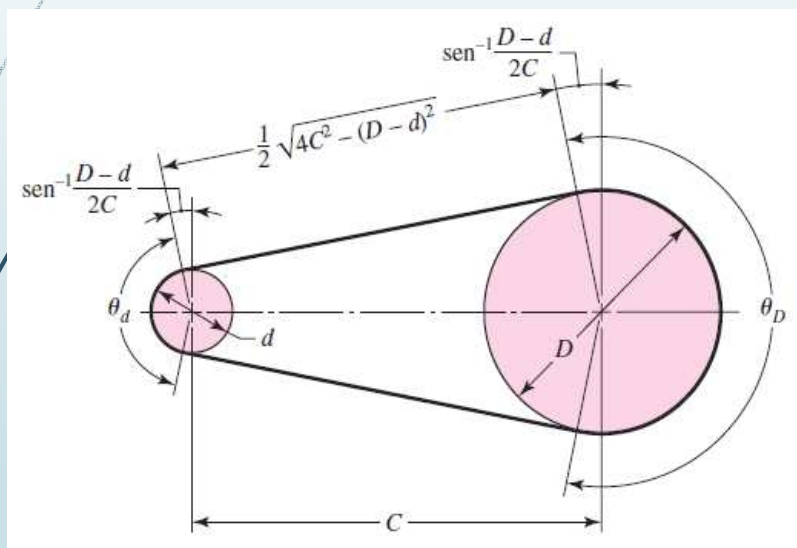
Θ_D : Angulo de contacto polea conducida [rad]

d: diámetro polea conductora [mm]

D: diámetro polea conducida [mm]

C: distancia entre centros de poleas [mm]

L: Longitud de la correa [mm]



Dimensionamiento de la correa

$$\theta_d = 2,86 \text{ rad} * \frac{180^\circ}{\pi \cdot \text{rad}}$$

$$\theta_d = 163,90^\circ$$

$$\theta_D = 3,42 \text{ rad} * \frac{180^\circ}{\pi \cdot \text{rad}}$$

$$\theta_D = 195,95^\circ$$

$$L = 599 \text{ mm} * \frac{1 \text{ inch}}{25,4 \text{ mm}}$$

$$L = 23,6 \text{ inch}$$

Se selecciona una correa de longitud superior a la calculada es decir de 24 pulgadas.



Diseño para obtener 100 rpm en la salida

$$\omega_{base} = 100 \text{ rpm}$$

$$r = \frac{\omega_{base}}{\omega_{motor}}$$

$$r = \frac{100}{1600}$$

$$r = \frac{1}{16}$$

$$r_{Poleas} = \frac{5}{16}$$

$$D_{Conducida} = 160 \text{ mm}$$

Dimensionamiento de la correa

$$\theta_d = 2,52 \text{ rad} * \frac{180^\circ}{\pi \cdot \text{rad}}$$
$$\theta_d = 144,39^\circ$$

$$\theta_D = 3,76 \text{ rad} * \frac{180^\circ}{\pi \cdot \text{rad}}$$
$$\theta_D = 215,43^\circ$$

$$L = 706,58 \text{ mm} * \frac{1 \text{ inch}}{25,4 \text{ mm}}$$
$$L = 27,81 \text{ inch}$$

Se selecciona una correa de longitud superior a la calculada es decir de 28 pulgadas.



Selección de materiales

El material seleccionado para la construcción del prototipo es el acero inoxidable AISI 304 grado alimenticio.

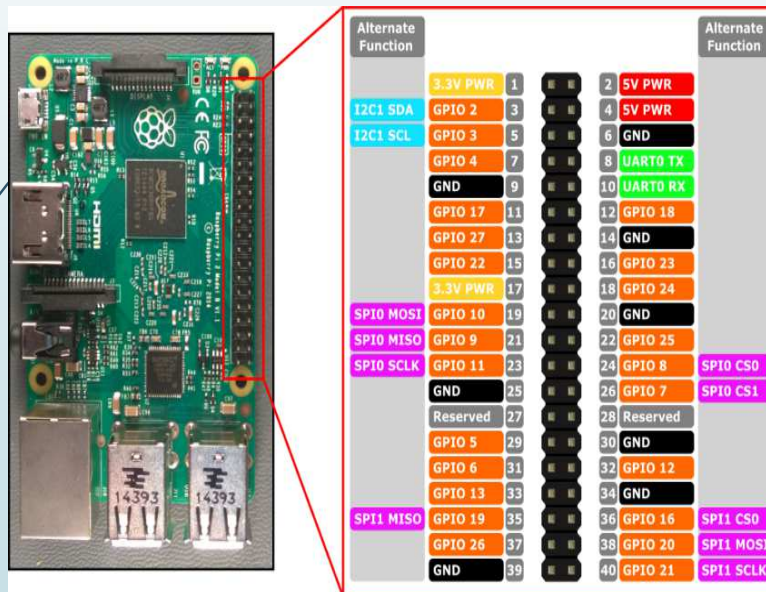


El sistema de alimentación de agua utiliza tuberías convencionales de agua potable de ½ pulgada hechas de PVC, pues se trabaja a temperatura ambiente y con la presión doméstica.

Selección de componentes

Controlador

Raspberry Pi 2



Características:

- Voltaje de funcionamiento: 5V
- 24 puertos i/o.
- 1 GB de RAM.
- 4 puertos USB.
- Conector ethernet.
- Velocidad: 700Mhz

Criterios de selección:

- Utiliza un software de programación libre.
- Económico
- Fácil manejo
- Ocupa un espacio reducido.
- La aplicación es a pequeña escala.
- Velocidad de respuesta inmediata.

SENSORES

Sensor de flujo



Características:

- Posee un contacto normalmente abierto.
- Se lo puede instalar de forma horizontal y vertical.
- Material: Plástico

Criterios de selección:

- Disponibilidad en el mercado.
- Trabaja a temperatura ambiente.
- Se acopla a las tuberías de media pulgada.
- Medio aplicable: Agua
- Compatible con Raspberry.

SENSORES

Sensor magnético



Características:

- Se acciona al juntar las dos partes.

Criterios de selección:

- Fácil de encontrar en el mercado.
- Trabaja correctamente a 5V DC.
- Ideal cuando se tiene una superficie fija y una móvil.
- Son de uso frecuente en equipos de similares características.

ACTUADORES

Válvula solenoide



Características:

- Voltaje de funcionamiento: 110V AC.
- Presión de funcionamiento: 0 - 0.8 MPa.
- Modo de operación: normalmente cerrado

Criterios de selección:

- Disponibilidad en el mercado.
- Se acopla a las tuberías convencionales.
- Medio aplicable: Agua.
- El agua circulante se encuentra a temperatura ambiente.

ACTUADORES

Motor



Características:

- Velocidad: 1 600 rpm.
- Voltaje de funcionamiento: 110 V AC.
- Utiliza un capacitor permanente

Criterios de selección:

- Potencia de ½ HP.
- Polea acoplada al eje rotatorio.
- Permite realizar cambio de giro.
- Disponibilidad de repuestos.

Interfaz Humano - Máquina



- Se utilizó una pantalla táctil compatible con Raspberry.

Criterios de selección:

- Petición del usuario.
- Interfaz gráfica.
- Se utilizó un software libre (My Open Lab).

Construcción

Estructura cilíndrica desmontable



- Corte de una lámina de 450 x 1260 mm.
- Trazar matriz de 25 x 25 mm.
- Taladrado y punzonado en los lugares marcados.
- Corte en los lugares donde se ubican las agarraderas y la compuerta de salida.
- Barolado de la lámina.
- Cordón de soldadura en toda la junta.
- Corte, doblado y colocación de las guías.

Construcción

Base giratoria



- Trazar circunferencia de diámetro 420mm.
- Corte de la circunferencia marcada.
- Repujado de la lámina circular.
- Trazar matriz de 25 x 25 mm.
- Taladrado y punzonado en los lugares marcados.
- Fijación de bocín de acople a la transmisión

Construcción

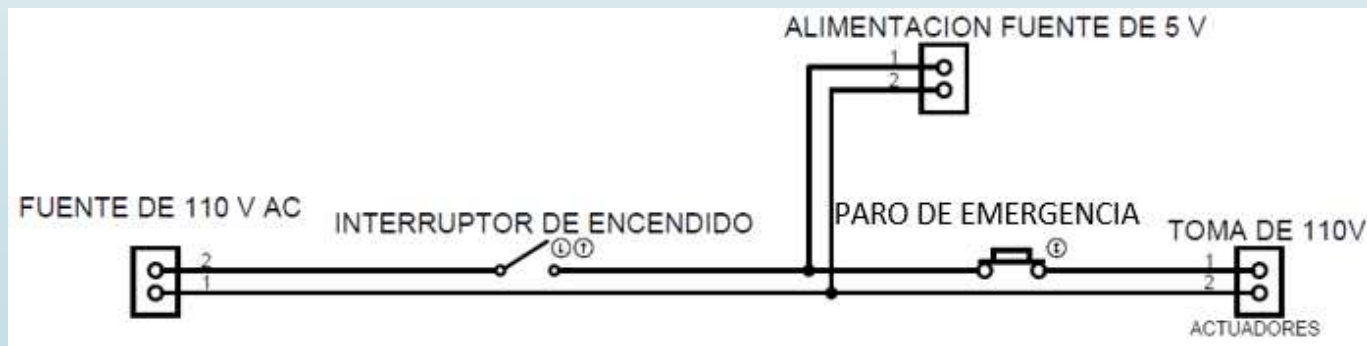
Estructura fija



- La base de la estructura se sometió a un repujado con el fin de facilitar el drenaje.
- Se soldó bocines en la base para acoplar la transmisión.
- Para el contorno de la estructura se utilizó una lámina de 550 x 1450 mm, que posteriormente se baroló.
- La base de la estructura y el contorno cilíndrico fueron soldados.
- Se colocó los soportes para la estructura, motor y la transmisión.
- Se colocó las bisagras, compuertas, bandejas y guías para fijar la estructura cilíndrica desmontable.

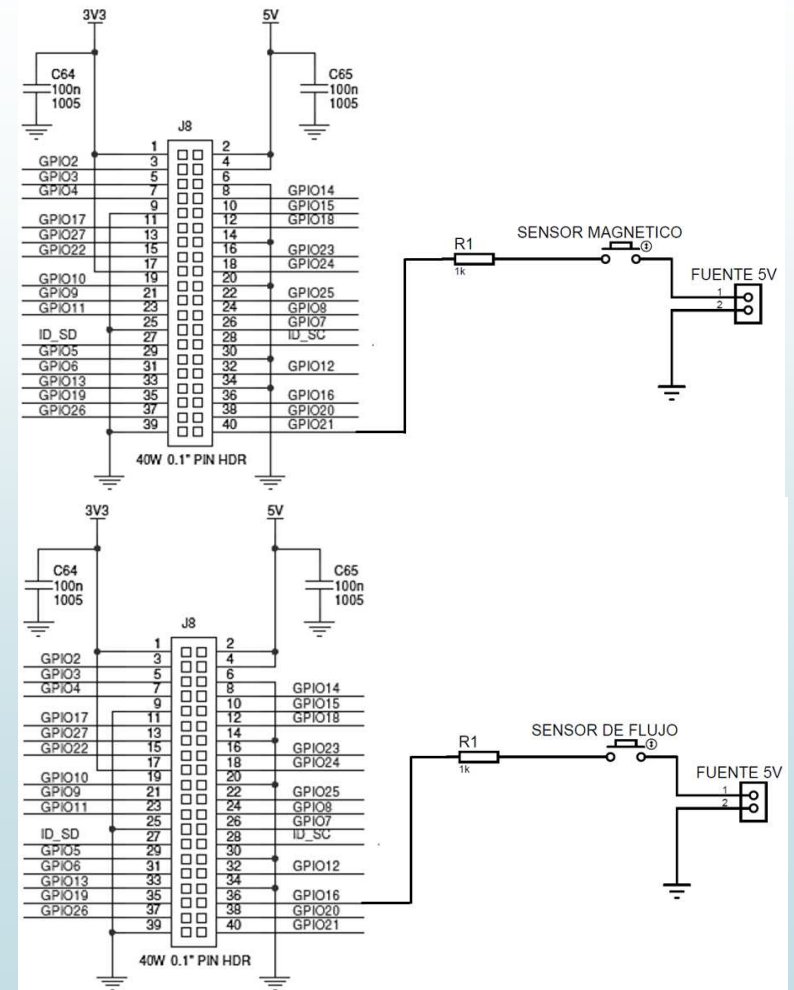
Sistema eléctrico

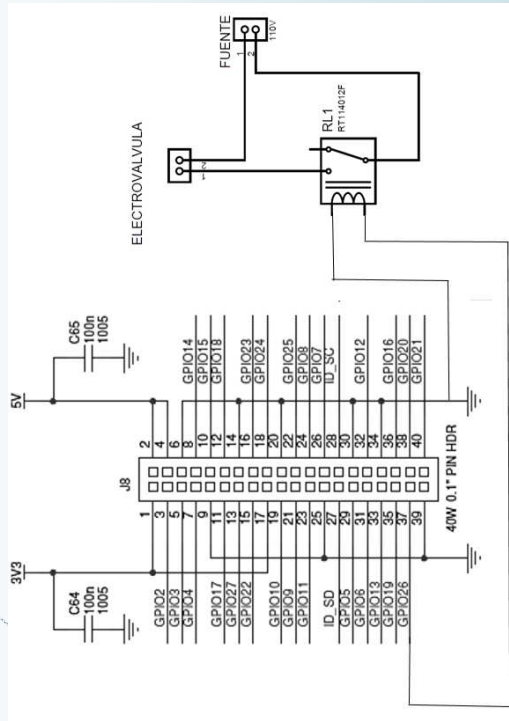
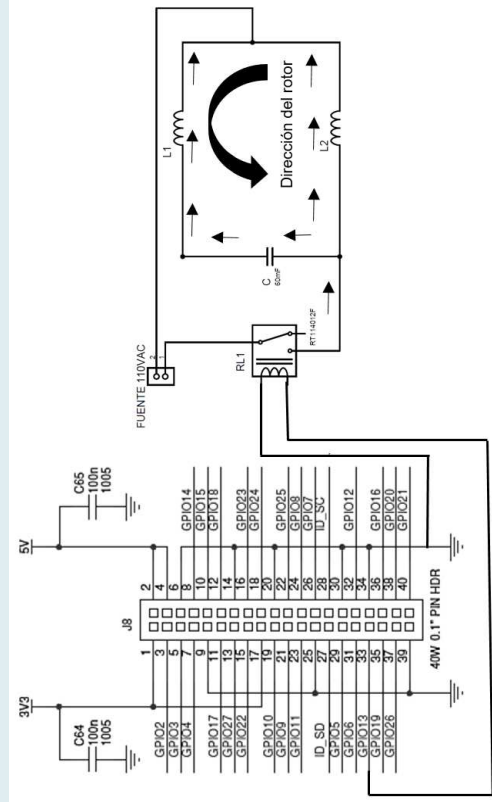
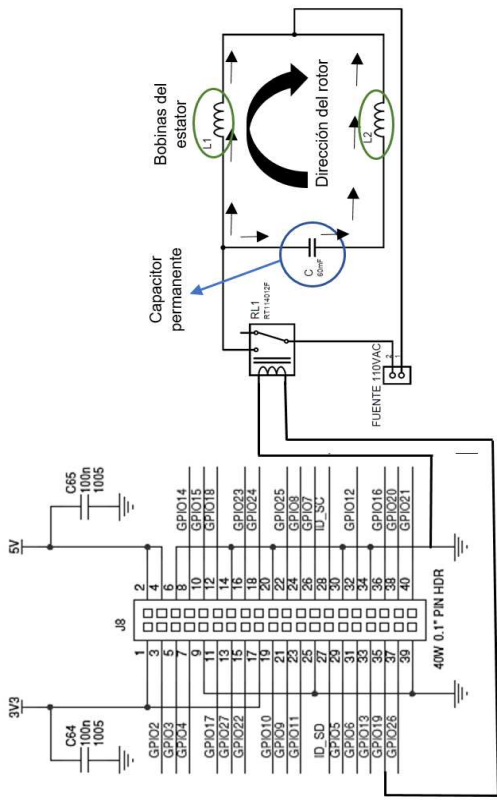
| Elemento | Voltaje |
|------------------|---------|
| Microcontrolador | 5 V DC |
| Sensores | 5 V DC |
| Electroválvula | 110V AC |
| Motor | 110V AC |



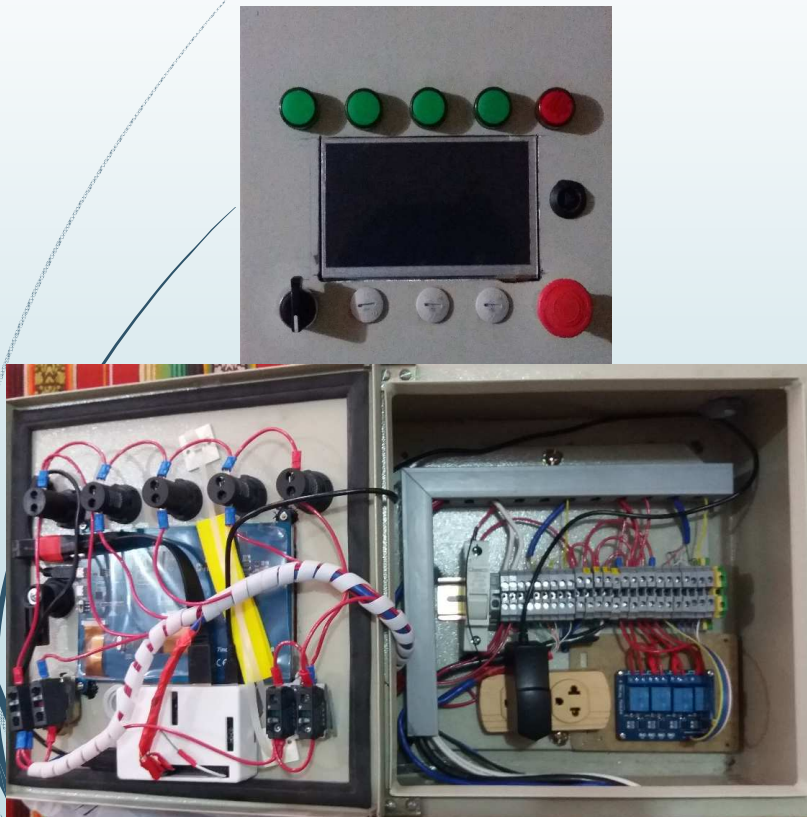
Sistema eléctrico

| SENSOR/ACTUADOR | Lugar | PIN | E/S | TIPO |
|-----------------------------|------------------------------------|-----|-----|---------|
| Magnético | Compuerta de Salida | 40 | E | Digital |
| Magnético | Compuerta de Entrada | 38 | E | Digital |
| Flujo | Sistema de alimentación de agua. | 36 | E | Digital |
| Electroválvula | Sistema de alimentación de agua. | 37 | S | Digital |
| Motor (Sentido horario) | Conectado al capacitor permanente. | 35 | S | Digital |
| Motor (Sentido antihorario) | Conectado al capacitor permanente. | 33 | S | Digital |





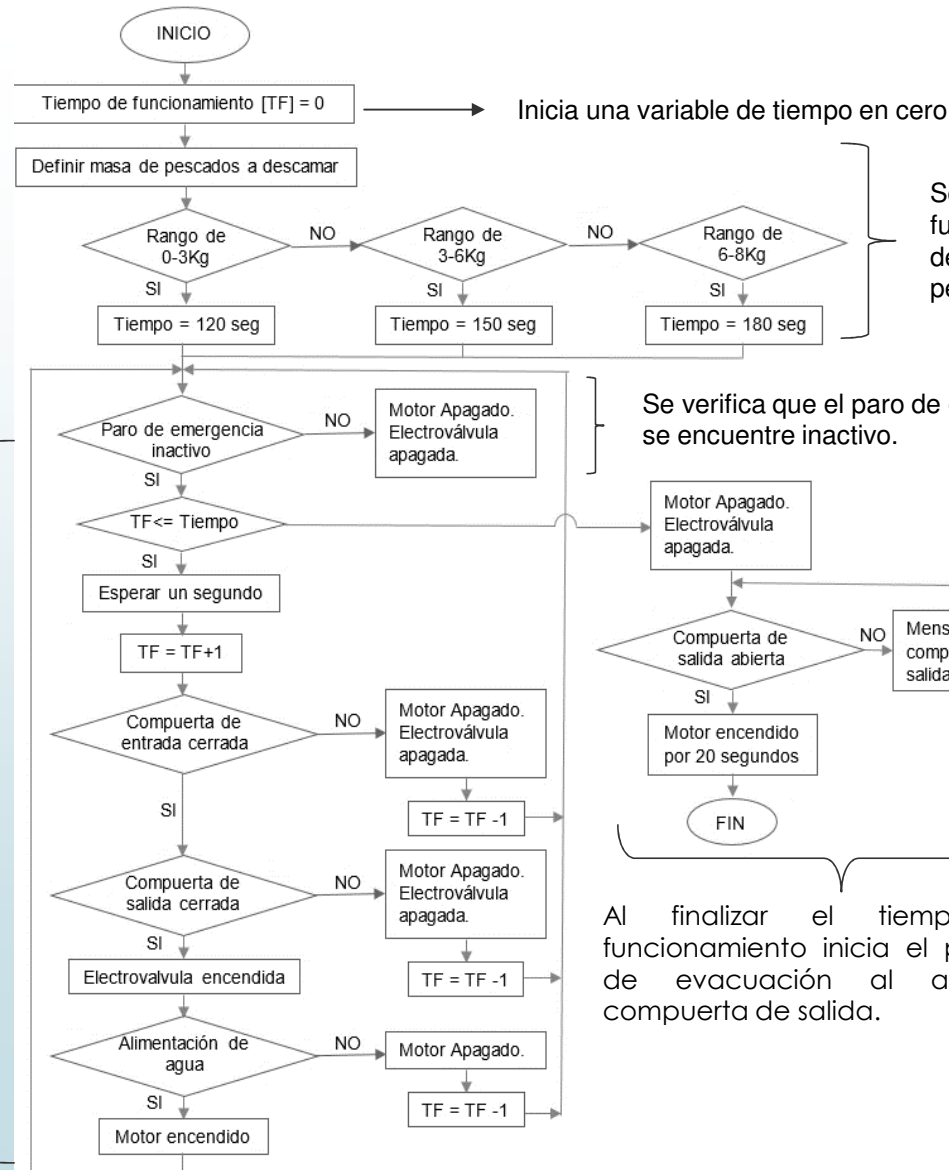
Construcción caja eléctrica



- Se ubicó los sensores y actuadores.
- Se colocó las canaletas y rieles en caja eléctrica.
- Se fijó las luces indicadoras, paro de emergencia, interruptor, pantalla táctil, microcontrolador, módulo de relés entre otros.
- Se ubicó el portafusible, fusible, borneras en la riel.
- Finalmente se realizó el cableado de todos los componentes eléctricos.

Diagrama de flujo de la lógica de programación

Durante el transcurso del tiempo de funcionamiento establecido se verifica que la compuerta de entrada se encuentre cerrada, la compuerta de salida se encuentre cerrada y exista alimentación de agua en el sistema.



Se asigna el tiempo de funcionamiento dependiendo del rango de pescados a descamar

Se verifica que el paro de emergencia se encuentre inactivo.

Al finalizar el tiempo de funcionamiento inicia el proceso de evacuación al abrir la compuerta de salida.



PRUEBAS Y RESULTADOS

Se realizó pruebas experimentales del prototipo mediante una técnica basada en análisis y diseño de experimentos para ahorrar costos de pruebas y mejorar el desempeño del prototipo.

Los métodos de diseños de experimentos cumplen las siguientes etapas:

- Identificar el objetivo del estudio.
- Identificar la variable de respuesta.
- Delimitar los factores a estudiarse.
- Seleccionar los niveles de cada factor
- Elegir la técnica de diseño a implementar y finalmente realizar los experimentos.

Objetivo: Mejorar la eficiencia del proceso de descamado, analizando el efecto que puede tener la velocidad de la base giratoria, el cambio en el sentido de giro, tiempo de funcionamiento, volumen de agua y la cantidad de pescados.

Variable de respuesta: se seleccionó al porcentaje de eficiencia en el descamado, por lo tanto, mientras mayor sea esta lectura, mejor serán los resultados obtenidos.

Parámetros:

- Velocidad de rotación de la base
- Cambio del sentido de giro
- Tiempo de funcionamiento
- Volumen de agua
- Cantidad de pescados

Niveles:

| Parámetros | Descripción | Nivel 1 | Nivel 2 |
|------------|----------------------------|------------|------------|
| A | Velocidad | 100 rpm | 160 rpm |
| B | Cambio del sentido de giro | Con cambio | Sin Cambio |
| C | Tiempo de funcionamiento | 90 seg | 120 seg |
| D | Volumen de agua | 3 gal | 3,5 gal |
| E | Cantidad de pescados | De 1 a 5 | De 6 a 10 |

Técnica a utilizar: Considerando la cantidad de parámetros estudiados, el número de niveles que se prueban en cada factor y el objetivo del experimento se optó por utilizar la técnica de Taguchi que está destinada para aseverar que los productos sean robustos con un bajo costo y además de gran calidad.

Matriz ortogonal L8

| # | A | B | C | D | E | e1 | e2 | Vel. | Giro | Tiempo | Vol. | Cant. | Lecturas |
|---|---|---|---|---|---|----|----|---------|------|---------|---------|--------|----------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 rpm | Si | 90 seg | 3 gal | 1 a 5 | 0.65 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 100 rpm | Si | 90 seg | 3,5 gal | 6 a 10 | 0.70 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 100 rpm | No | 120 seg | 3 gal | 1 a 5 | 0.65 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 100 rpm | No | 120 seg | 3,5 gal | 6 a 10 | 0.75 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 160 rpm | Si | 120 seg | 3 gal | 6 a 10 | 0.90 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 160 rpm | Si | 120 seg | 3,5 gal | 1 a 5 | 0.85 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 160 rpm | No | 90 seg | 3 gal | 6 a 10 | 0.80 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 160 rpm | No | 90 seg | 3,5 gal | 1 a 5 | 0.75 |

Análisis de la varianza

| # | Velocidad | Cambio de giro | Tiempo de funcionamiento | Volumen | Cantidad | e1 | e2 | Lecturas |
|------------|-----------|----------------|--------------------------|----------|----------|----------------------------|----------|--------------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.65 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0.70 |
| 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0.65 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0.75 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0.90 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0.85 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0.80 |
| 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0.75 |
| N1 | 2,75 | 3,10 | 2,90 | 3,00 | 2.90 | 3,05 | 3,05 | $\bar{y} = 0,7563$ |
| N2 | 3,30 | 2,95 | 3,15 | 3,05 | 3,15 | 3,00 | 3,00 | |
| SS | 0,03781 | 0,002812 | 0,007812 | 0,000313 | 0,007813 | 0,000313 | 0,000313 | |
| SSn | | | | | | 0,000626 | | |
| G.L | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | |
| V | 0,03781 | 0,002812 | 0,007812 | 0,000313 | 0,007813 | V natural= 0,000313 | | |
| F | 121 | 9 | 25 | 1 | 25 | 1 | | |

$$SS = \frac{(Total\ N2 - Total\ N1)^2}{n}$$

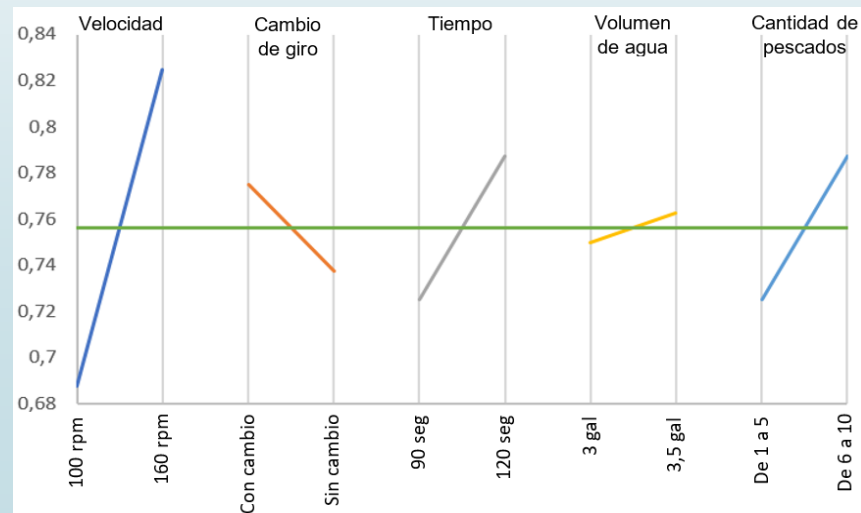
$$V = \frac{SS}{g.l.}$$

$$F = \frac{V_{Parámetro}}{V_{Natural}}$$

Selección de niveles por parámetro

| Parámetro | Nivel 1 | Nivel 2 | Seleccionar | Corresponde |
|-----------|-----------------|-----------------|-------------|--------------------|
| A | $Ap_1 = 0,6875$ | $Ap_2 = 0,825$ | Nivel 2 | 160 rpm |
| B | $Bp_1 = 0,775$ | $Bp_2 = 0,7375$ | Nivel 1 | Cambio de giro |
| C | $Cp_1 = 0,725$ | $Cp_2 = 0,7875$ | Nivel 2 | 120 seg |
| D | $Dp_1 = 0,75$ | $Dp_2 = 0,7625$ | Nivel 2 | 3 galones |
| E | $Ep_1 = 0,725$ | $Ep_2 = 0,7875$ | Nivel 2 | 6 a 10 pescados |

Efecto de cada parámetro en el proceso de descamado



Resultado del análisis de la varianza se obtuvo que el prototipo presentará una mejor eficiencia de descamado con las siguientes especificaciones:

- Velocidad de rotación de la base [160 rpm].
- Cambio en el sentido de giro.
- Tiempo de funcionamiento [120 segundos].
- Volumen de agua [3 galones].
- De 6 a 10 pescados procesados.



Especificaciones finales del prototipo con respecto a las especificaciones objetivo

| Métrica | Valor objetivo | Valor final | Unidades |
|--|----------------|-------------|----------|
| Capacidad máxima por ciclo | 8 | 8 | Kg |
| Masa total | 60 | 65 | Kg |
| Voltaje de funcionamiento | 110 | 110 | V |
| Masa de los componentes desmontables | 3 | 3,7 | Kg |
| Tiempo de configuración de la interfaz | 60 | 90 | s |
| Costo del prototipo | 1635,00 | 1731,85 | \$ |
| Tiempo por ciclo de descamado | 5 | 3 | min |
| Velocidad de funcionamiento | 150 | 160 | Rpm |
| Volumen de agua | 4 | 3 | gal |

CONCLUSIONES

- Se evidenció que las variables con mayor influencia en el proceso de descamado son la velocidad de giro de la base, el tiempo de funcionamiento y la cantidad de pescados a descamar.
- Toda máquina expuesta a cargas dinámicas debe contar con niveladores para corregir alguna inclinación en el piso y evitar vibraciones en la estructura.
- Los componentes del prototipo cumplen con las normas para máquinas que procesan alimentos, está construido en acero inoxidable AISI 304, es de fácil desmontaje, de fácil limpieza y carece de filos cortantes.
- El panel de control permite al operario configurar de manera manual o automática el proceso de descamado, así como también monitorear el estado del sistema.
- Al trabajar en un lenguaje de programación basado en un software libre se evita gastos por licenciamiento, por tanto, disminuye el costo de la máquina.

RECOMENDACIONES

- El proceso de soldadura TIG es el más recomendable para la fabricación de máquinas alimenticias ya que tiene una mayor penetración, brinda mayor resistencia y tiene buena apariencia visual.
- Es de suma importancia que las superficies giratorias se encuentren bien centradas y de ser el caso balanceadas.
- Considerar implementar un proceso de filtrado de agua residual y recirculación de agua para máquinas alimenticias que utilicen en gran cantidad este recurso.
- Se recomienda que el panel eléctrico se encuentre en un sitio seguro en donde no esté expuesto directamente a agua o salpicaduras.



GRACIAS..