



MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO TITULADO

“RHYDON”

Que presentan:

Lizeth Aide Ruiz Lopez.

Brenda Haydee Ramirez Espinoza

Valeria Lindemann Stoehr

Antonio Martinez Reyes.

Rogelio Vicencio Razo

Estudiantes de 5° semestre de las carreras de Ingeniería en Diseño industrial y en Energía de la Universidad Mondragón México, como parte del proceso de Evaluación del Proyecto Fin de Semestre.

El Marqués, Querétaro, julio de 2020.

Índice del contenido.

Índice	2
Resumen	3
1 Introducción	4
1.1 Objetivos del proyecto	4
1.2 Indicaciones del proyecto	4
1.3 Contenido del documento	4
2 Propuesta de trabajo	5
2.1 Ideación del proyecto	5
2.2 Aplicación de materias al proyecto	5
3 Diagnóstico y justificación	6
3.1 Identificación de la problemática a resolver	6
3.2 Justificación del proyecto	7
3.3 Restricciones y limitaciones	8
3.4 Justificación en el contexto del problema	8
3.5 Conclusiones de la investigación	8
3.6 Manual de usuario	8
4 Ideación y desarrollo conceptual	9
5 Memoria descriptiva	10
6 Plan de fabricación	11
7 Lista de piezas, materiales y herramientas	12
8 Planos	12
9 Cálculos técnicos	19
10 Presupuesto	24
11 Pruebas	25
12 Problemas encontrados y solución adoptada	25
13 Resultados y conclusiones	27
14 Valoración del proyecto	31
15 Anexos	33

Resumen.

Para este proyecto se decidió desarrollar un túnel con un riel transportador ajustable para poder colocar piezas de diversos tamaños, específicamente que sean planas, en donde a través de rociadores serán sometidas a un proceso de chorreado y en seguida pintadas, esto con el objetivo de hacer más eficiente el proceso de pintado. Este proyecto va enfocado a microempresas, empresas pequeñas y empresas medianas.

El principio de este proyecto ya existe en este ámbito, así que se realizará un rediseño que le dé un plus a nuestro proyecto y nos diferencie de la competencia en el mercado y a su vez sea 100% funcional para el usuario que se vea beneficiado por nuestro proyecto.

1. Introducción.

1.1. Objetivos del Proyecto

El objetivo de este proyecto es hacer más eficiente el proceso de recubrimiento externo de pintura de una pieza. El alcance del proyecto son las microempresas, empresas pequeñas y empresas medianas, para lograr que tengan una mayor eficiencia y puedan aumentar el tamaño de su producción.

El objetivo general del proyecto es rediseñar una máquina que permita hacer más eficiente el recubrimiento externo de pintura en tiempo y calidad, es pertinente ya que involucra un sistema mecánico de fluidos en el que se implementa vapor y pintura como el fluido principal para aplicar a las piezas; nuestro proyecto es alcanzable ya que conlleva una mejora en maquinaria parecida ya existente y se le da un valor agregado para el uso de microempresas dedicadas al diseño.

1.2. Indicadores de Éxito

Nuestros indicadores de éxito son medibles cuantitativamente ya que se hará más eficiente un proceso el cual involucra llevar un control de la cantidad de insumo requerida para recubrir una pieza (vapor y pintura), así como el tiempo del proceso en cada pieza y la presión correcta que se aplicará al fluido (vapor y pintura) para evitar derrames o un mal acabado en la pieza.

Nuestro dispositivo es más económico que los ya existentes en la industria.

Más adaptable a cualquier tipo de proceso (sólo en el segundo proceso, el primero siempre será de vapor)

Más práctico, ya que en dimensiones, es pequeño, y se hacen dos procesos en la misma máquina, el proceso de chorreado, que es con vapor, y el de recubrimiento a base de zinc (o el que el usuario decida).

1.3. Contenido del documento

- En esta memoria técnica se explicará cómo se desarrolló el proyecto a lo largo del semestre, con cada paso y descubrimiento que se vaya obteniendo para lograr el cumplimiento de nuestro objetivo, del mismo modo se irán haciendo investigaciones sobre nuestra competencia así

como datos técnicos y planos prefabricados, así como también los defectos que pudieran llegar a tener los ya existentes, y de esta manera, tener todas las herramientas para elaborar un diseño innovador y mejorado, también se irán desarrollando los cálculos así como también algunos bocetos, modelaciones 3d y renders del proyecto.

2. Propuesta de trabajo.

2.1. Ideación del proyecto

La propuesta que se obtuvo es una máquina que permita hacer el proceso de chorreado y de pintado en una misma máquina, la condición tecnológica que deberá cumplir es que se haga más eficiente el proceso, tomando en cuenta el tiempo requerido, los insumos, la calidad de acabado, la cantidad de producción, el espacio en la empresa y que sea automatizado en lo mayor posible, y que esto se pueda reflejar en la salud de los trabajadores de la microempresa que se exponen a la inhalación de químicos al elaborar tareas que incluyen el proceso.

2.2. Aplicación de materias al proyecto

Para la materia líder (mecánica de fluidos) los requisitos que se han implementado son utilizar los conocimientos compartidos en clase sobre la presión de un fluido, fórmulas para calcular el caudal, así como cálculos de bombas y tuberías, y aplicarlo en nuestro proyecto y poder hacer más eficiente el proceso y mantener los estándares de calidad y seguridad.

Para los resultados de aprendizaje de las materias asociadas se consideró lo siguiente:

Elasticidad y resistencia: aplicaremos los conceptos básicos de mecánica de materiales en nuestro proyecto para que sea favorable para los procesos industriales, también representaremos gráficamente los estados de esfuerzo de los sistemas del mismo.

Calidad, seguridad y medio ambiente: haremos los mapas de procesos, características del proceso y el manual de calidad y/o procedimientos para hacer la documentación del sistema de gestión de seguridad y calidad.

Tecnologías en electrónica avanzada: con nuestro conocimiento adquirido en clase seleccionaremos los sensores correctos y diseñaremos el circuito y el sistema para automatizar el proceso de transmisión de fluidos.

Automatización avanzada: integraremos sistemas electrónicos, mecánicos y de programación para automatizarlo y utilizaremos dispositivos de control y actuadores para el funcionamiento, así como complementar nuestra correcta selección de los sensores adecuados.

Conversión de la energía: realizaremos el análisis energético para justificar que es eficiente el proceso.

Ciclos de generación termofluídica: aplicaremos la fórmula para lograr rectificar la eficiencia del ciclo que se va a llevar a cabo en el proceso.

Metodología del diseño: usaremos el pensamiento sistemático para la solución de los problemas que se presenten a lo largo del desarrollo del proyecto, analizaremos la problemática, desarrollaremos una idea viable que la resuelva y se adapte al beneficiario (usuario).

Diseño y producto: desarrollaremos un diseño sustentable en el cual se considera el ciclo de vida de nuestro proyecto y se fundamenta la configuración del producto final en los principios de ergonomía y antropometría en México.

Diseño asistido por ordenador: se crearán renders del ensamblaje en funcionamiento y haremos el diseño avanzado de las piezas funcionales con configuración.

3. Diagnóstico y justificación.

3.1. Identificación de la problemática a resolver

La principal problemática detectada es la cantidad de recursos (vapor, tiempo, pintura, solventes, recubrimiento, dinero, etc.) utilizado en el proceso de chorreado y pintado de piezas; ya que en las pequeñas y medianas empresas no se cuenta con el capital necesario para adquirir una máquina industrial que haga más eficiente este proceso por lo que se ven obligados a hacerlo de la manera convencional y poco práctica, que además causa efectos dañinos a la salud de los empleados que se dedican a realizar este proceso de manera continua.

Es difícil precisar la cantidad de tiempo que se emplea en el proceso descrito anteriormente ya que influyen muchas variables como el tipo de herramienta, el tipo de fluido utilizado, la técnica o experiencia del trabajador, el tamaño de la pieza y la complejidad de la forma de la misma.

Podemos comparar la inversión económica con la adquisición de una máquina industrial para realizar este proceso con nuestro sistema, que se ajusta económicamente a las pequeñas y medianas empresas que requieren este proceso

en su producción, lo que les beneficiará dándoles resultados similares con una diferencia de inversión en el producto y los mismos impactos en la salud de los trabajadores que se dedican a esto.

3.2. Justificación del proyecto

Hoy en día la mayoría de las pequeñas y medianas empresas no cuentan con los recursos para adquirir una maquinaria de pintado más eficiente e industrializada por lo que recurren a obtener pistolas de pintura sin tener en cuenta que estas pueden llegar a ser dañinas a la salud por la inhalación de los gases emitidos por la pintura.

La lista de sustancias perjudiciales que se han venido empleando en las pinturas es larga, e incluye otros metales pesados, además del plomo, como el mercurio y el cadmio, compuestos como el tolueno, xileno o el estireno, y, por supuesto, cosas tan problemáticas como resinas epoxi, resinas de melamina, formaldehído, hidrocarburos alifáticos, cetonas, glicoles, fungicidas, etc.



Imagen 1.0 pistola de pintura

La exposición a pinturas puede estar acompañadas de diversos problemas de salud. En gran parte derivan de la inhalación de los vapores que desprende la pintura. Aunque también pueden provocarse debido a la ingestión accidental o la absorción a través de la piel.

Algunas sustancias causan irritaciones, pero otras pueden ocasionar graves daños en la salud con carácter crónico como alergias e incluso puede derivar en efectos cancerígenos.

Las afecciones más comunes son: Irritación ocular, somnolencia, vértigo, malestar, dolor de cabeza y vómitos. A nivel de absorción por la piel puede ocasionar dermatitis y úlceras en la piel. También puede causar por inhalación asma bronquial y otras alteraciones respiratorias. Por último, destacar problemas relacionados con alteraciones nerviosas, problemas renales y hepáticos o neoplasias.

3.3. Restricciones y Limitaciones

Para este proyecto nuestra limitante más importante es, que debido a la pandemia, no podremos llevar este proyecto de manera física, por lo que a lo largo del proyecto únicamente se realizarán bocetos, modelos 3D, renders, etc. del mismo modo este semestre no contaremos con un beneficiario real por lo que será sustituido por uno ideal.

En el caso de las restricciones tenemos como primer punto que el proyecto se enfocará para ser implementado por pequeñas y medianas empresas como lo son talleres de diseño, carpinterías, etc.

Como segunda restricción, tenemos que el prototipo sólo podrá pintar piezas de tamaños específicos.

3.4. Justificación en el contexto del problema.

Ayudaremos a las pequeñas y medianas empresas, ya que estas no cuentan con los recursos necesarios para adquirir un producto de esta gama e índole rediseñando un prototipo de una máquina recubridora de pintura más económica que las existentes en el mercado, de tal manera que les resulte accesible, además de que se tiene como objetivo hacer más eficiente el proceso de recubrimiento externo de pintura.

3.5. Conclusiones de la investigación

Debido a que nuestro beneficiario es ideal y analizando los datos recopilados, llegamos a la conclusión de que se debe desarrollar un producto que sea económico y que reduzca o elimine los riesgos para la salud causados por la inhalación u/o el contacto con estas sustancias para que pueda ser implementado por las pequeñas empresas, donde por lo general según nuestras investigaciones no se tiene el hábito o educación de utilizar máscaras o algún otra medida de seguridad, y que además eficiente sus procesos y proporcione la calidad del acabado deseado en las piezas.

3.6. Definición de usuario meta y producto (manual de usuario)

Rhydon va dirigido a PyMes en México (es decir empresas que se caracterizan por ir desde un trabajador hasta diez trabajadores. Por lo general suelen ser negocios familiares). Rhydon ofrece un servicio de optimización en el proceso de recubrimiento de pintura para piezas con rango estándar definido. Por lo cual es una

gran herramienta pensada para ofrecer sus beneficios a diferentes tipos de talleres que empleen un recubrimiento a sus elementos. Como pueden ser talleres de hojalatería, industriales, artesanales y de arte.

Entre las necesidades de estos talleres encontramos reforzar la seguridad del personal encargado del recubrimiento de piezas, menor desperdicio de pinturas y esmaltes y aumentar la producción.

A diferencia de los productos existentes en el mercado que son máquinas sofisticadas, tienen mayor variedad, experiencia en el mercado y una mejor comercialización, Rhydon ofrece un mejor acabado de la pintura aplicada sobre la pieza, como también un ahorro aproximado de un 25% en el tiempo dedicado a dicho proceso, al igual que ahorro en la cantidad de pintura utilizada, seguridad para el usuario y ergonomía. Es intuitivo, amigable con el usuario, y todo esto a un bajo costo.

Normas aplicables:

- ISO 9001:2000 que señala los requisitos de un sistema de gestión de la calidad certificable.
- ISO 9000:2000 que se refiere a los fundamentos y el vocabulario.
- ISO 9004:2000 que se ocupa de las directrices para la mejora del desempeño.

4. Ideación y desarrollo

- Nuestro proyecto está enfocado a microempresas, donde se llevan a cabo procesos de recubrimiento de cualquier índole de piezas con estándares definidos. Talleres de diseño industrial, carpintería, manualidades, decoración de interiores o cualquier tipo de organización o grupo que lleve a cabo recubrimientos de piezas en un rango de dimensiones que van desde 10 cm x 10 cm x 10 cm hasta 1.5m x 1.5m x 1.5 m, forman parte de MIPYMES a las cuales nuestro proyecto servirá como herramienta.
- Nuestras conclusiones dado el diagnóstico obtenido, es que debemos llevar este proyecto a que sea un apoyo como herramienta para dichos talleres para hacer más eficiente el recubrimiento de piezas, el manejo de los solventes, la disminución de riesgo a intoxicación del usuario, una buena experiencia y una optimización del tiempo.

- A. Sin embargo, debemos llevar a cabo un diseño pensado a un estándar de dimensiones de piezas, ya que no es en lo posible recubrir grandes masas que superen el volumen especificado.
- B. Se debe considerar el sistema de salida o aspersión del recubrimiento, es decir, tener en cuenta y diseñar nuestro producto con diferentes configuraciones para distintos tipos de recubrimientos y componentes del mismo. Por ejemplo, recubrimientos de uno o dos o hasta tres componentes. Entre ellos laca, esmalte, pintura acrílica, pintura textil o pintura de oleo.
- C. El éxito del proyecto se ve reflejado en un estándar de 15 min ahorrado en tiempo, sobre el proceso completo de una pieza. Se disminuye un 30% de contacto directo con el usuario.

5. Memoria descriptiva.

Nuestro proyecto es hacer un rediseño de una máquina recubridora de piezas, puede ser de solventes o pintura, que funcione con sensores de presencia para que sea más eficiente su aspersión y pueda utilizar menos líquido con el que se vaya a recubrir, lo que asegurará un mejor acabado con menor tiempo.

Se tuvo la idea de un túnel, el cual tenga los aspersores en su interior y que las piezas vayan pasando por un riel transportador, también en su interior tendrá unos sensores de presencia y así los aspersores puedan hacer su función con más eficiencia y exactitud.

El diseño exterior será con una parte de vidrio para que el usuario pueda verificar cómo van quedando las piezas, las demás partes serán de metal anticorrosivo para que, si se va a hacer un tratamiento a las piezas con un solvente, no dañe la máquina.

Para transportar el líquido con el cual se hará el tratamiento a las piezas, implementaremos un sistema con mangueras y una bomba para que haga el trabajo del flujo del líquido, y para la parte del chorreado, que se ocupa vapor, se utilizarán mangueras que irán conectadas a una caldera donde se generará el vapor a utilizar.

Lo haremos automático, para que el usuario solo tenga que preocuparse de prenderlo y escoger que tipo de trabajo quiere que haga la máquina, así toda la producción sea más productiva ya que no tiene que haber personal teniendo contacto con los solventes a utilizar, para eso colocaremos un panel de control afuera de la carcasa.

Para funcionar, primero se introducirá la modelación en 3D previamente realizada en un programa CAD o escanear la pieza a recubrir y se guardará en un archivo para importarlo en la máquina. Se introduce el líquido para recubrir en la alimentación del sistema de aspersión, se coloca las piezas por el riel transportador para que pase por el área de trabajo y quede en el origen de acuerdo con el archivo importado. El usuario tendrá que verificar antes de encender la máquina que el sistema de aspersión esté libre de obstrucción, solo para que la máquina no sufra ningún tipo de daño, y después de verificar, cerrará la máquina y la encenderá escogiendo en el panel de control, que tipo de tratamiento quiere.

Desarrollamos toda esta estructura de funcionamiento para que sea más eficiente y ayude a mejorar la producción de la microempresa y los materiales los escogimos por sus propiedades para que su vida útil sea lo más larga posible.

6. Plan de fabricación.

En la parte interna de la máquina hay un sistema de aspersión que consta de 6 boquillas de acero inoxidable con recubrimiento cerámico y cada una de ellas cuenta con una instalación de 3 tubos de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y 2 codos de $\frac{3}{4}$ ", lo cual es conectado a un compresor de aire.

El sistema cuenta también con un sistema de riel transportador hecho de metal anticorrosivo para que no se dañe durante los procesos que se van a llevar a cabo y un motor para su movimiento.

Cuenta con un sistema operativo de modelado 3D para el reconocimiento de la pieza, y 4 sensores de movimiento para que se detecte cuando la pieza llegue al lugar de recubrimiento.

Para la carcasa se utilizó una lámina de grosor de 1 cm, la cual fue sometida anteriormente a un proceso de doblado de 180 grados para obtener la forma deseada y así poder ser fijada a su base con pernos de 10 cm de longitud y $\frac{1}{4}$ " de diámetro y apretados con un taladro utilizando un dado hexagonal.

A los costados de la carcasa se encuentran una especie de ventanas cuadradas de vidrio para poder tener una visualización del proceso.

7. Lista de piezas, materiales y herramientas.

1. Kit de cadenas
2. 12 ganchos
3. 4 sensores infrarrojos con time dilek
4. Acero inoxidable (2 x 3 m)(x 3)
5. 4 aspersores
6. 2 compresores
7. Vidrio (60 x 120 cm)
8. Caldera
9. Manguera (20 m)
10. 3 tubos $\frac{1}{2}$ "
11. 2 codos $\frac{3}{4}$ "
12. 80 pernos 10 cm de longitud y $\frac{1}{4}$ "
13. Taladro de dado hexagonal
14. Sistema de coordenadas
15. Escáner 3D
16. Panel de control
17. Mesa de trabajo
18. Programa CAD (mensual)

8. Planos.

Prototipos iniciales:

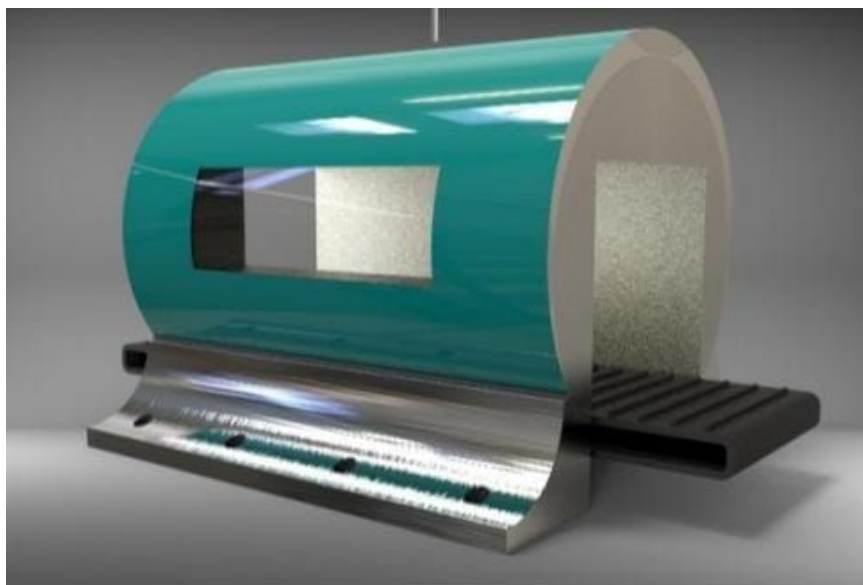


Imagen 1.1 máquina Rhydon

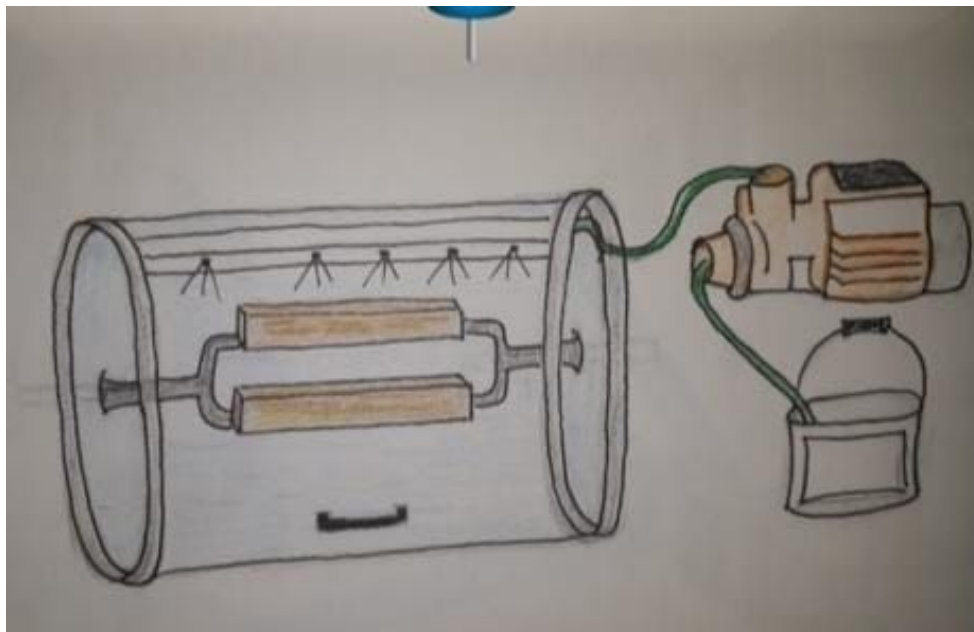


Imagen 1.2 dispositivo de aspersión

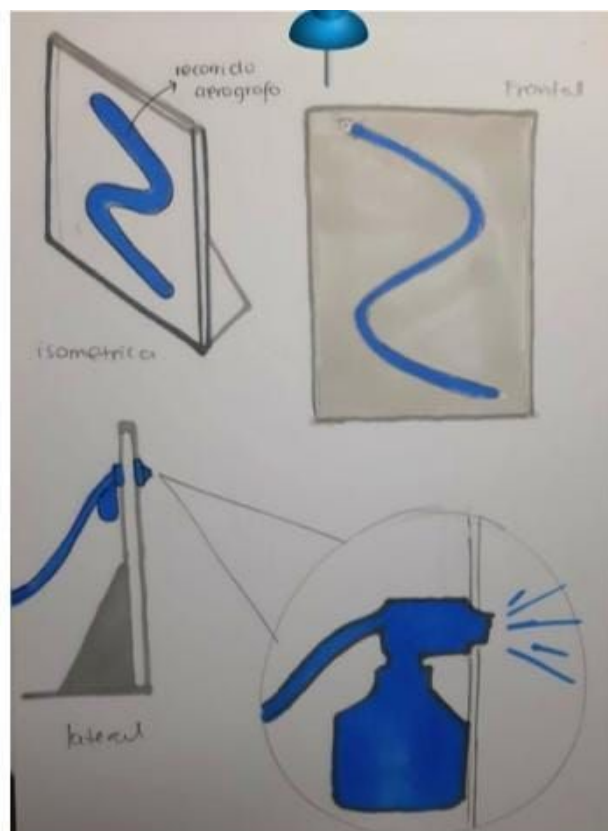


Imagen 1.3 dispositivo de aspersión #2

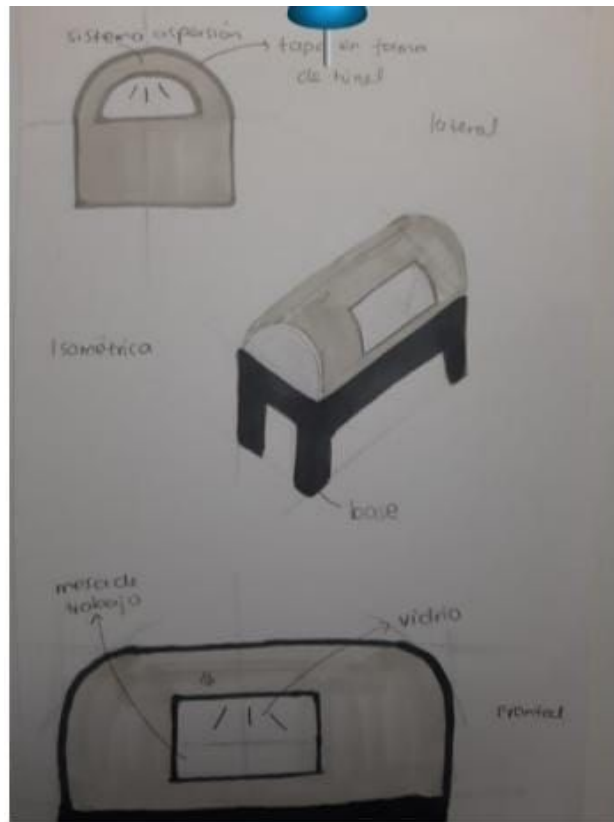


Imagen 1.4 prototipo Rhydon

Prototipo final:

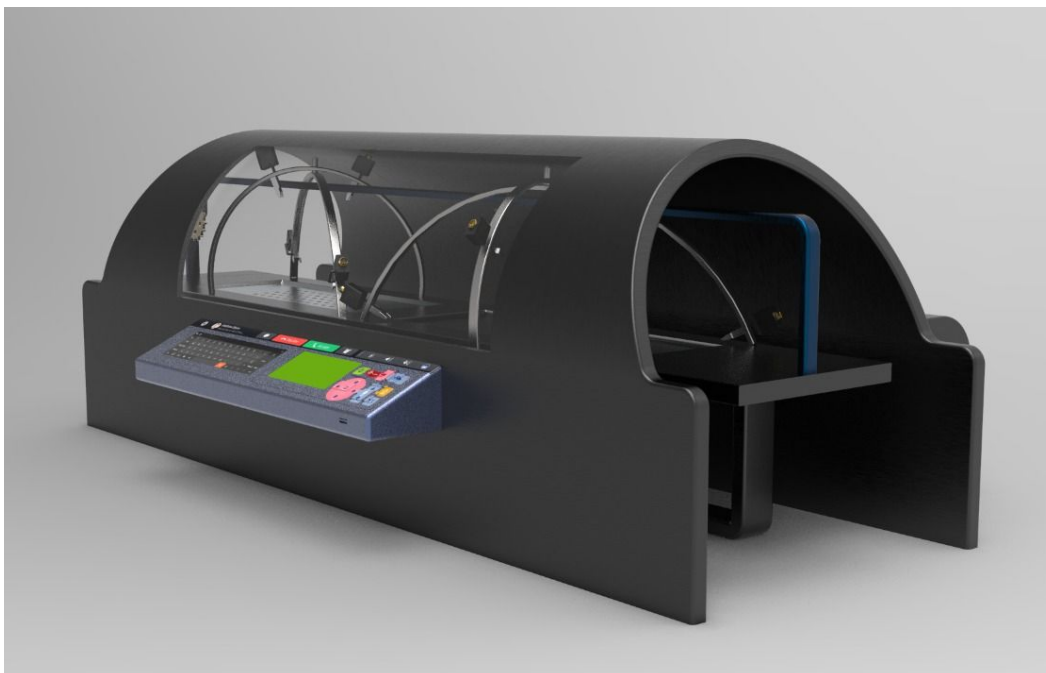


Imagen 1.5 prototipo Rhydon final

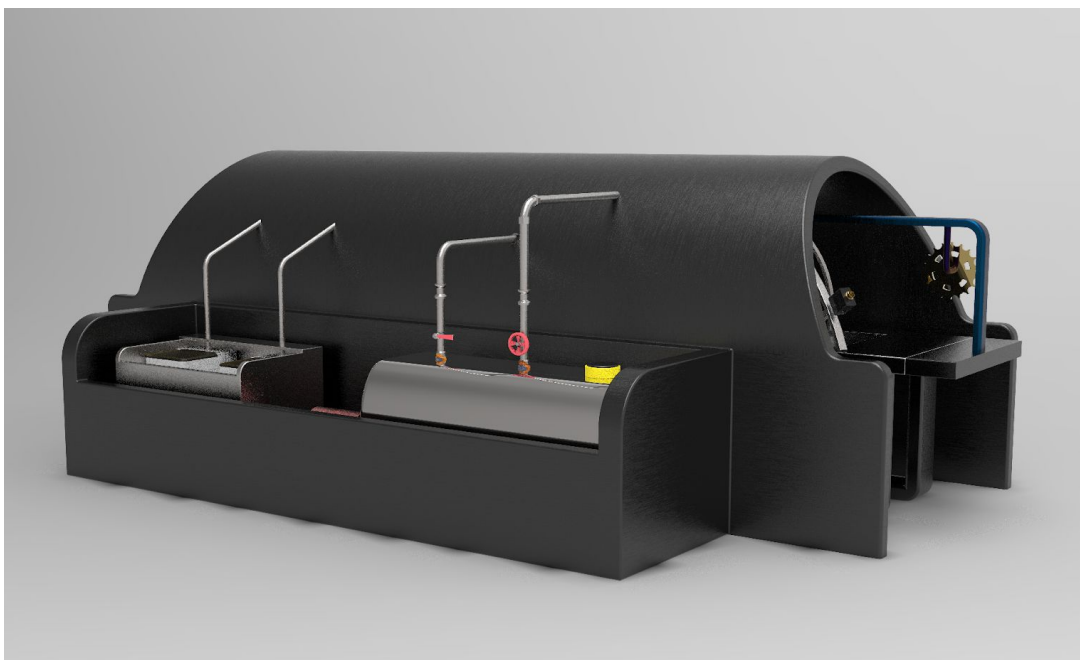


Imagen 1.6 prototipo Rhydon final

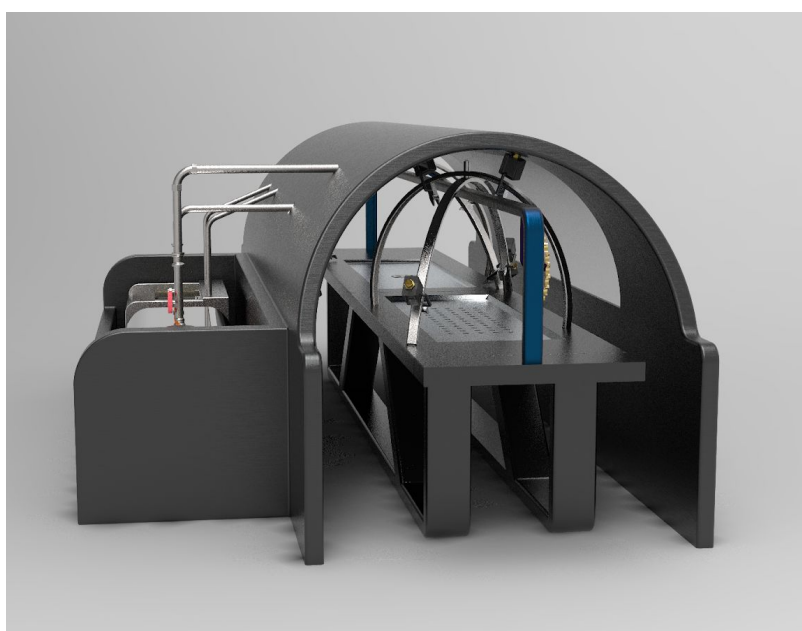


Imagen 1.7 prototipo Rhydon final

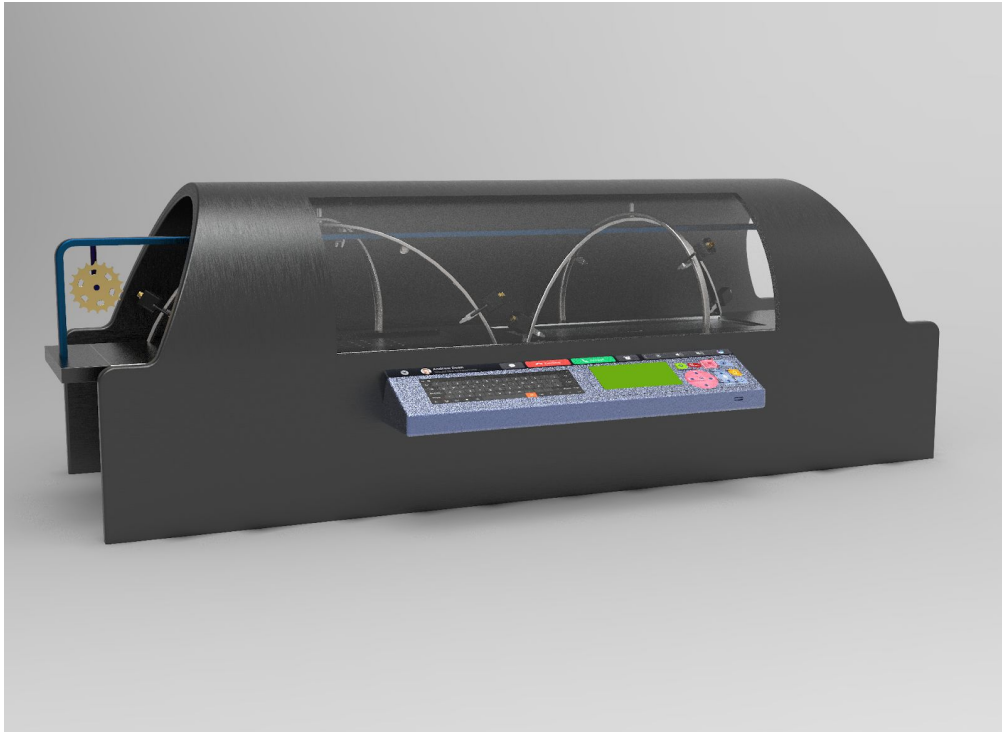


Imagen 1.8 prototipo Rhydon final



Imagen 1.9 prototipo Rhydon final

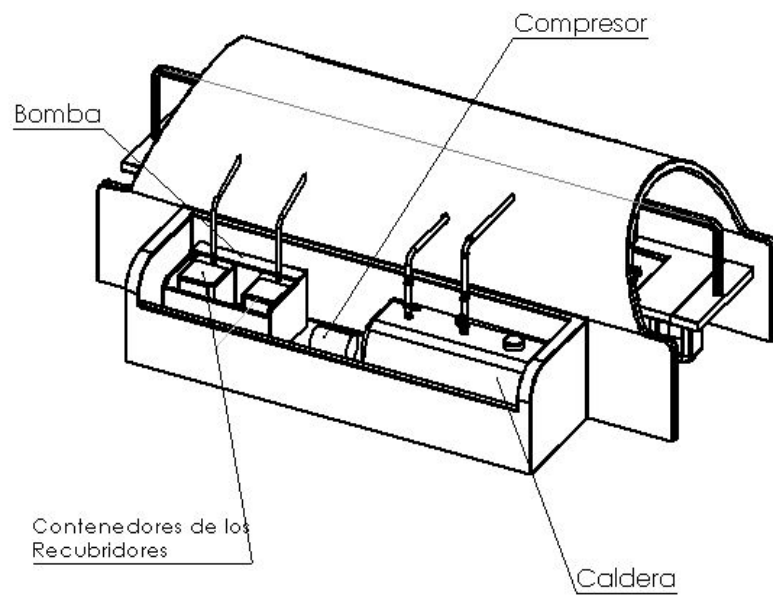


Imagen 2.0 plano Rhydon final

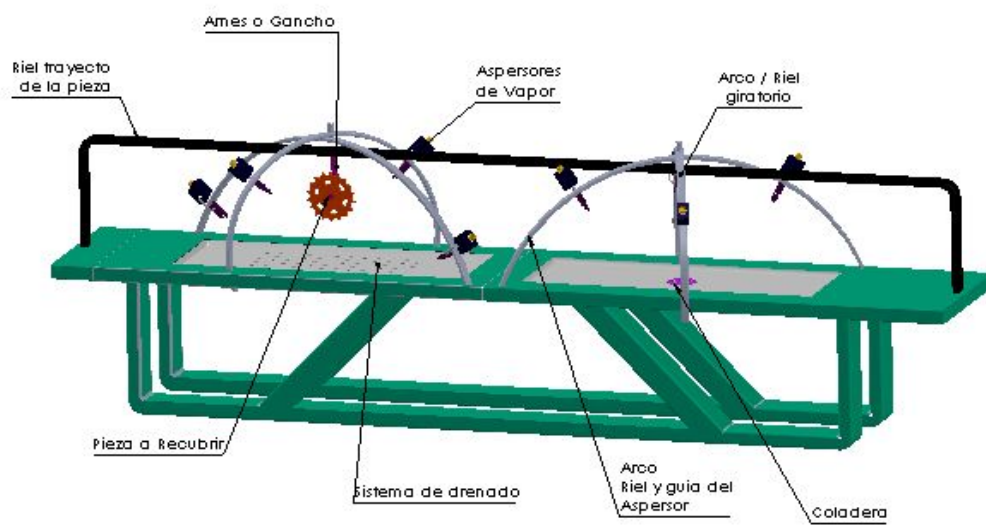


Imagen 2.1 plano Rhydon final

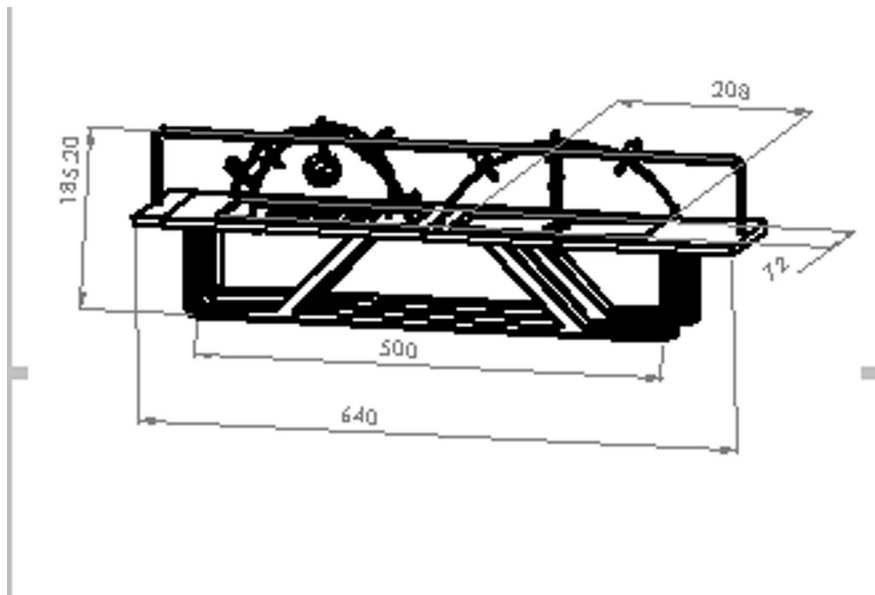


Imagen 2.2 plano Rhydon final

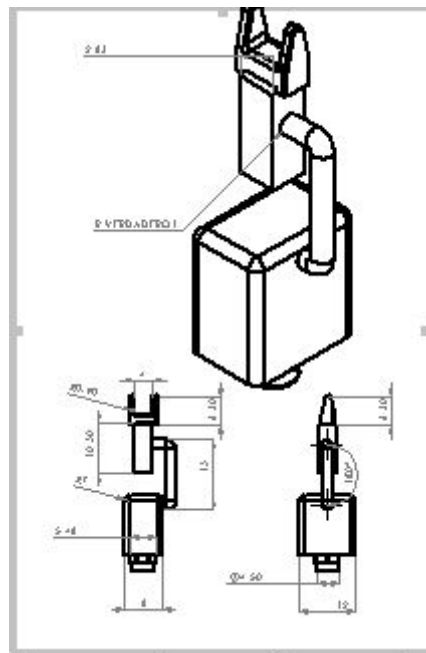


Imagen 2.3 plano Rhydon final



Imagen 2.4 sensor infrarrojo

9. Cálculos técnicos.

COMPRESOR DE AIRE PORTÁTIL DE 8 GALONES

Potencia del compresor= 135 psi = 930,792 pascales

Ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2$$

Densidad de líquido anticorrosivo= 1110 kg/m³

$P_1 = 930,792 \text{ Pa}$ $P_2 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ $\rho = 1110 \text{ kg/m}^3$ $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
 $h_1 = 0.5 \text{ m}$ $h_2 = 1.5 \text{ m}$ $V_1 = 3 \text{ m/s}$ (velocidad que sale del compresor)

La presión₁ y el volumen₁ lo obtuvimos de la ficha técnica del compresor

$V_2 = ?$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2$$

$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2$ se elimina lo que está subrayado

$$P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2 - \rho g h_1$$

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g (h_2 - h_1)$$

$$V_2 = \sqrt{((P_1 - P_2 - \rho g (h_2 - h_1)) / \frac{1}{2} \rho)}$$

$$V_2 = \sqrt{((930,792 \text{ Pa} - 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} - 1110 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 (1.5 - 0.5)) / \frac{1}{2} \cdot 1110 \text{ kg/m}^3)}$$

$$V_2 = \sqrt{((930,792 \text{ Pa} - 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} - 1110 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 (1)) / 555 \text{ kg/m}^3)}$$

$$V_2 = \sqrt{((930,792 \text{ Pa} - 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} - 10,889.1 (1)) / 555 \text{ kg/m}^3)}$$

$$V_2 = \sqrt{((930,792 \text{ Pa} - 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} - 10,889.1) / 555 \text{ kg/m}^3)}$$

$$V_2 = \sqrt{(818,602.9) / 555 \text{ kg/m}^3)}$$

$$V_2 = \sqrt{1,474.96}$$

$$V_2 = 38.40 \text{ m/s}$$

Es la velocidad que saldrá el líquido al hacer la aspersión en el proceso de anodizado

Caudal:

$$Q = A \cdot V$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal} \quad A = \text{Área} \quad V = \text{velocidad}$$

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0.06 \text{ cm}^2 = 0.0113 \text{ cm}^2 = 1.13 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$V = 3 \text{ m/s}$$

$$Q = (1.13 \times 10^{-8} \text{ m}^2) (3 \text{ m/s})$$

$$Q = 3.39 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

Ley de Hooke:

$$\sigma = (\epsilon)(E)$$

$$\epsilon = \sigma/E$$

$$\sigma_{\text{coladera}} = (0.0454 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) \quad \sigma_{\text{coladera}} = 0.44492 \text{ N} \quad w = 45.4 \text{ g}$$

$$\epsilon = 0.44492 \text{ N} / 210000000 \text{ Pa} = 0.0000000021186$$

$$\sigma_{\text{piñon}} = (0.08 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) \quad \sigma_{\text{piñon}} = 0.784 \text{ N} \quad w = 80 \text{ g}$$

$$\epsilon = 0.784 \text{ N} / 210000000 \text{ Pa} = 0.000000003733$$

Handwritten calculations on graph paper:

$$E_{\text{alero}} = 210000 \text{ MPa}$$
$$F = m \cdot a = m \cdot g$$
$$\sigma = \epsilon \cdot E \quad \therefore \epsilon = \frac{\sigma}{E}$$
$$\sigma_{\text{coladera}} = (0.0454 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) \quad w = 45.4 \text{ gr}$$
$$\sigma_{\text{coladera}} = 0.44492 \text{ N}$$
$$\epsilon = \frac{0.44492 \text{ N}}{210 \times 10^6 \text{ Pa}} = 2.1186 \times 10^{-9}$$
$$\sigma_{\text{piñon}} = (0.08 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) \quad w = 80 \text{ gr}$$
$$\sigma_{\text{piñon}} = 0.784 \text{ N}$$
$$\epsilon = \frac{0.784 \text{ N}}{210 \times 10^6 \text{ Pa}} = 3.7333 \times 10^{-9}$$

Imagen 2.5 cálculos Ley de Hooke

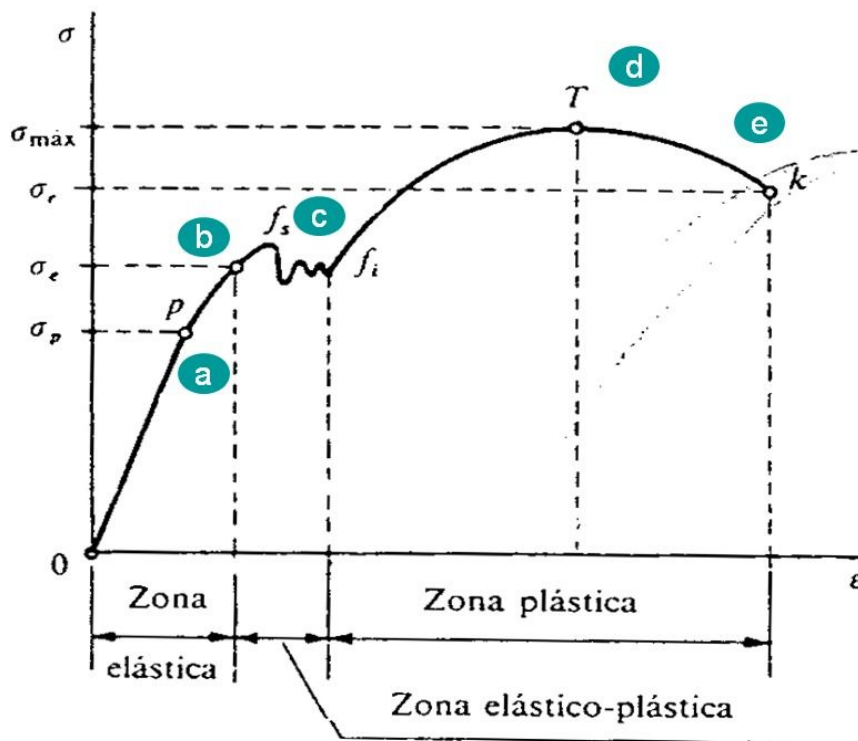


Imagen 2.6 Ley de Hooke

Análisis energético:

Energía calorífica de la caldera

$Q = mC_p(T_2 - T_1)$ energía que necesita para elevar su temperatura

$Q = mC_l(T_2 - T_1)$ energía que necesita para hacer vapor

m =masa C_p =calor específico C_l =Calor latente de evaporación

T =temperatura

$m=3\text{kg}$ $C_p=388 \text{ (J K}^{-1} \text{ kg}^{-1})$ $C_l=1748 \text{ (J g}^{-1})$

$T_1=25^\circ\text{C}=298.15\text{K}$ $T_2=100^\circ\text{C}=373.15$

$Q = mC_p(T_2 - T_1)$

$$Q=(3\text{kg})(388 \text{ (J K}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{)})(373.15\text{k} - 298.15\text{k})$$

$$Q=87,300\text{j}$$

$$Q=mC_l(T_2-T_1)$$

$$Q=(3\text{kg})(1748 \text{ (J g}^{-1} \text{)})(373.15\text{k} - 298.15\text{k})$$

$$Q=393,300\text{J}$$

$$\text{Energía total de la caldera} = 87,300\text{J} + 393,300\text{J} = 480,600\text{j}$$

La fórmula de análisis energético es:

$$E_{\text{inicial}} + E_{\text{entrada}} - E_{\text{salida}} = E_{\text{final}}$$

Esta fórmula es para ciclos cerrados en la que la energía no se pierde en la atmósfera. Nuestro proyecto no es de ciclo cerrado ya que el calor del vapor para hacer el proceso de chorreado se pierde en la atmósfera

Con estos cálculos podemos dar a conocer la entrada energética en la parte del chorreado y podemos ver que el proceso es eficiente ya que no se requiere mucho combustible

En condiciones normales (0° C y 1 atmósfera de presión) al quemar un metro cúbico de gas, se produce una reacción exotérmica que genera unos 41400 J de energía

Ese mismo metro cúbico pesaría alrededor de 0,70 kg (un metro cúbico de aire pesa 1,29 kg, para que puedas comparar).

$$480,600\text{J}/41400\text{J} = 11.60$$

Se necesitaría 11.60 metro cúbicos de gas natural para evaporar el líquido para hacer el tratamiento.

Proponemos utilizar gas natural para la caldera ya que es el combustible que contamina menos.

10. Presupuesto.

10.1 Lista de materiales con su costo

No.	Material	Cantidad	Precio	Total
1	kit de cadenas para rieles	1	\$2,000	\$2,000
2	ganchos	12	\$396	\$4,752
3	sensores infrarrojos con time dilek	4	\$400	\$1,600
4	acero inoxidable para la carcasa de la máquina	2m x 3m	\$3,615	\$10,845
5	aspersores	4	\$599	\$2,396
6	compresor	2	\$4,349	\$8,698
7	vidrio	60cm x120cm	\$1,330	\$1,330
8	caldera	1	\$10,000	\$10,000
9	mangueras	20m	\$1,119	\$1,119
10	tubos de ½"	3	\$125	\$375
11	codos de ¾"	2	\$90	\$180
12	pernos de 10 cm longitud y ¼" de diámetro	80	\$20	\$1,600
13	taladro de dado hexagonal	1	\$1,999	\$1,999
14	sistema de coordenadas	1	\$2,000	\$2,000
15	escáner 3D	1	\$1,759	\$1,759
16	panel de control	1	\$4,100	\$4,100

17	mesa de trabajo	1	\$1,000	\$1,000
18	programa CAD	1	\$500 (mensual)	\$500 (mensual)

Total: \$55,753

Total (tomando en cuenta la membresía CAD): \$56,253

11. Pruebas.

Como nuestro proceso de PFS fue de forma digital, no pudimos hacer ningún prototipo físico, tuvimos que hacer todo de forma digital, y esto nos dificultó mucho poder hacer pruebas. Pero lo complementamos con simulaciones y renders para poder ver cuál sería el funcionamiento y si iba a funcionar el acomodo de todas las piezas (que no chocaran, etc.), nos vimos en algunos problemas ya que como se cambió la banda por un riel que va arriba junto con los rieles de los aspersores, tuvimos algunas complicaciones con el diseño para que estos dos no chocaran.

La última simulación que se hizo, ya salió bien, ninguna pieza choca con ninguna otra y podemos observar que el acomodo de las piezas va a tener un funcionamiento correcto, y los procesos se van a llevar a cabo como nosotros teníamos pensado.

12. Problemas encontrados y solución adoptada.

El primer problema que tuvimos en nuestro periodo PFS, fue que nadie se ponía de acuerdo sobre que hacer, cada quien tenía ideas muy distintas para hacer como proyecto y cuando “decidimos” cuál era la mejor alternativa como proyecto, hubieron descontentos, pero al final se logró llegar a un acuerdo.

Ya que teníamos la idea final, surgieron algunos problemas de comunicación, por lo que fue un poco difícil llegar a un acuerdo sobre el diseño exacto del dispositivo, por lo que nos atrasamos mucho en los entregables finales.

Cada que llegábamos a un acuerdo sobre el diseño o el proceso que iba a realizar nuestro dispositivo, nos dábamos cuenta que habían errores que hacía que no se pudiera hacer de ese modo o el proceso que queríamos.

Después de hacer algo de investigación, cada quien por su parte, nos reunimos por zoom para que cada quien pudiera platicar sobre su idea y después votar por cual

era la mejor o más viable, así fué como se llegó al acuerdo de que se iban a hacer dos procesos en la misma máquina, el de chorreado y el de pintura, y que además, se iba a cambiar la idea de la banda transportadora por un riel transportador para que las piezas que se fueran a someter a este proceso fueran planas y metálicas (coladeras, estrellas de bicicleta, etc.) y así se cubriera la pieza al 100% y no quedará ni una capa sin pintar.

Después de la primera presentación de avances, donde se presentó un render del prototipo, nos dimos cuenta que cada quien se quedó con una idea un poco distinta, unos se quedaron con la idea de que se seguiría haciendo el proceso con una banda transportadora y otros se quedaron con la idea de que se utilizaría un riel con ganchos para colgar la pieza. Después de volverlo a platicar, se llegó al acuerdo de que iba a funcionar con un riel y ganchos para colgar las piezas y se hizo el nuevo prototipo digital (el actual).

El principal problema con el que nos encontramos durante nuestra investigación, fue el presupuesto, ya que las máquinas de pintura industriales que existen en la actualidad son muy caras, a parte de que son grandes y un poco estorbosas y solo hacen un proceso (el de pintura).

Nos encontramos con problemas de diseño, ya que necesitábamos lograr poner los dos procesos dentro de la máquina (chorreado y pintura), pero sin que fuera estorbosa y sin que se dañen los dispositivos que van dentro de ella. Además de que nos vimos en problemas cuando descubrimos que el diseño que ya teníamos no era tan eficiente ya que la pieza iba a quedar con una cara sin pintar, entonces, tuvimos que cambiar el sistema de banda transportadora a un riel transportador, y que en lugar de pasar por abajo y los aspersores estuvieran en la parte de arriba, el riel pasará igual por arriba con la pieza colgando (piezas planas), y por ello, nos vimos obligados a cambiar casi completamente el diseño de toda la máquina y de ponerle estándares de tamaño y forma para las piezas que se sometían a estos procesos.

No habíamos contemplado que para el proceso de chorreado tendríamos que crear el vapor por medio de nuestra máquina, así que nos vimos obligados a hacer investigación para ver cual era el proceso más eficiente para obtener ese vapor, así que nos vimos obligados a implementar una caldera a nuestra máquina.

Ya que teníamos el diseño correcto, nos vimos en la situación de descubrir cuáles eran los sensores más adecuados para lograr que nuestra máquina fuera automatizada y detectara cuando la pieza llega a su lugar y así comenzar el proceso. Por medio de las asesorías y la investigación que realizamos, caímos en la conclusión de que los sensores más adecuados a usar eran los infrarrojos, porque son fáciles de utilizar, por sus propiedades de resistencia y su efectividad.

Cuando empezamos a hacer simulaciones con el render, nos dimos cuenta de que los rieles de los aspersores chocaban con el riel de las piezas, así que concluimos que los rieles donde van los aspersores debían de tener una posición en cierto ángulo para que no chocaran con el riel donde van las piezas.

13. Resultados y conclusiones.

Resultados:



Imagen 2.7 prototipo final, lado de caldera y depósito de pintura

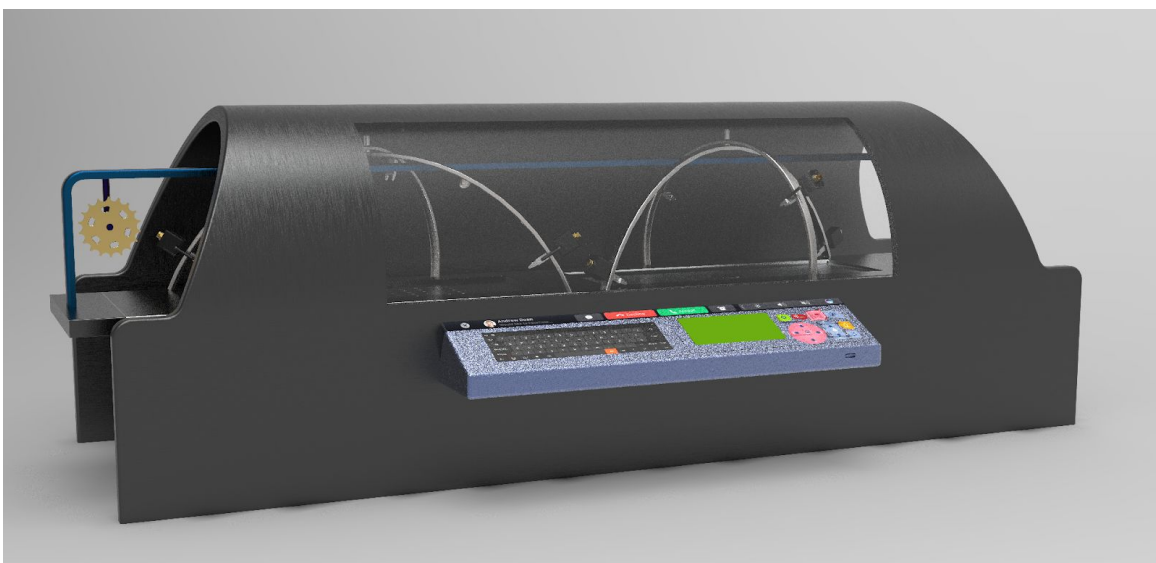


Imagen 2.8 prototipo final, lado de panel de control

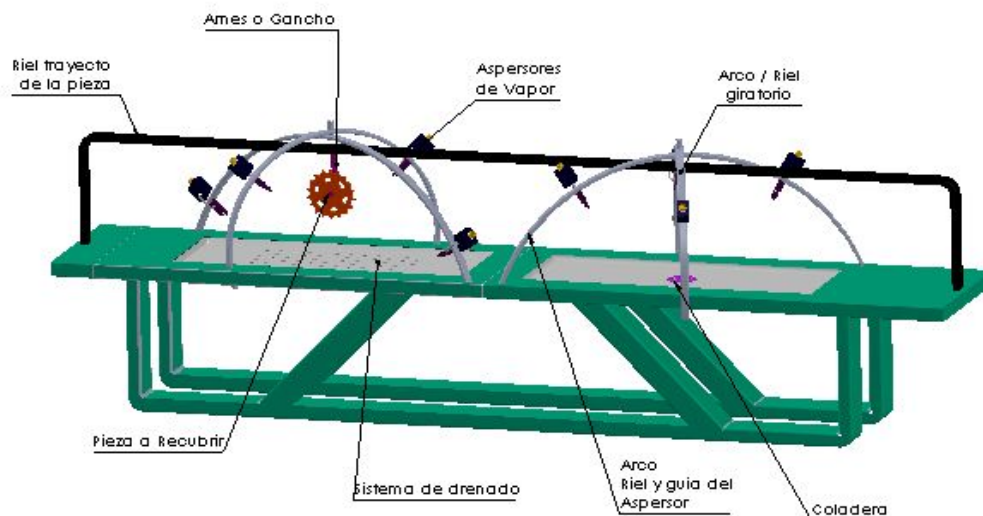


Imagen 2.9 prototipo final, interior

Como resultado, obtuvimos una máquina que realiza 2 procesos al mismo tiempo. El primer proceso que realiza, es el chorreado, que es un proceso de limpieza para piezas metálicas (se hace para coladeras, estrellas para bicicleta, etc.), este proceso se realiza por medio de vapor. El segundo proceso que realiza, es el proceso de pintado o recubrimiento de las piezas, es donde se va a colocar el recubrimiento a las piezas, ya sea un anodizado, pintura, recubrimiento anticorrosivo, etc; en esta parte, se puede elegir el proceso que se desee realizar, de acuerdo a lo que el usuario necesite.

Además tenemos un sistema de riel y ganchos para poder transportar las piezas (planas y metálicas), dentro de la máquina para que se lleven a cabo estos procesos.

Se implementaron 4 sensores de presencia infrarrojos con time dilek, para que la máquina detecte cuando la pieza está en el lugar adecuado para que empiece el proceso, ya sea el de chorreado o el de recubrimiento.

Se va a utilizar una caldera para, de ahí, obtener el vapor que se va a utilizar en el proceso de chorreado; y unos dispensadores de pintura o recubrimiento, donde se va a colocar el recubrimiento que se desee utilizar en ese proceso.

Conclusiones:

Proyecto viable: consideramos nuestro proyecto como viable, ya que el diseño es ergonómico, además de que vamos a ahorrar 10 minutos del tiempo total comparado con las máquinas que se comercializan hoy en día.

Además, se disminuye en un 30% el contacto a sustancias peligrosas o dañinas que tiene el usuario durante el proceso, lo que lo hace más seguro y disminuye en una gran cantidad el riesgo o problemas de salud a corto y largo plazo.

Tiene una correcta función en ambos procesos de la máquina, tanto en el chorreado como en el recubrimiento que se desee hacer.

Se logra tener la misma calidad en el acabado de las piezas que se sometan a estos procesos, comparándolo con la calidad de las máquinas que ya se comercializan actualmente. El chorreado hace que se obtenga un acabado mucho mejor, ya que se tiene una buena limpieza de la pieza, lo que hace más fácil obtener un buen acabado en el proceso de recubrimiento.

Los procesos que se llevan a cabo son, al 70%, automatizados; 70% ya que el gancho se tiene que acomodar manualmente al inicio del proceso de chorreado, al igual que se tiene que retirar al terminar el proceso de recubrimiento.

Se tiene una fácil interacción entre usuario y máquina, ya que, prácticamente, la máquina hace los procesos por sí sola y el usuario no tiene que intervenir durante estos procesos.

Es intuitivo y ergonómico para el usuario.

Deseabilidad de la máquina:

Se dice “deseabilidad de la máquina” ya que, se cree, que va a tener una gran demanda en el mercado.

Se está considerando tener una gran demanda por cuestiones de la viabilidad que esta tiene y los indicadores de éxito que son: correcta función, buena calidad, automatización de los procesos, fácil interacción, que es intuitivo y ergonómico.

Eficiencia en ambos procesos:

e considera una eficiencia en cuanto a tiempo de un ahorro de 10 minutos durante los procesos, ya que, a diferencia de los dispositivos que ya se comercializan actualmente, nuestra máquina realiza 2 procesos en la misma, el proceso de chorreado (limpieza con vapor) y el proceso de recubrimiento (que se diseñó para que este proceso sea el que al usuario le convenga, pero nosotros lo enfocamos más hacia un proceso de recubrimiento con base de zinc).

Además, igual se considera que el tener una disminución del 30% en el contacto (usuario - fluidos) como una eficiencia extra en el proceso.

Disminuye el impacto negativo en la salud del usuario:

Exposición a sustancias:

La exposición a pinturas puede estar acompañadas de diversos problemas de salud. En gran parte derivan de la inhalación de los vapores que desprende la pintura. Aunque también pueden provocarse debido a la ingestión accidental o la absorción a través de la piel.

¿Qué consecuencias tiene este contacto?

Algunas sustancias causan irritaciones, pero otras pueden ocasionar graves daños en la salud con carácter crónico como alergias e incluso puede derivar en efectos cancerígenos.

Las afecciones más comunes son: Irritación ocular, somnolencia, vértigo, malestar, dolor de cabeza y vómitos.

A nivel de absorción por la piel puede ocasionar dermatitis y úlceras en la piel. También puede causar por inhalación asma bronquial y otras alteraciones respiratorias.

Por último, destacar problemas relacionados con alteraciones nerviosas, problemas renales y hepáticos o neoplasias.

¿Cómo lo resolvemos?

Al hacer automatizados los procesos que se llevan a cabo, se disminuye significativamente el contacto que el usuario tiene con los fluidos que se utilizan.

Nosotros, disminuimos ese contacto en un 30%, lo que hace un cambio significativo en los daños que este contacto pueden tener, a largo y corto plazo.

Fácil colocación de piezas:

El proceso que se lleva a cabo al colocar las piezas en los ganchos, es bastante fácil, está diseñado para que cualquier persona lo pueda realizar con facilidad.

Lo único que hay que hacer es, agarrar la pieza que se desee someter a estos procesos, que como fue mencionado antes, deben de ser de forma plana y de

preferencia de metal, y en uno de los agujeros que esta tenga, encajarla en los ganchos que lleva el riel transportador.

Al finalizar los procesos, el procedimiento es prácticamente igual, solo se tiene que tomar la pieza del gancho, desencajarla, y listo! procedimiento terminado.

Así de sencillo es el proceso de colocación y de retiro de las piezas; y es el único contacto que el usuario va a tener con estas piezas y los procesos.

14. Valoración del proyecto.

Valeria Lindemann Stoehr:

Lo que más me gustó es que personalmente me ayudó a aprender a manejar el estrés y que cada día aprendía algo nuevo de cualquier tema. Al igual que aprendí a manejar de una mejor manera mi tiempo y que sin importar la situación, el mundo no para y no debemos de dejar de hacer las cosas que hacemos comúnmente. Me dí cuenta de que de manera digital, ponerse de acuerdo, llegar a una solución o a una misma idea, es muchísimo más difícil que de manera presencial, igual como ya tenemos trabajo pues es más difícil por cuestiones de tiempo. La verdad si siento que si no hubiera sido digital a causa de la pandemia, sino presencial, hubiera aprendido mucho más de este proyecto en todos los aspectos.

Brenda Haydeé Ramírez Espinoza:

En lo personal me gustó mucho, puedo decir que es mi favorito de los que he hecho en la universidad, me gustó el diseño y cómo lo implementamos, aunque al principio no se nos ocurría ideas para trabajar de proyecto fin y lo propusimos en lo que se nos ocurría uno bueno y al final nos quedamos con esa idea, como fuimos trabajando se nos fueron ocurriendo buenas ideas y todos pusimos mucho desempeño que quedó un buen trabajo, todo dimos ideas de como implementar lo aprendido en clase, lo cual es otra cosa que me gustó mucho porque eran conocimientos que se me hicieron muy interesantes. En este semestre con este proyecto aprendí lo importante que es la comunicación, fue un poco difícil con el problema de la cuarentena, pero aprendiendo a comunicarnos sacamos un buen trabajo.

Antonio Martínez Reyes:

En este proyecto aprendí a manejar mejor mis tiempos, me gusto en lo personal porque desarrolle mas mi habilidades en modelación por computadora. Esta situación nos tiene alejados y aunque no pudimos vernos en ningún momento, considero que tuvimos una gran colaboración como equipo y que hemos concluido un proyecto de calidad en el tiempo y forma. Hemos tenido un aprendizaje constante y esto cada vez nos ofrece más conocimientos para nuestra vida profesional.

Rogelio Vicencio Razo:

A lo largo de este proyecto desarrollamos más a fondo lo que es trabajar en equipo ya que a pesar de la distancia supimos cómo manejar la situación y ponernos de acuerdo para sacar adelante este proyecto además de que en lo personal me encanta poder aplicar la parte teórica vista en clase de manera práctica en el proyecto por que creo firmemente que el conocimiento aplicado en algo físico nos enseña y proporciona más conocimientos que el conocimiento teórico.

Lizeth Aide Ruiz López:

A pesar de haber trabajado a distancia con mi equipo, me gusto el resultado final ya que refleja el aprendizaje obtenido en estos semestres de universidad y las aplicaciones de las materias de modo práctico en un proyecto colaborativo con la carrera de energías, como diseñadora considero que es importante trabajar multidisciplinariamente y estos proyectos nos brindan nuevos conocimientos profesionales como personales.

15. Anexos.

www.elchapista.com. (s. f.). *Defectos de la Pistola, Soluciones*. El Chapista.

Recuperado 28 de octubre de 2020, de

https://www.elchapista.com/posibles_fallos_pistola_pintura.html

Pinturas | Hogar sin tóxicos. (s. f.). Hogar sin Tóxicos. Recuperado 5 de noviembre de 2020, de <https://www.hogarsintoxicos.org/es/riesgos/pinturas>

Protegerse de inhalación de pintura. (2017, 24 febrero). Naisa.

<https://naisa.es/blog/protegerse-de-inhalacion-de-pinturas/>

Protección del acero. (2017, marzo). ATEG.

https://www.postemel.com/productos/galv_proteccion_acero.pdf

Estándares de limpieza del hormigón: ISO 8501 y SSPC/NACE. (s. f.). Graco.

Recuperado 5 de noviembre de 2020, de

<https://www.graco.com/es/es/products/surface-preparation/blasting-basics/surface-preparation-standards-comparison.html>

Maquinaria, A. Y. (2020, 12 mayo). *RESTAURACIÓN Y LIMPIEZA, RENDIMIENTO DEL CHORREADO*. Abrasivos y Maquinaria.

<https://aymsa.com/restauracion-y-limpieza-rendimiento-del-chorreado/>

S.A, C. M. (s. f.). *Oxido de aluminio*. CyM Materiales S.A. Recuperado 5 de noviembre de 2020, de <https://cym.com.ar/productos/oxido-de-aluminio/>

PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS DE ALTO DESEMPEÑO. (s. f.). Nervion Pinturas.

Recuperado 19 de noviembre de 2020, de

<https://www.nervion.com.mx/productos/familia/ricosenzinc/x4402dzna>

Zinc - Catálogo en línea - Materiales en pequeñas cantidades para el diseño -

Goodfellow. (s. f.). Goodfellow. Recuperado 24 de noviembre de 2020, de

<http://www.goodfellow.com/S/Zinc.html>

