



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÁQUINA SELLADORA INDUSTRIAL AUTOMATIZADA PARA LATAS DE TIPO REDONDA

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOMATED INDUSTRIAL SEALING MACHINE FOR
ROUND TYPE CANS

 León León, Ryan Abraham¹

 Vigo García, Anita Alejandrina²

 Ulloa Castro, Marco Hernán³



Fecha de recepción : 30/06/2021

Fecha de aprobación : 21/09/2021

Resumen

El presente trabajo tiene el propósito de diseñar y construir una máquina industrial para cerrar latas de tipo redondas similar a las presentes en las industrias de conservas, con la finalidad de replicar en su totalidad la estación de sellado presente en las distintas empresas dedicadas a la producción de estas. El trabajo es de carácter aplicativo, además de ser usadas bases de mecánica, electrónica, entre otras, llegando a obtener una velocidad de sellado de 3 latas/min y una eficiencia del 93% de sellado. Asimismo, de acuerdo con los cálculos realizados obtenemos como soporte máximo en peso, 6 kg, como tope nominal; habiendo realizado pruebas con un máximo de 500 g sin ningún problema ni observación. Si hacemos una comparación entre la cerradora industrial más básica y económica existente en el mercado, encontramos muchas similitudes y muy pocas diferencias, pero la más resaltante es la de la velocidad nominal de cierre, siendo la nuestra equivalente a producir el 10% de la cerradora comparada a un mucho menor precio. Por ende, se llegó concluir que sí es factible la realización del diseño y construcción de una máquina cerradora de latas redonda replicando el proceso de sellado en la industria de conservas.

Palabras Clave: Arduino, conservas, electrónica, sellado, etapa mecánica, diagrama.

Abstract

The present work has the purpose of designing and building an industrial machine to close round-type cans similar to those present in the canning industries, in order to fully replicate the sealing station, present in the different companies dedicated to production. of this. The work is of an applicative nature, in addition to being used mechanical and electronic bases, among others, reaching a sealing speed of 3 cans / min and a sealing efficiency of 93%. Likewise, according to the calculations carried out, we obtain a maximum weight support, 6 kg, as the nominal limit; having carried out tests with a maximum of 500 g without any problem or observation. If we make a comparison between the most basic and economical industrial seamer on the market, we find many similarities and very few differences, but the most striking is that of the nominal closing speed, ours being equivalent to producing 10% of the seamer. compared to a much lower price. Therefore, it was concluded that the design and construction of a round can seamer is feasible, replicating the sealing process in the canning industry.

Key words: Arduino, Canned, Electronics, Sealed, Mechanical Stage, Diagram

¹ Maestro en ciencias de la educación superior, Ingeniería Industrial, Ingeniería, Universidad Privada Del Norte, Trujillo – La libertad, Perú, ryan.leon@upn.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0002-0599-0141>.

² Bachiller en Ingeniería Industrial, Ingeniería Industrial, Ingeniería, Universidad Privada Del Norte, Trujillo – La libertad, Perú, vg.anita.a@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7717-519X>.

1. Introducción

En el Perú, la industria de conservas ha ido creciendo con el tiempo, y a su vez, se ha permitido automatizar sus procesos. Según el diario Andina, las industrias conserveras de pescado anualmente generan ventas mayores a 100 millones de dólares, incluso en la industria láctea según la página Agraria.pe, la rentabilidad de la última década respecto a los años 2002 y 2008, creció en 68 millones de dólares gracias a la aplicación de tecnología de punta a los procesos y más financiamiento. Por otro lado, según la historia, cabe recordar que, desde el año 1970, que se implementó la programación de sistemas, se vio un crecimiento en la transformación industrial, donde se pudo aplicar la automatización y la robótica en los procesos de productivos de las fábricas peruanas. En la actualidad, las empresas optan por adquirir máquinas industriales con el fin de reducir sus tiempos de producción para no incurrir en gastos innecesarios o pérdidas millonarias.

Para las empresas, uno de sus principales objetivos debería ser la automatización de sus procesos para así satisfacer su incesante búsqueda de la competitividad en este entorno cambiante y evolutivo. La *Automatización de procesos* según Emilio García, en su publicación, *Automatización de procesos industriales* (1999), explica que la automatización de procesos consiste en la incorporación al mismo, de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento. Y, es también es necesario reconocer la importancia de los sistemas controlados automáticamente constituyen una mejora en la cadena de producción, puesto que el uso de sistemas automatizados no es en sí un lujo, sino una necesidad (Flores, Quezada, Bautista, & Calderón, 2019). Pero para poder lograr es importante saber los conceptos de construcción de una máquina y automatización, según Escobar & Moreno (2014), que es importante tener en cuenta el montaje y calibración de la máquina se debe tomar en cuenta que perfiles deben estar bien sujetados con los pernos respectivos al igual que todas las partes mecánicas, y estos apretados de tal manera que no se aflojes cuando la máquina esté en funcionamiento para evitar accidentes. Además, se debe agregar sensores como apoyo a la selladora, ya que son una parte fundamental para el correcto funcionamiento de la máquina, y al implementar esta máquina ayuda a salvaguardar la integridad del operador y la calidad del producto. (Villavicencio, K., 2016).

Sanmartín, D., Carmona, J. & Arteaga, D. (2012) dice que se debe tomar en cuenta las diferentes tecnologías existentes en el mercado, para tener en cuenta la efectividad del proyecto de diseño. Es importante tener en cuenta el tiempo, debido a que este afecta directamente al rendimiento de la máquina con algún producto, se debe tener un control de con que producto estará trabajando la máquina para no afectar su eficiencia. (Villalva, 2018)

En suma, es necesario agregar la importancia que demanda saber como se involucra el Arduino en este estudio. El Arduino se define como una plataforma de código libre diseñada para facilitar proyectos de electrónica y, posee un entorno gráfico de desarrollo que usa lenguaje de programación, processing/writing y un gestor de arranque; en lo que respalda al hardware está compuesta por un microcontrolador y puertos de entrada y salida. Ahora, según Aycardi & Tuirán (2017), tomando la idea de Domínguez, Romero & Espinosa (2013), en la actualidad, se cuenta con variedad de softwares de diseño asistido por computadora (CAD) con los que pueden obtener diseños de maquetas electrónicas, imágenes fotorrealistas y animaciones virtuales de una construcción. En la investigación de Aycardi & Tuirán, se utilizó el SolidWorks, el Arduino más adecuado para el diseño y construcción de una impresora 3D de gran formato con tecnología de fabricación. Además, otra forma de usar la plataforma Arduino, es en la construcción de una máquina dispensadora automática de materiales de escritorio, según como lo realizado Arévalo & Bolaños (2018), donde se encargaron de explicar cómo complementa el Arduino MEGA y el software SolidWorks, para la fabricación de aquella máquina, donde también se demostró que la maquina tiene como valor 2.5 en factor de seguridad lo que representa que no existe riesgo a terceros.

El fin de esta investigación es demostrar como la automatización se puede aplicar a las microempresas y a las pequeñas empresas, ya que siempre es importante automatizar los procesos y no con máquinas tan costosas, y también es necesario tener en cuenta los valores de productividad y eficiencia para poder cumplir con la demanda. Según Piamonte & Velandia, en su tesis titulada, *Diseño de una máquina automatizada para el empaque de harinas en el proceso productivo de la empresa Molino los Héroes*,

Y, según Velásquez & Gonzales, 2017, en su artículo científico “Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico”, explica la forma de implementar un prototipo automatizado con el fin de incrementar el nivel de calidad de los productos y aumentar la productividad en un 36%.

En la tesis de Anchundia & Villamar (2013), especifica que la cantidad de latas envasadas en 7320 horas es de 99302 latas, por lo que por minuto es de 13 latas. Y, su propuesta de mejora es implementar una nueva máquina empacadora que hacer 600 latas por minuto, aclarando que es de alto costo.

Pero, relacionando con la realidad de este artículo es una necesidad compararlo con la realidad existente, que toda microempresa busca ascender y dejar de ser microempresa, según Bravo (2012), los beneficios correspondientes a implementar la automatización son porque reduce los tiempos de producción, mejora la productividad y no se sobre esfuerza a los trabajadores. Y como comenta Oblitas & Chavéz (2017), las PYMEs peruanas no están desarrolladas a nivel de procesos en comparación con las grandes empresas que son líderes del mercado, por lo tanto, estas tienen mayor dificultad en hacer los procesos de cualquier rubro más eficiente y como consecuencia repercute en el tiempo y costo.

Para poder lograr lo anteriormente dicho, es necesario conocer de qué manera se automatiza un proceso, por eso, este concepto colabora con nuestra problemática que es la siguiente: ¿Diseñando y construyendo una cerradora industrial automatizada, podrá cumplir con los requerimientos de productividad de la industria?, y como objetivo general es: Diseñar y construir una cerradora industrial automatizada, además, es importante saber que uno de los principales requerimientos de la industria es reducir los tiempos en el proceso de sellado de latas de tapa redonda, por eso los objetivos específicos son los siguientes: Cumplir con la productividad competente de la industria y lograr que la eficiencia de cerrado de latas supere el 90%.

2. Material y métodos

La presente investigación es de tipo experimental y se realizaron 20 pruebas de funcionamiento en la etapa de construcción obteniendo resultados entre óptimo y excelente, y además se utilizó el programa Arduino 1 para la programación, ya que es una plataforma muy accesible y flexible, y para el diseño del prototipo se usó AutoCAD. Esta investigación tiene como principal problemática dar y/o llegar a conocer si ¿Diseñando y construyendo una cerradora industrial automatizada se podrá cumplir con los requerimientos de productividad?, además, se aplicó la metodología cuantitativa, lo que viene a ser el tiempo de sellado y la cantidad de latas que sellan. Por último, la investigación fue orientado a conclusiones, ya que, al obtener resultados, se notará que tan eficiente es la máquina cerradora de latas de tipo redonda.

2.1. Estudio del material de la estructura

Para el desarrollo del proyecto, se consideró que el principal material será el siguiente:

Fierro.

La estructura estará realizada en su mayoría de este material, con la finalidad de usar de manera eficiente nuestros recursos de acuerdo con el fin que los necesitamos. Estos comprenderán el uso en la estructura en general, así como sus soportes y bases.

2.2. Estudio de materiales de la estructura

A continuación, se explica los objetos considerados para la estructura física y algunas particularidades del prototipo.

Tabla 1

Materiales de prototipo

MATERIALES DEL PROTOTIPO		
Nombre	Medidas	Utilidad
Tubo Acelerado Cuadrado	1 " x 1" x 2 mm x 6m	Dar el soporte a la estructura en general
Tubo Acerado Cuadrado	13 mm x 1 m	Dar soporte a las distintas rulinas
Soldadura 6011	3/32"	Sirve para fijar cada una de las partes a la estructura y obtener la forma deseada
Rulina	1,2	Fijar la curvatura y fijar la tapa a la redonda por ambas opciones
Base giratoria de metal	—	Proveer el giro a la lata, para generar el cerrado con ayuda de rulinas y el plato compresor
Plato Compresor	—	Generar presión a la tapa sobre la lata
Faja Botonera de Plastico	—	Albergar los cables y conexiones
Mecanismo de elevación	—	Generar acción de levantado a la base de la lata
Pernos Milimétricos	Tropicalizados M5	Generar ajuste para la elevación de la lata

Elaboración propia

2.3. Diseño de la estructura y cálculo matemático en la etapa mecánica

A continuación, se presenta los Planos CAD por cada vista.

En la primera vista se titula Plano CAD Vista Frontal donde el valor de a es de 70 cm.

Medidas: a=70 cm.

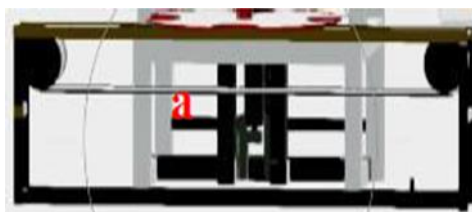


Figura 1. Plano CAD Vista Frontal.

Elaboración propia

En la segunda vista, se aprecia una parte más compleja de la máquina, pues se trata de la línea continua de latas.

Medidas: $a = 7 \text{ cm}$ / $b = 15 \text{ cm}$ / $c = 35 \text{ cm}$ / $d = 17.3 \text{ cm}$.

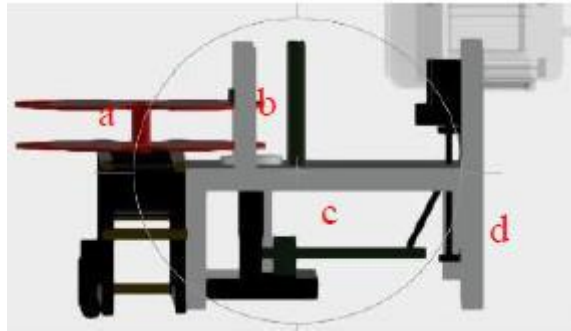


Figura 2. Plano CAD Vista Lateral.
Elaboración propia.

En este parte se aprecia el sujetador y la tapa de la lata que se usará cuando la lata este debajo de ella.

Medidas: $a = 30 \text{ cm}$ / $b = 7.3 \text{ cm}$.

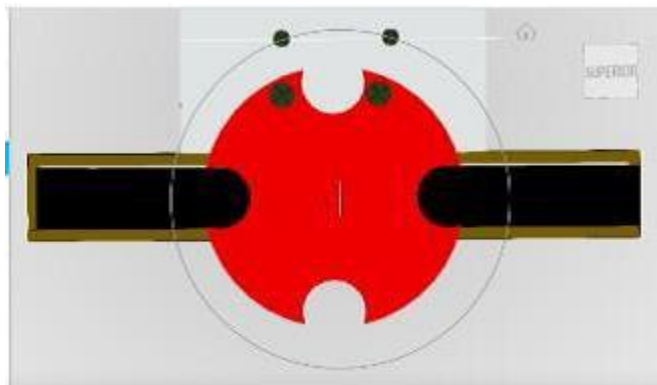


Figura 3. Plano CAD Vista superior.
Elaboración propia

Y por último, la última vista lateral donde representa la línea donde irán ubicadas las latas y su soporte.

Medidas: $a = 8.5 \text{ cm}$ / $b = 6.7 \text{ cm}$ / $c = 21 \text{ cm}$

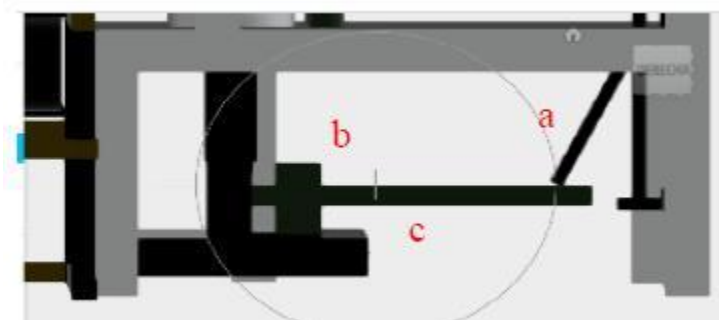


Figura 4. Plano CAD Vista Lateral.
Elaboración propia

Ahora es necesario analizar la altura de la tuerca, está entre 1.2 – 2.5 el Φ del tornillo.

$$15.4 \text{ mm} = 1.925$$

$$8 \text{ mm}$$

Dato:

$$\Phi = 8 \text{ mm} \quad H = 1.54$$

* esta dentro del Rango 1.2 – 2.5 el Φ

a) Ángulo de Inclinación de la rosca

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{L}{\pi \cdot d \cdot m} \quad \text{Ec. (1)}$$

De = diámetro exterior

= 8mm – 2mm

= 6mm

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{8 \text{ mm}}{\pi \cdot 6 \text{ mm}} = 0.4244$$

$$\operatorname{Arctg} \Phi = 0.4244$$

$$\Phi = 22.997$$

$$\Phi = 23^\circ$$

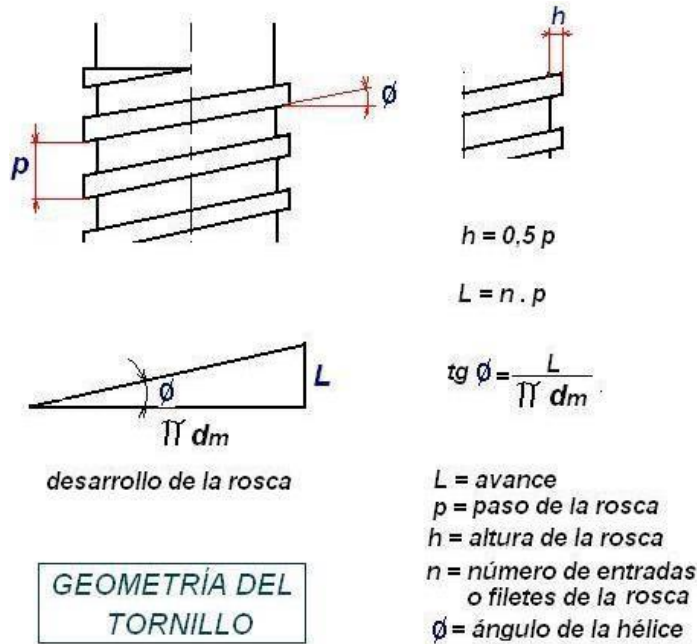


Figura 5. Ángulo de inclinación
Elaboración propia

Torque necesario para elevar Carga (F)

*Por ser rosca rectangular

$$T = \frac{F \cdot d \cdot m (1 + \Phi \cdot u \cdot d \cdot m)}{2(\Phi \cdot d \cdot m - uL)} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

T: Torsión para elevar F

F: Carga

Dm: diámetro medio de la rosca

μ = Coeficiente rozamiento

μ estático = 0.1

μ dinámico = 0.05

Datos:

T = 9 Kg cm (Según ficha técnica al moler paso a paso)

μ = 0.05

Despejando F tenemos:

$$F = \frac{T \cdot 2(\pi \cdot d \cdot m - \mu L)}{d \cdot m (1 + \pi \cdot \mu \cdot d \cdot m)} \quad \text{Ec. (3)}$$

$$F = \frac{9 \text{ Kg} \cdot \text{cm} \cdot (2)(\pi \cdot 6 \text{ mm} - 0.05(8))}{6 \text{ mm} (1 + \pi \cdot (0.05)(6))}$$

$$F = \frac{9 \text{ Kg} \cdot \text{cm} (3.1659)}{\text{mm}} \times \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}}$$

$$F = 28.49 \text{ (Dinámica)}$$

$$\mu = 0.1$$

$$F = \frac{9Kg.cm.(2)(\pi.6mm - 0.05(8))}{6mm(1 + \pi.(0.1)(6))}$$

$$F = \frac{9Kg.cm(2.0855)}{mm} \times \frac{10mm}{1cm}$$

$$F = 1876 \text{ Kg (Estática)}$$

Base por lata:

Descomponer la fuerza en sus componentes x o y debido a que la palanca está inclinada.

$$F \cdot \cos 52^\circ = 29.49 \text{ Kg (Cos } 52^\circ)$$

F (punto mínimo) = 18.34 Kg
(Fuerza para mantener la lata punto mínimo)

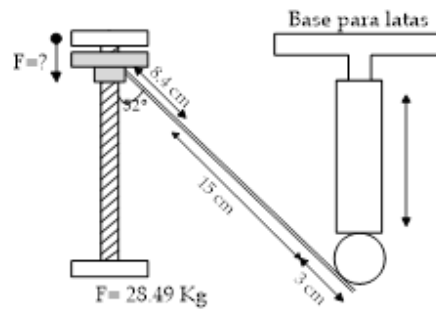
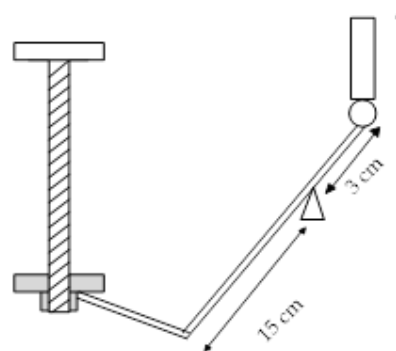


Figura 6. Ángulo base de latas.



Elaboración propia

Figura 7. Levantamiento base de latas.

Elaboración propia

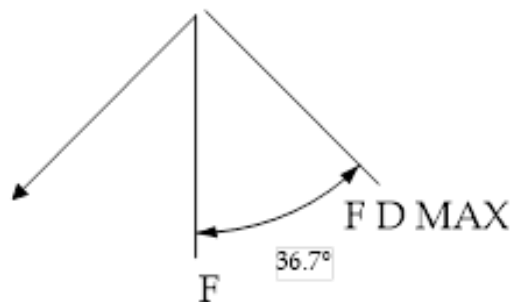


Figura 8. Ángulo Punto Máximo.

Elaboración propia

El punto máximo es F, pero para poder hallar ese valor es necesario descomponer nuevamente la fuerza para el nuevo ángulo de 36.7°.

$$F \cdot \cos 36.7^\circ = 29.49 \text{ Kg} (\cos 36.7^\circ)$$

$$F (\text{punto máximo}) = 23.64 \text{ Kg}$$

Ahora con relación a el Motor de Carbones – Poleas (Relación de Transmisión), la primera polea pequeña motor es de 16 mm Φ , la segunda polea es de 90mm Φ , la tercera polea es de 53mm Φ y la cuarta polea es de 100 mm Φ .

Por el momento la relación que existe entre cada polea es la siguiente:

$$\text{Relación segunda entre primera} = 90/16 = 5,625$$

$$\mathbf{X = 10,614}$$

$$\text{Relación tercera entre cuarta} = 100/53 = 1,887$$

Ahora con el Motor Levas – Relación de transmisión, la polea más pequeña es de 9 Φ / = 4.33 unidades y la es de 39 Φ / = 2.33 unidades, donde el N° Dientes por polea (grande) es de 70 diente y por la polea mediana es de 30 dientes, por lo tanto, la relación entre esas dos poleas es de 10.097 unidades.

Para el Motor Grande se utilizó 5 unidades de Dientes Piñón y 48 unidades de Dientes Piñón Grande, donde el valor resultante fue de 9.6 unidades. Y para el segundo procedimiento, se utilizo 11 Dientes Piñón Intermedio y 48 Dientes de 4to Piñón, donde el valor resultante fue de 4.36 unidades. Ahora, relacionado esos dos valores se obtiene como resultado 41.86 unidades.

Y relacionando el valor final de la Polea Grande y Mediana con los Dientes de Piñón, el resultado final es 422.62 unidades.

2.4. Diseño del circuito y cálculos

A continuación, se explica los objetos considerados para el circuito y algunas particularidades del prototipo.

Tabla 2

Materiales para el circuito

MATERIALES PARA EL CIRCUITO	
Nombre	Utilidad
Cable AWG 14 y 21	Son utilizados para el alargamiento y conexiones
Motor reductor para disco de latas	Da movimiento al disco que hasta cierto punto gire la lata y pueda realizar su función,
Motor paso a paso Nema 23	Simplifica el manejo de motores y regulan altos voltajes e intensidades propias del motor.
Sensor Inductivo de Proximidad	Mide la posición o la velocidad en este caso, detectar latas de metal

Elaboración propia

Motor con Escobillas de Carbón

De pulsos que necesita el motor paso a paso

Fórmula:

$$\text{Puls. Tot.} = \frac{D.\text{total}}{D.\text{carga}} \times \phi \text{ pasos Ec. (4)}$$

Donde:

Dtotal: Distancia total de movimiento.

dcarga: Distancia que se mueve la carga por rotación del eje.

Φ Pasos: Revolución del paso del accionamiento

i: Razón de reducción

Reemplazando tenemos como dato:

$$\begin{aligned} D_{total} &= 120 \text{ mm} \\ D_{carga} &= 8\text{mm/rev. Tornillo} \\ i &= 1 \end{aligned}$$

Que las pulsaciones totales son de 3000 pulsos.

Para ejecutar la etapa electrónica del prototipo, se utilizó el siguiente software:

- Arduino Uno

```
selladora09

//MOTOR NEMA 17
const int stepPin1 = 10;
const int dirPin1 = 9;
int sensor = 3; // da la seña sl para activar el disco
int Reset = 2;
int val = 0; //val se emplea para almacenar el estado del sensor
int state = 0; // 0 apagado, mientras que 1 encendido
int old_val = 0; // almacena el antiguo valor de val

//MOTOR NEMA 23
const int stepPin = 12;
const int dirPin = 11;
int reset1=4;

const int PASOSNEMA23 =2880; // pasos para elevar la lata

const int rele=8;
const int rele1=6;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  // PINES D STEP Y DIR NEMA 17
  pinMode(stepPin1,OUTPUT);
  pinMode(dirPin1,OUTPUT);
  pinMode(sensor,INPUT);
}
```

Figura 9. Programación Arduino.

Elaboración propia

Revolución de Posición de Carga

Fórmula:

$$Rev. de Posición = \frac{D.Carga}{\phi \cdot pasos} \cdot i \quad Ec. (5)$$

D.Carga = 8mm/rev.

I= 1

Φ pasos = 20

Las revoluciones de Posición es 0.04 mm por cada paso.

Ahora analizando la frecuencia de Pulsos para obtener el tiempo de movimiento, los datos generales son los siguientes:

$$F_{SS} = \frac{Pulsos \ Totales}{T \ total}$$

Como dato hemos hallado el Ptotal= 3000 pulsos y el Tiempo total es aproximadamente es de 5 segundos por cada 12 cm de la varilla roscada.

$$F_{SS} = \frac{3000 \ pulsos}{5 \ seg.}$$

Por lo tanto, la frecuencia resultante es de 600 Hz.

- Diagrama Electrónico

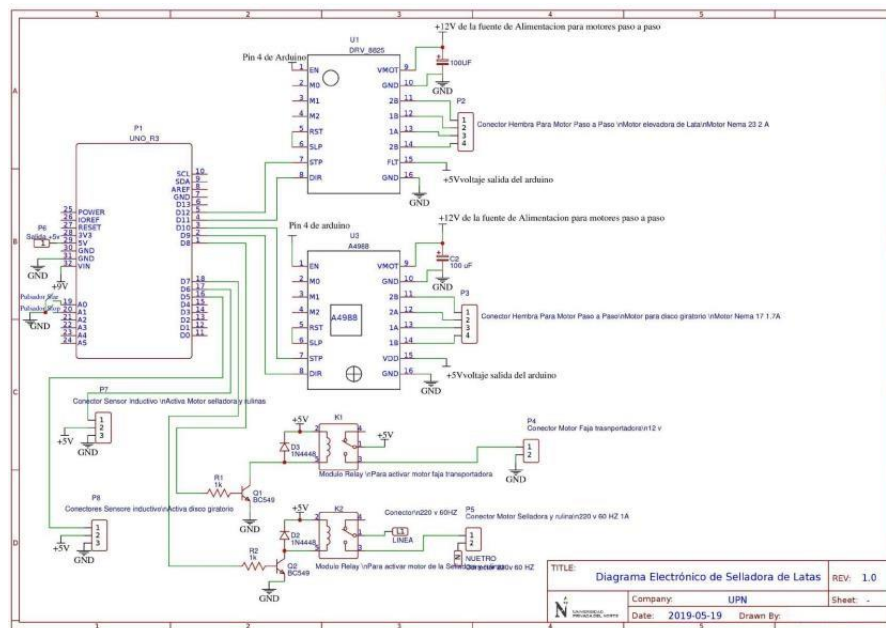


Figura 10. Diagrama Electrónico Cerradora de Latas.
 Elaboración propia

3. Resultados

Se realizaron pruebas iniciales y finales de sellado, para determinar su efectividad respecto a un sellado correcto; de tal manera que, cada prueba fue evaluada según una valoración del 1 al 5, donde 1 indicaba ser deficiente y 5, excelente. En la tabla 1 se da mayor detalle de cada criterio con su valor.

Tabla 3
 Valoración para las pruebas realizadas

Leyenda	
5	Excelente
4	Óptimo
3	Regular
2	Defectuoso
1	Deficiente

Elaboración propia

A continuación, se muestran las pruebas iniciales de sellado en la figura 11.

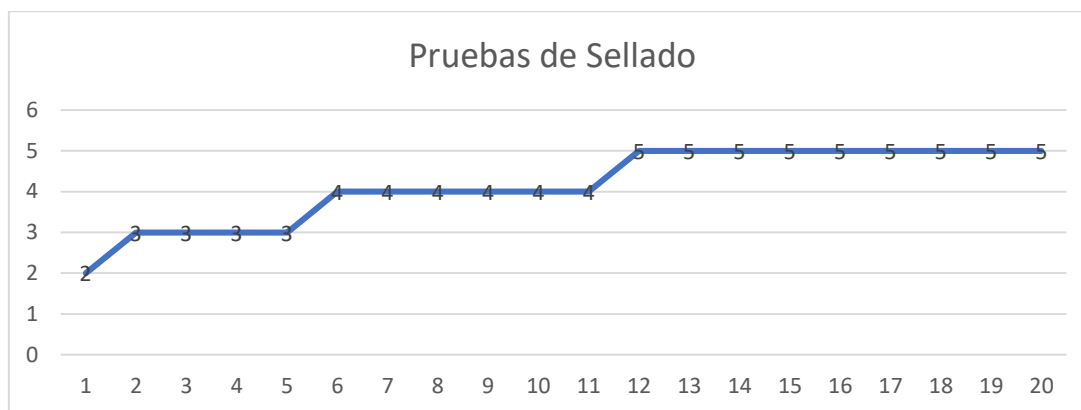


Figura 11. Pruebas iniciales de Sellado.

Elaboración propia

En la etapa de construcción, se realizaron 20 pruebas, tal cual se muestra en la figura 11, donde las últimas 9 tuvieron una valoración de excelente, representando latas herméticas al 100% con un buen acabado de sellado. Sin embargo, la efectividad de las pruebas realizadas fue de 82.0%.



Figura 12. Pruebas finales de Sellado.

Elaboración propia

Luego de realizar diversos ajustes, se volvió a realizar pruebas con 20 latas, obteniendo valoraciones que se observan en la figura 12, logrando incrementar su efectividad de sellado a un 93%. Además, se llegó a obtener una velocidad de sellado de 3 latas/min.

De acuerdo con los cálculos apoyados de las fichas técnicas de los motores, el soporte máximo de peso es de 6 kg, como tope nominal; habiendo realizado pruebas con un máximo de 500g sin ningún problema ni observación.

4. Discusión

La máquina selladora de latas demuestra ser una herramienta útil para la realización de este producto, pues permite a las industrias orientadas a este proceso cumplir con sus objetivos además de ser de bajo precio, y moderniza la estandarización de la línea de producción, dando la oportunidad de implementar estrategias basadas en la gestión de la calidad, con el fin de tener un nivel alto de competitividad que el mercado solicita.

La propuesta dicha tendrá el poder de mejorar el nivel de eficiencia en las micro y pequeña empresa, llegando a lograr el ahorro de tiempo y de dinero aplicando la automatización a este parte del proceso.

Esta propuesta, se dio a cabo la aplicación del diseño de una máquina selladora automatizada que mejorará sus niveles de producción, los niveles altos de tiempos y servirá para poder analizar lo rentable que es diseñar esta máquina a que adquirir una de alto precio. Como se puede comparar con la tesis de Anchundía & Villamar (2013), donde especifica que la cantidad de latas envasadas en 7320 horas es de 99302 latas, por lo que por minuto es de 13 latas, pero que sería bueno adquirir una nueva máquina mucho más moderna de alto donde puedo sellar hasta 600 latas por minuto. Sin embargo, también tomando la idea de Velásquez & Gonzales, 2017, en su artículo científico “Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico”, explica la forma de implementar un prototipo automatizado con el fin de incrementar el nivel de calidad de los productos y aumentar la productividad en un 36%. Dando así, que la propuesta de diseño y construcción es factible para las microempresas y pequeñas empresas con el fin de implementar la automatización ya que reduce los tiempos de producción, mejora la productividad y no se sobre esfuerza a los trabajadores.

5. Conclusiones

- Se logró diseñar la estructura de una máquina industrial para cerrar latas redondas, a través del software AutoCAD. Además, se ejecutó y construyó la máquina cerradora, por la aplicación de los cálculos realizados y la experiencia de ensamblaje de los integrantes del grupo. Asimismo, se tomó en cuenta los siguientes motores con sus respectivas tensiones, para el motor de carbones 220 V, AC; para los motores paso a paso 12 V, DC, esto respecto a la relación economía/eficiencia; siendo 5 V DC, la tensión requerida para el funcionamiento de los circuitos electrónicos.
- Se determinó que la máquina cerradora posee una velocidad de cerrado de 3 latas por minuto, siendo este favorable para demostrar los fines del proyecto. Por último, se realizaron pruebas de funcionamiento de la máquina cerradora de latas, logrando como resultado, un 93% de latas correctamente cerradas.
 - Se logró realizar el diseño y construcción de la máquina selladora de latas de tapa redonda para micro y pequeñas empresas.

6. Referencias

- Anchundía Soza, M & Villamar Briones, L (2013). Optimización en el control del empaque de rallado de atún mediante la mejora técnica en el área de enlatado. Recuperado a partir de <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/580/1/ULEAM-BQAP-0025.pdf>
- Arévalo Chalacán, E. G., & Bolaños Gaona, A. B. (2018). *Diseño y construcción de máquina dispensadora automática de materiales de escritorio mediante el uso de la plataforma Arduino* (Bachelor's thesis).
- Aycardi Salgado, L. C., & Tuirán Moreno, H. J. (2018). Diseño y construcción de una impresora 3d de gran formato con tecnología de fabricación con filamento fundido (FFF) tipo CORE-XY basada en arduino.
- Cuervo Cruz, G., Carvajal Espinosa, L., & Álvarez Ortiz, S. (2016). Prototipo de CNC controlado por Arduino.
- Escobar Ortiz, J & Moreno Maza, Geovanny (2014). Diseño y construcción de una máquina didáctica cerradora de tapas de botellas para el laboratorio de automatización industrial de procesos mecánicos de la facultad de ingeniería mecánica. Recuperado a partir de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8502/3/CD-5742.pdf>
- Flores García, E., Quezada Quezada, J. C., Bautista Mejía, I., & Calderón Medina, R. V.H. (2019). Implementación de PLC-HMI para control y monitoreo en la automatización de una máquina empleadora en la industria refresquera para empaquetado de Tetra Briks. *Boletín Científico*

LEÓN, R., VIGO, A. y ULLOA, M. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÁQUINA SELLADORA INDUSTRIAL AUTOMATIZADA PARA LATAS DE TIPO REDONDA. Rev. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación. Agosto-Diciembre 2021. Vol. 8/No. 2, pp. 146-158. ISSN: 2313-1926, versión electrónica.

INVESTIGIUM De La Escuela Superior De Tizayuca, 5(9), 12-23.
<https://doi.org/10.29057/est.v5i9.4016>

García Moreno, E (1999). Automatización de procesos industriales. Recuperado a partir de https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/ba85b785-46cb-49e6-a006-a8626d4177e1/TOC_4116_01_01.pdf?guest=true

Palma Chauca, S; Jesús Bravo, R (2012). Propuesta de diseño para la fabricación de máquina automatizada para optimizar la operación de cortes rectos en la manufactura de muebles en melamina. Recuperado a partir de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/434/Palma_sa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

O. Chávez, D. Eduardo, C. Gutiérrez, and L. Junior, “Modelo de implementación para la automatización de los procesos de abastecimiento basado en buenas prácticas BMP sobre Cloud Computing para Pymes,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2017.

Sainz-Maza Serna, R. (2017). Diseño de entrenador de Arduino con aplicaciones industriales.

Sanmartín, D., Carmona, J. & Arteaga, D. (2012). *Automatización de máquina cerradora de envase metálico rectangular calibre 20*. (Tesis de Pregrado, Universidad cooperativa de Colombia). Recuperado a partir de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/5794?locale=es>

Velásquez Costa, J., & Gonzales Prado, J. (2017). Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico. *Industrial Data*, 20(1), 125–130. <https://doi.org/10.15381/idata.v20i1.13505>

Villalva, F. (2018). *Diseño de incorporación de tres líneas de envasado de la empresa Kronos de refrescos carbonatados (botellas de vidrio retornable, botellas de pet y latas)*. (Tesis de Grado, España). Recuperado a partir de <https://rodin.uca.es/handle/10498/20100>

Villavicencio, K. (2016). *Diseño y construcción de una máquina selladora semiautomática de vasos para mejorar el proceso de envasado de yogur*. (Tesis de Grado, Universidad Técnica del Norte). Recuperado a partir de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7512/1/02%20MEC%20112%20TRABAJO%20GRADO.pdf>