

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica

Diseño y construcción de un sistema contador automático de dispositivos de ortodoncia para la empresa Ortho-Clean

Autor:

Mendieta Carrión Santiago Andrés

Director:

Ing. Gómez Reyes Alejandro Paúl. Msc



Objetivos

General

- Diseñar y construir un sistema vibratorio automático contador de dispositivos de ortodoncia, con adquisición de datos a velocidad considerable, mediante la implementación de sistemas mecatrónicos para la empresa Ortho-Clean.

Específicos

- Diseñar y construir un tambor con trayectoria interna para el movimiento y guiado de los dispositivos de ortodoncia.
- Analizar, diseñar y construir el sistema de amortiguamiento del tambor sometido a vibraciones y movimientos rotacionales a causa del electromagneto.



Objetivos

Específicos

- Diseñar y construir un sistema de almacenaje guiado por un embudo por el cual los dispositivos de ortodoncia serán contabilizados y enviados a su bandeja.
- Dimensionar y seleccionar el electromagneto que hará posible que los dispositivos lleguen a ser guiados por la trayectoria diseñada en el tambor.
- Seleccionar y analizar el sensor con la velocidad de respuesta óptima para realizar el conteo de los dispositivos de ortodoncia.
- Realizar la programación de la tarjeta de adquisición de datos para la contabilización de los dispositivos y regulación de la velocidad de alimentación del sistema.



Objetivos

Específicos

- Diseñar la interfaz HMI de control y monitoreo del proceso de contabilización de los dispositivos de ortodoncia y de regulación de la velocidad de alimentación del sistema.
- Realizar pruebas de funcionamiento del contador de dispositivos de ortodoncia en la empresa Ortho-Clean para garantizar la exactitud y repetibilidad del mismo.
- Realizar el manual de usuario, así como el manual de mantenimiento preventivo de la máquina.
- Capacitar al personal de la empresa para la correcta manipulación y operación del sistema de conteo de dispositivos de ortodoncia.



Justificación e importancia

-Desgaste físico y mental de los operadores.
-Error en el conteo.

Automatización del proceso de conteo.

-Mayor velocidad de conteo.
-Mayor exactitud y repetibilidad.
-Reducción del impacto ambiental.

Requerimientos de la empresa

Espacio de trabajo	<ul style="list-style-type: none">• Hasta 1 [m²]
Material de detección	<ul style="list-style-type: none">• Todo tipo de material.
Velocidad de conteo	<ul style="list-style-type: none">• Superior o igual a la velocidad manual.
Exactitud y repetibilidad	<ul style="list-style-type: none">• Superior al conteo manual.
Presupuesto	<ul style="list-style-type: none">• Hasta 1600 dólares.



ORTHO-CLEAN
INTERNATIONAL



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Alcance

Sistema vibratorio

Sistema de
sensado y
almacenamiento

Sistema de
monitoreo y control

Diseño mecánico

Diseño electrónico y
eléctrico

Diseño informático



Dispositivos de ortodoncia

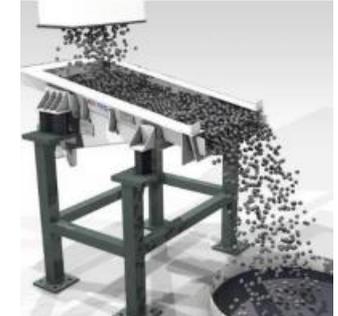
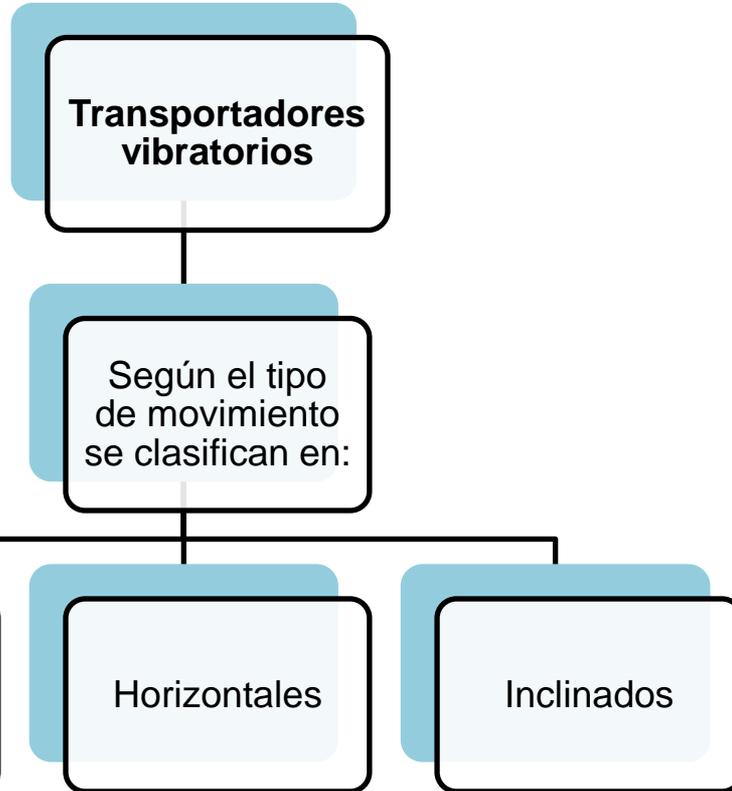
También conocidos como brackets dentales.

En la empresa Ortho-Clean se realiza el conteo de brackets remanufacturados.

Existen 3 tipos de brackets : metálicos, no metálicos y cerámicos.



Transportadores vibratorios



Sensores ópticos

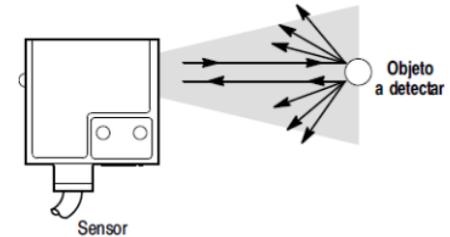
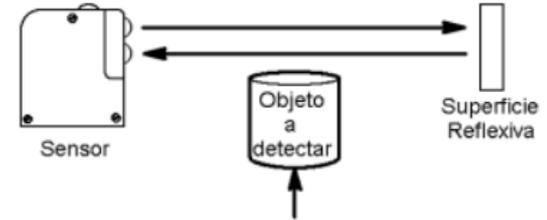
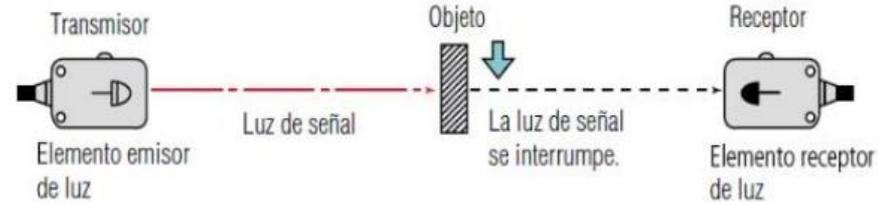
Sensores
ópticos

Según el tipo
de detección se
clasifican en:

De barrera

Reflexivo

Difuso



Diseño mecánico: Selección del concepto

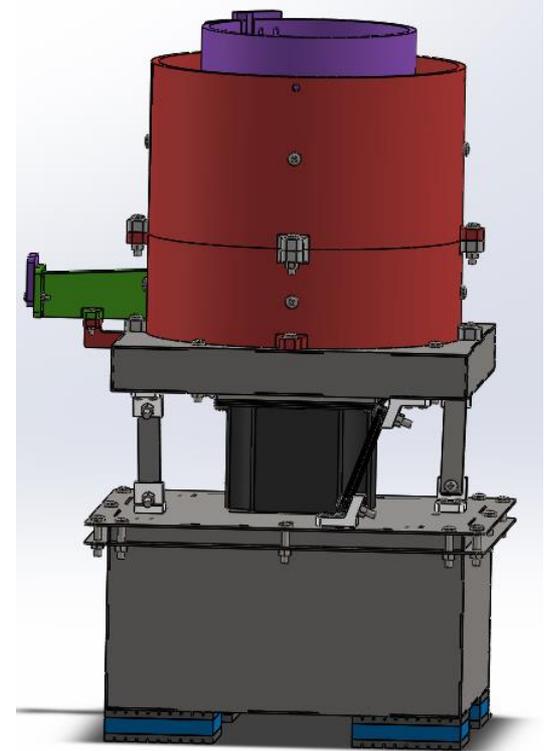
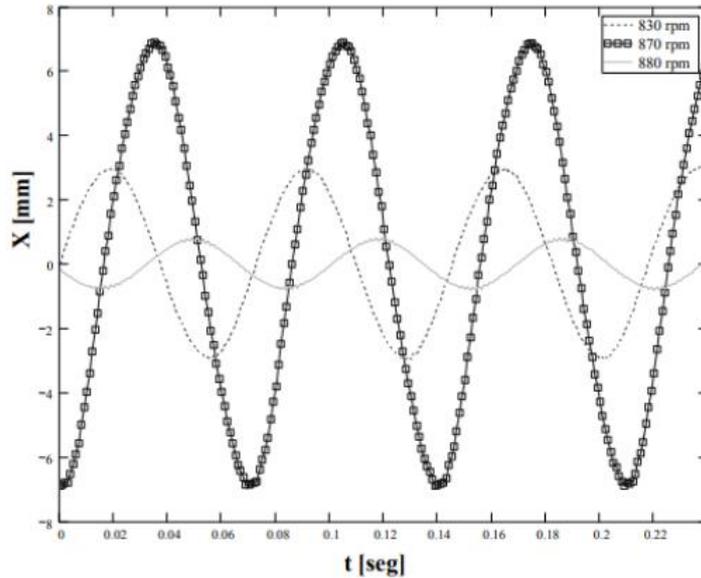
	Conceptos		
	Concepto A	Concepto B	Concepto C
Detalles	Tazón vibratorio con espiral ascendente.	Tazón vibratorio con espiral descendente.	Tazón vibratorio con espiral descendente y sistema de filtrado.



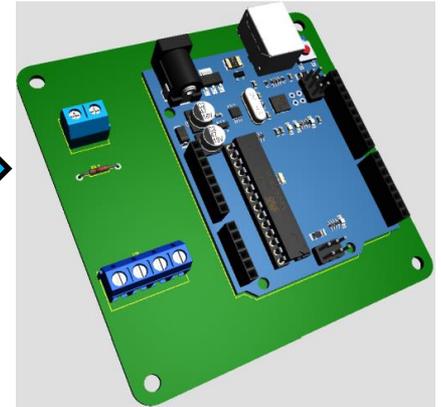
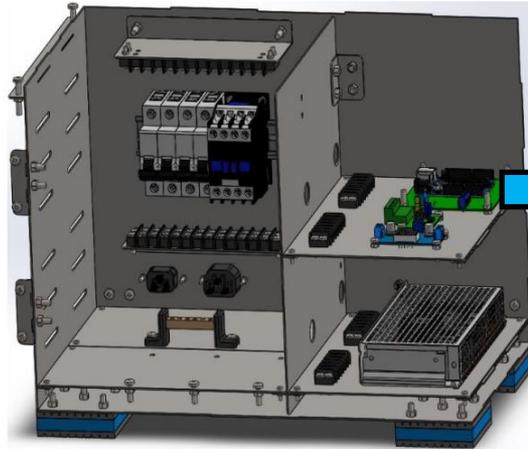
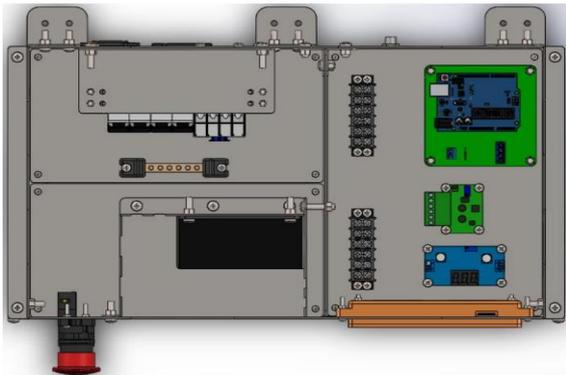
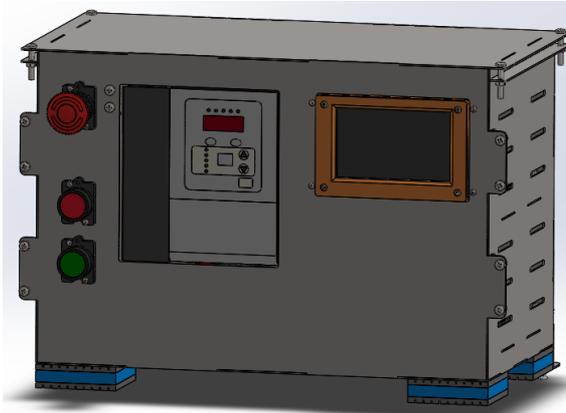
Frecuencia de resonancia

Ecuación para el cálculo de la frecuencia natural

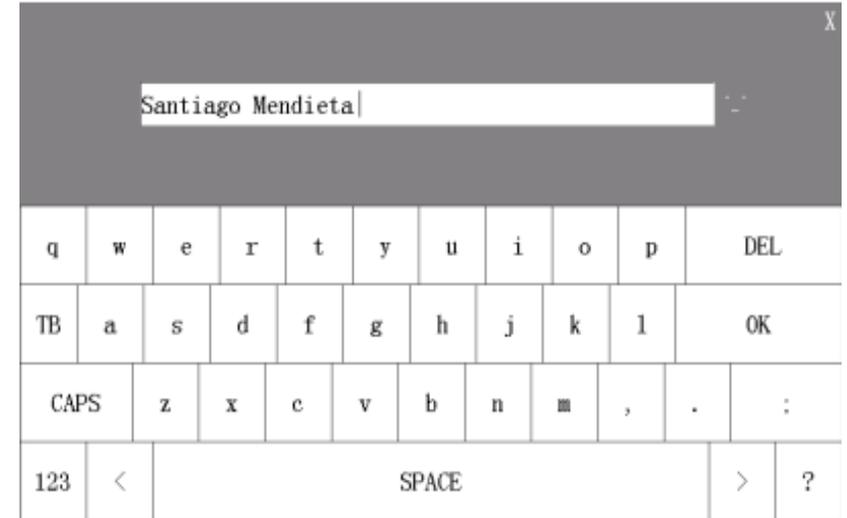
$$F_n = \frac{1}{2\pi} * \sqrt{\frac{k}{m}}$$



Diseño electrónico, eléctrico y de control



Diseño informático



Diseño informático

Menú de selección



Control de velocidad



Estadísticas



Monitoreo del contador

Ingresar Usuario

Cambiar Usuario

Cambio de usuario y contraseña

Nuevo usuario:



Santiago Mendieta

Nueva contraseña:



Ingresar Usuario



Diseño informático

Monitoreo del contador de brackets



Número de brackets contabilizados

0



Reiniciar el contador



Cronómetro

Minutos

Segundos

0

:

0

Iniciar

Reiniciar

Detener

Control

Estadísticas

Menú

Control remoto de la velocidad de alimentación del sistema



Velocidad cero



Desactivar control remoto

Velocidad alta

Velocidad media

Velocidad baja

Monitoreo

Estadísticas

Menu



Diseño informático

Estadísticas del contador de brackets

Número de brackets contabilizados 

Porcentaje contabilizado %

Ingrese el # de brackets máximo Porcentaje máximo

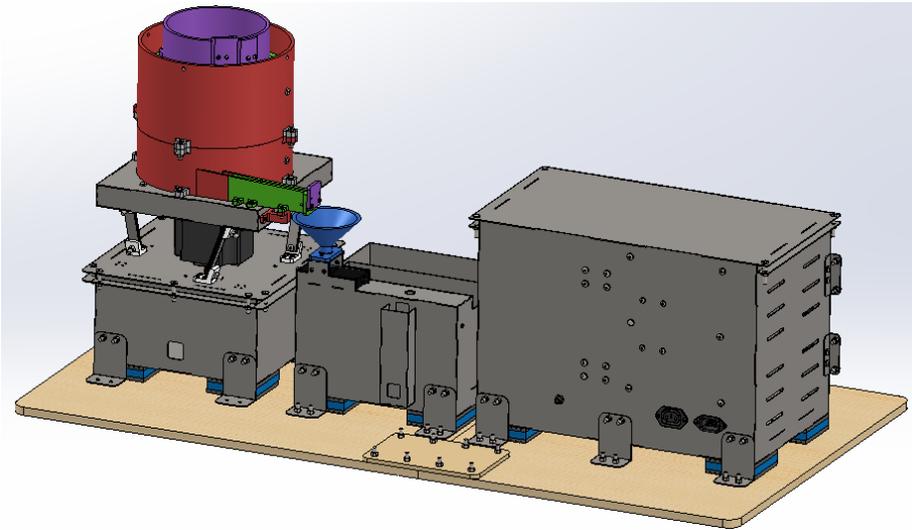
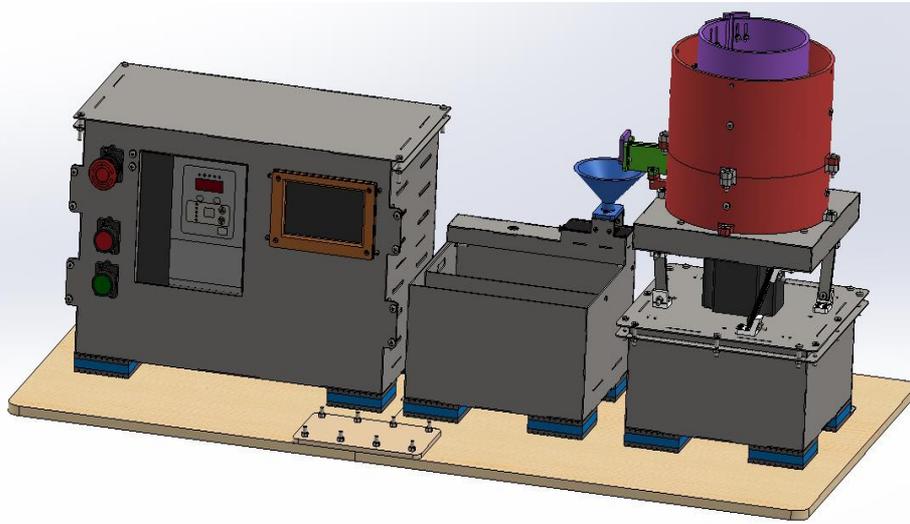
0 0%



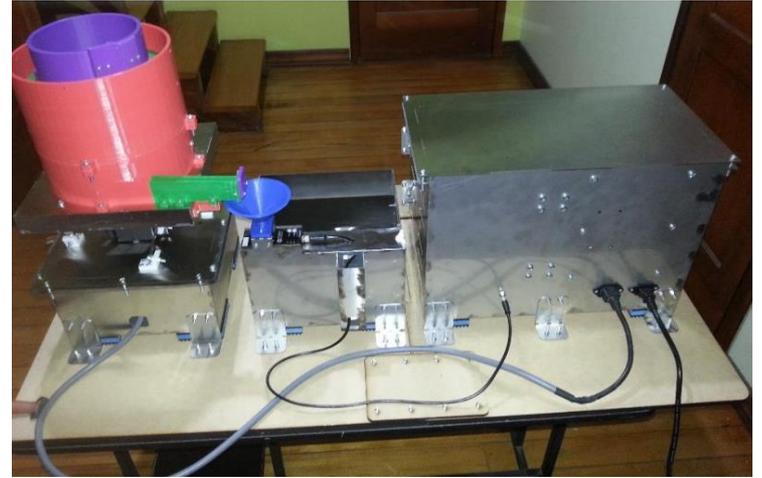
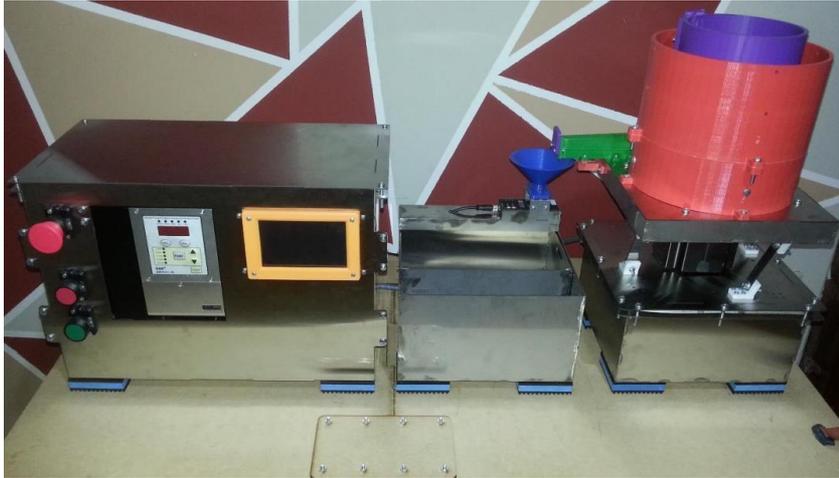
Calculator interface showing the number 1000 in the display. The keypad includes digits 1-9, 0, a decimal point, a minus sign, a DEL key, and an OK key.



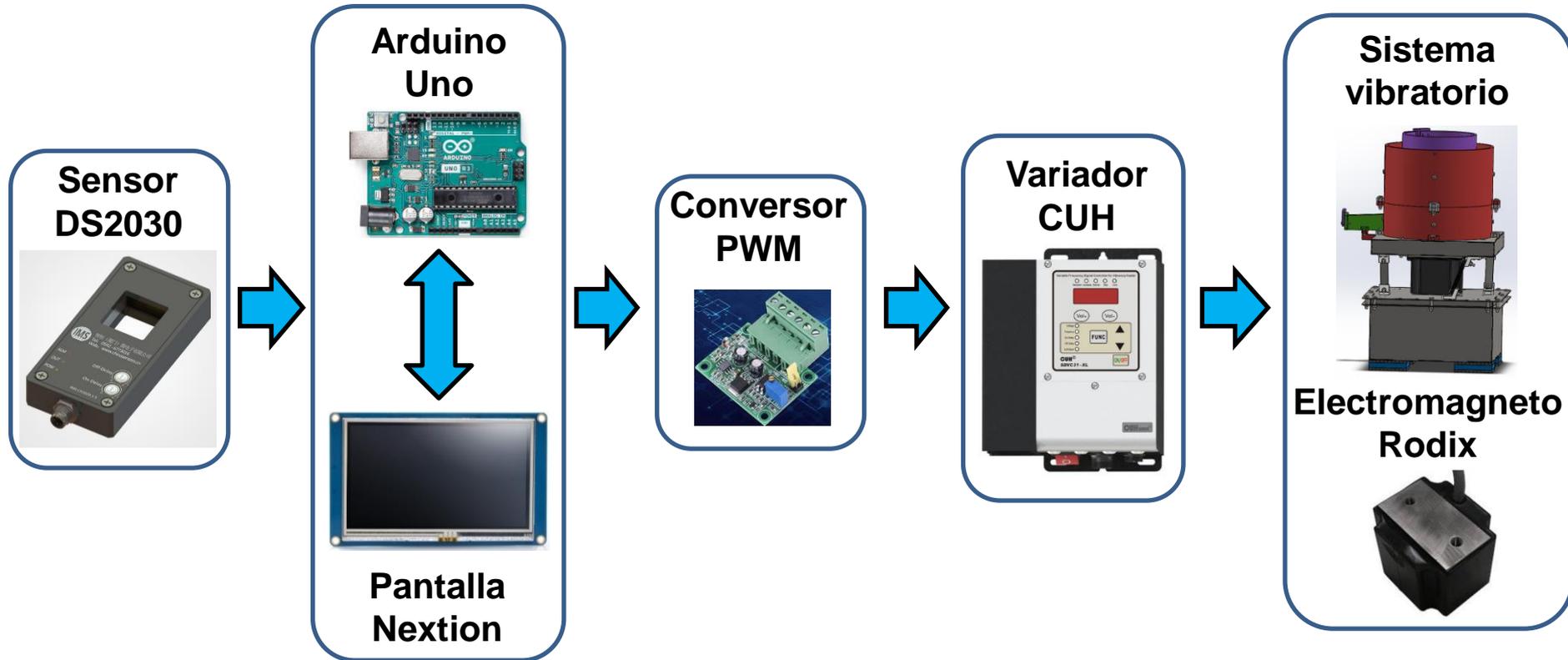
Diseño CAD obtenido



Construcción del sistema



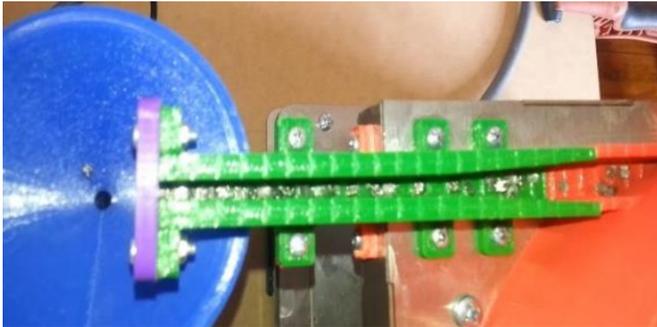
Arquitectura de control del sistema



Pruebas realizadas



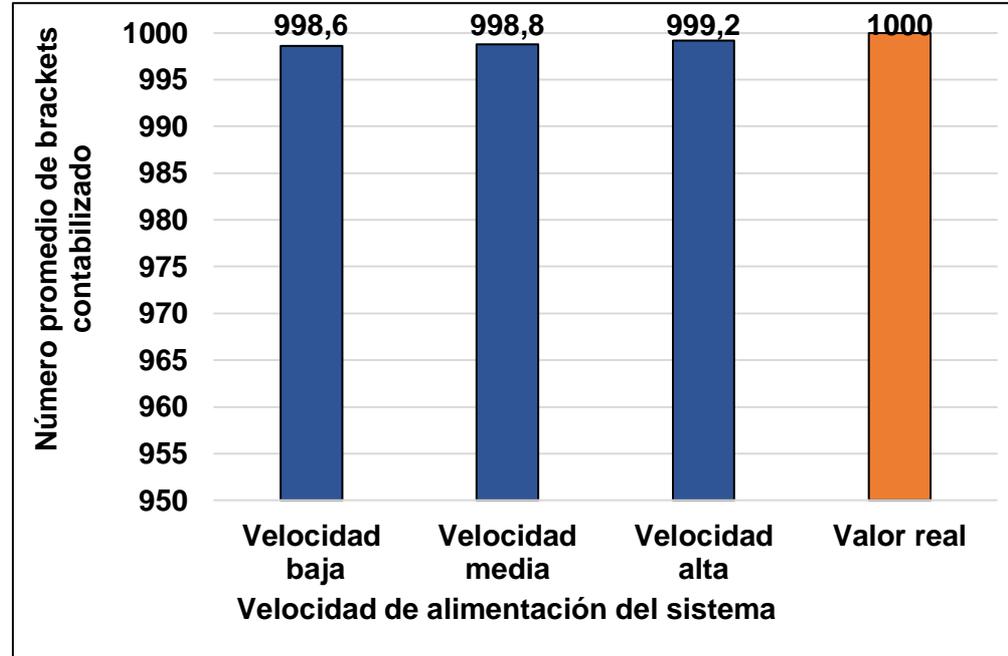
Pruebas realizadas



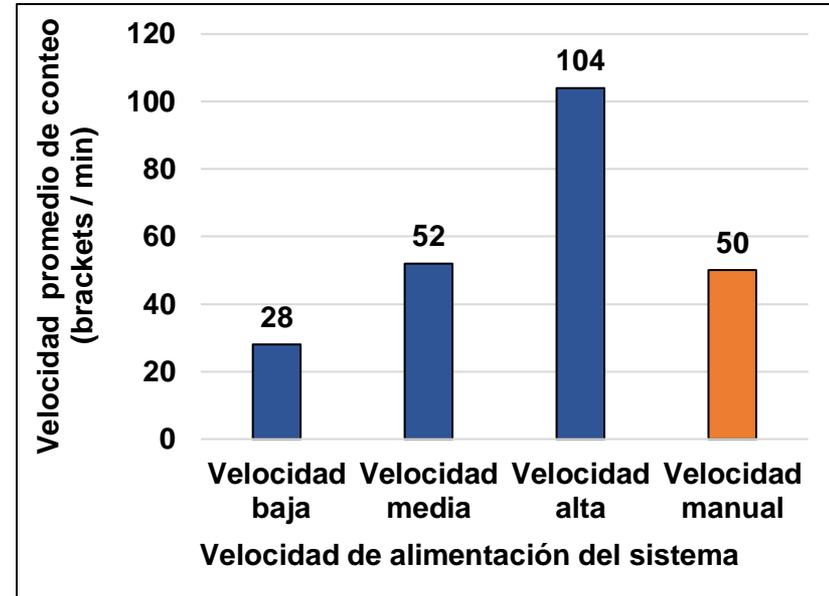
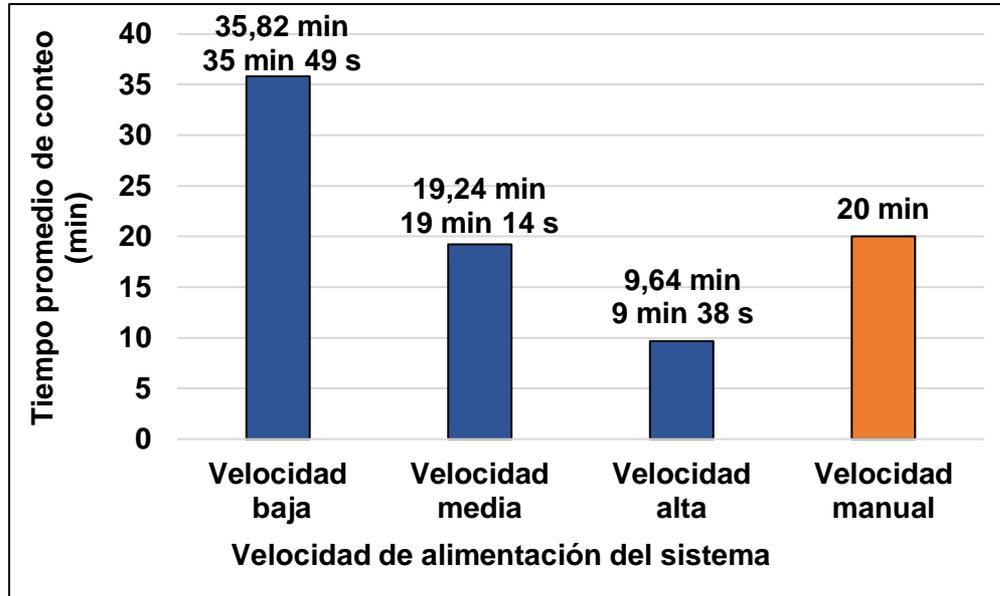
Pruebas realizadas



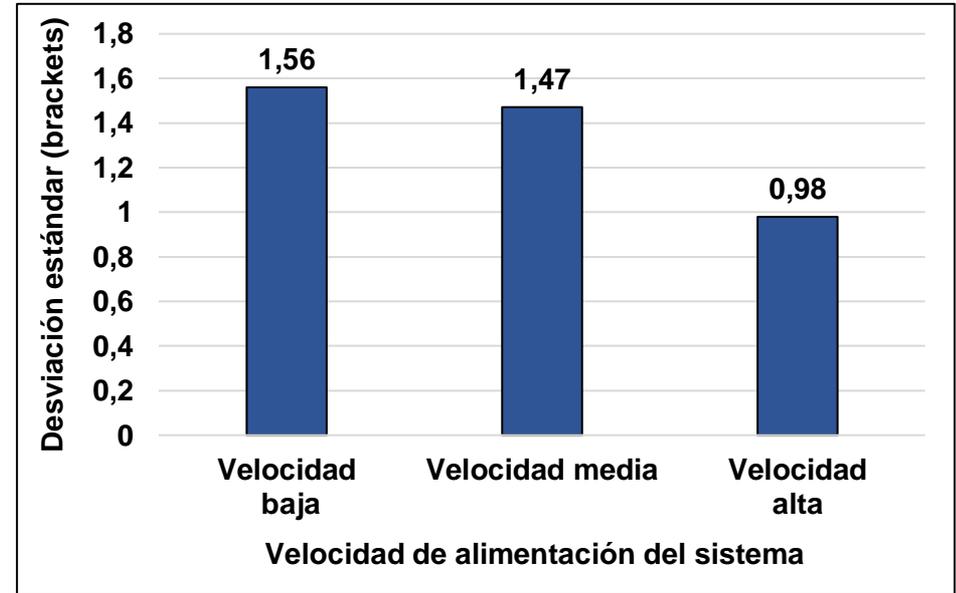
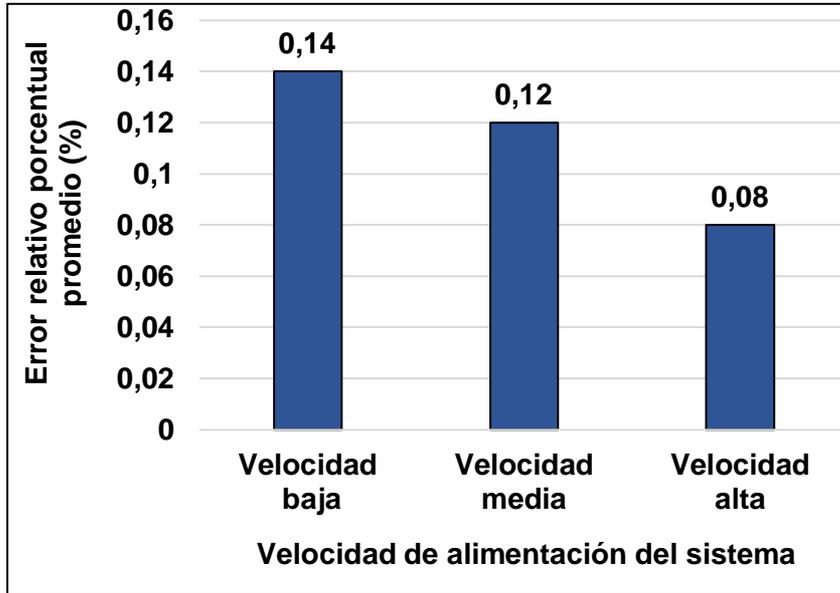
Resultados obtenidos



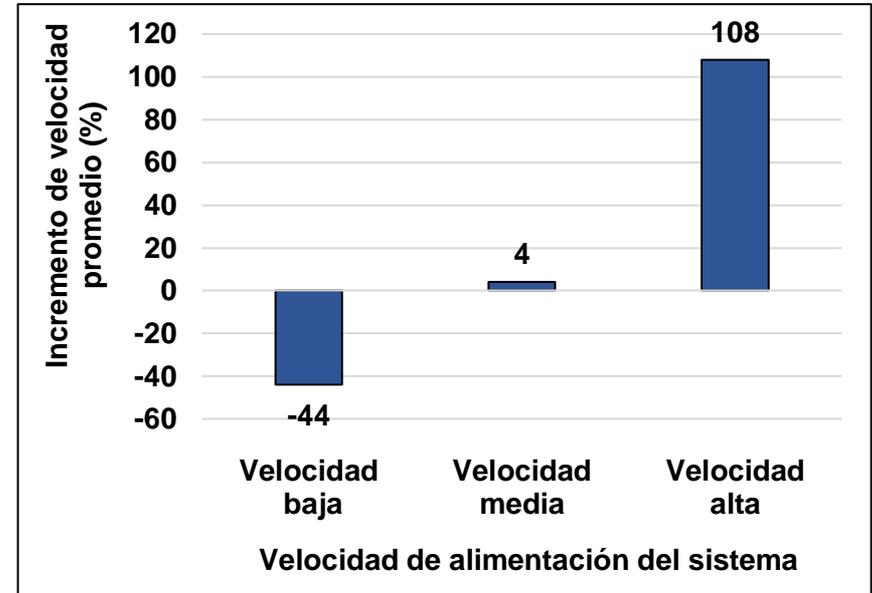
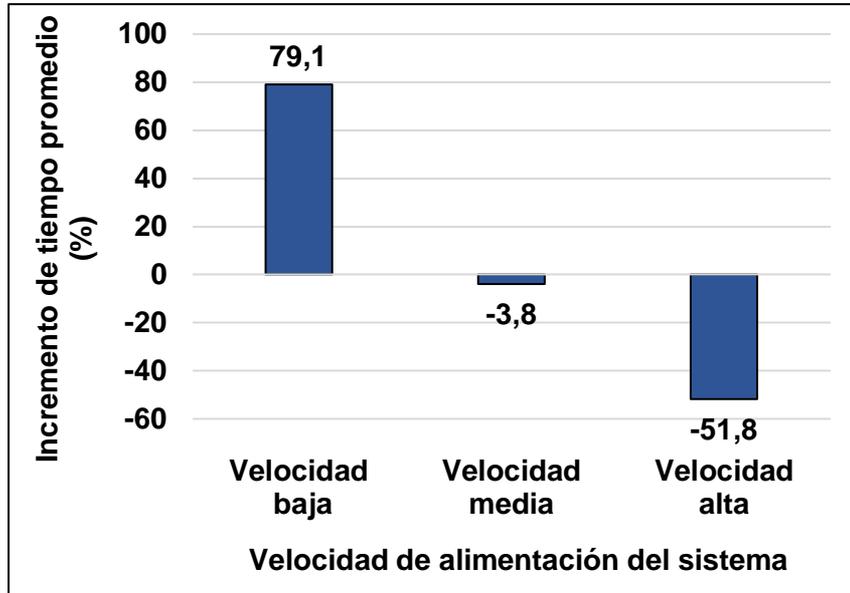
Resultados obtenidos



Resultados obtenidos



Resultados obtenidos



Conclusiones

Exactitud

- Mayor exactitud en la velocidad alta con respecto a las otras velocidades.

Repetibilidad

- Mayor repetibilidad en la velocidad alta con respecto a las otras velocidades.

Velocidad

- Mayor velocidad de conteo en velocidad media y alta con respecto a la manual.



Recomendaciones

Evitar errores en el conteo

- Revisión previa de los brackets.

Rango de velocidad de uso

- Entre la velocidad baja y la velocidad alta.

Seguridad del operador

- Uso de equipo de protección auditiva.



¡Muchas gracias!



¿Preguntas?



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Contactos:

Autor

Mendieta Carrión Santiago Andrés
(samendieta@espe.edu.ec)

Tutor

Ing. Gómez Reyes Alejandro Paúl. Msc
(apgomez@espe.edu.ec)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Referencias

- Alvarado, M. (2013). *Sensores ópticos*. WordPress. Obtenido de <https://tecnologiainformaticasi.files.wordpress.com/2013/12/sensores-c3b6pticos.pdf>
- Arce, K., & Rodríguez, E. (2020). *Capítulo 3: Brackets*. Berri. Obtenido de [https://www.berri.es/pdf/ORTODONCIA%20CONTEMPORANEA%E2%80%9A%20Diagn%C3%B3stico%20y%20tratamiento%20\(Libro%20+%20eBook\)/9789804300387](https://www.berri.es/pdf/ORTODONCIA%20CONTEMPORANEA%E2%80%9A%20Diagn%C3%B3stico%20y%20tratamiento%20(Libro%20+%20eBook)/9789804300387)
- Arduino. (2020). *Arduino Uno Rev3*. Arduino. Obtenido de <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>
- AVITEQ. (2022). *Transportador vibratorio*. Alemania: AVITEQ. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/aviteq-vibrationstechnik-gmbh/product-15626-1216179.html>
- AVITEQ. (2023). *Transportador vibratorio*. Alemania: AVITEQ. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/aviteq-vibrationstechnik-gmbh/product-15626-254846.html>
- AZDent. (2023). *Brackets metálicos ortoclásicos*. AZDent. Obtenido de <http://www.azdentdental.com/orthodontic-products/dental-brackets/orthoclassic-metal-brackets.html>



Referencias

- Bartelotty, E. (2015). *Riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo y su incidencia en el desempeño laboral*. Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1246/1/75812.pdf>
- Céspedes, J., More, K., & Marrufo, A. (2014). *Transportadores vibratorios*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://toaz.info/doc-view-2>
- Clínica Dental Tacna. (2023). *Brackets de resina*. Tacna: Clínica Dental Tacna. Obtenido de <https://clinicadentaltacna.cl/brackets/esteticos/resina/>
- Control Real. (2015). *Sensor fotoeléctrico*. Ciudad Satélite: Control Real. Obtenido de <https://controlreal.com/es/sensor-fotoelectrico/>
- Dentared Odontology Services, S.L. (2023). *Brackets autoligado cerámico Roth 0,22" Sensation (5 usd.) - OrthoTechnology*. Madrid: Dentared Odontology Services, S.L. Obtenido de <https://www.dentaltix.com/es/ortho-technology/brackets-autoligado-ceramico-roth-022-sensation-5ud>



Referencias

- Espejo, F. (2015). *Evaluación del nivel de riesgo por movimientos repetitivos en la actividad de clasificadores de flores y propuesta de medidas correctivas*. Quito: Universidad Internacional SEK. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1409/1/EVALUACION%20DEL%20NIVEL%20DE%20RIESGO%20POR%20MOVIMIENTOS.pdf>
- Flores, R. (2018). *Sensores fotoeléctricos*. San José: Elvatron. Obtenido de <https://www1.elvatron.com/sensores/sensores-fotoelectricos>
- IMS Sensor. (2023). *DS Series counting sensor*. Xiamen: IMS Sensor. Obtenido de <https://sensor.com.sg/en/product/%E5%B0%8F%E6%A1%86%E5%9E%8B%E8%AE%A1%E6%95%B0%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8ds%E7%B3%BB%E5%88%97/>
- Inter S.A. (2017). *Transportadores vibratorios de productos deshidratados*. Santiago de Chile: Inter S.A. Obtenido de https://inter-chile.com/maquinas/transportador_deshidratados/#
- Itead. (2023). *NX4827T043 – Nextion 4.3” Basic Series HMI Touch Display*. Itead. Obtenido de <https://itead.cc/product/nx4827t043-nextion-4-3-basic-series-hmi-touch-display/>



Referencias

- Kuuleyn. (2023). *Kuuleyn Módulo convertidor de frecuencia a voltaje, 1-3KHZ 0-10V PWM Módulo convertidor de señal a voltaje, placa analógica digital*. Amazon. Obtenido de https://www.amazon.com/dp/B091B6LGXB?psc=1&ref=ppx_yo2ov_dt_b_product_details
- Keyence Corporation. (2023). *¿Qué es un sensor fotoeléctrico?* Ciudad de México: Keyence Corporation. Obtenido de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>
- Montt, S., Lizarazo, P., Quiñones, S., Redondo, R., & Rueda, H. (2020). *Conocimientos y prácticas sobre odontología amigable con el medio ambiente en estudiantes de primero a décimo semestre de la Universidad Santo Tomás, Floridablanca*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30819/2020Qui%C3%B1onesSilvia.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Nanjing CUH Science & Technology co.,Ltd. (2022). *SDVC31-XL (6A) Variable Frequency Digital Controller for Vibratory Feeder*. Nanjing: CUH. Obtenido de <https://en.cuhnj.com/href/html/prodXq1?product=25>



Referencias

- Ochoa, P. (2016). *Eficacia de los métodos de reacondicionamiento de los brackets en relación a su resistencia a la tracción. "Estudio in vitro"*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24566/1/Tesis.pdf>
- Ortho-Clean International. (2023). *Las ventajas del reacondicionamiento*. Ortho-Clean International. Obtenido de <https://ortho-clean.com/es/las-ventajas>
- Rodix, Inc. (2020). *Coil, Extra-Large, 120 VAC with 5' cord, used on 18" - 36" drives*. Rockford: Rodix, Inc. Obtenido de <https://catalog.rodix.com/item/coils/coils-for-vibratory-drive-bases/006-042-0081>
- Torres, J., Rodríguez, G., & Díaz, S. (2008). Caracterización de un banco de pruebas para la enseñanza de vibraciones mecánicas. *Revista Ciencia e Ingeniería Vol. 29, No. 3*, 285-292. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/279501838_Caracterizacion_de_un_banco_de_pruebas_para_la_ensenanza_de_vibraciones_mecanicas
- White, G. (2010). *Introducción al Análisis de Vibraciones*. Woburn: Azima DLI. Obtenido de <https://termogram.com/images/pdf/analisis-vibraciones/introduccion-al-analisis-de-vibraciones-azima-dli.pdf>

