

Ballesta de Yucadestreza

Cituk Arely, Cuevas Moisés, Escalante Roberto, Sánchez Vanessa
UNIVERSIDAD MODELO

Resumen—Estas instrucciones le dan pautas por preparar los artículos producto del desarrollo de proyectos finales de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Modelo, basado en la plantilla para documentos para las TRANSACCIONES y PERIÓDICOS del IEEE.

En este proyecto elaboraremos una ballesta en la cual su principal propósito es hacer un tiro parabólico, para así poder caer en un contenedor. Los problemas por resolver es poder calcular la velocidad que va a tener el proyectil, los posibles lanzamientos que se pueden realizar, las medidas de los ángulos, la temperatura del lugar, la trayectoria del proyectil y la fuerza que pueda ejercer la ballesta al lanzar el proyectil.

Índice de Términos—Ballesta, Construcción, Equipo, Tiro parabólico.

I. INTRODUCCIÓN

La fabricación de la ballesta es un proceso industrial importante debido a la amplia utilización de este material en aplicación mecánicas, automotrices y domésticas. La ballesta, por sus propiedades de elasticidad, resistencia y duración, requiere transformaciones específicas que incluyen selección de materia prima, mezclado, conformado y vulcanización. Este proceso no solo busca construir una ballesta, sino también fomentar el pensamiento técnico, la planificación estructurada y el respeto por las buenas prácticas en el taller. Cada etapa será documentada con fotografías, planos y

observaciones para facilitar el aprendizaje colaborativo y la mejora continua.

II. FASE I: PREPARACIÓN Y PLANEACIÓN

A. Antecedentes

Investigación: Es un arma de proyectiles que utiliza un dispositivo de lanzamiento elástico, similar a un arco, montado horizontalmente en un marco. Dispara el proyectil llamado pelota. La ballesta funciona utilizando una energía almacenada en un arco para lanzar una flecha o virote en la cual una persona tira de la cuerda hacia atrás en donde es enganchado en un pestillo que la mantiene fija de manera que esta esté posicionada a una distancia correcta para así poder encestar correctamente la pelota en el objetivo específico. La ballesta lo que hace es convertir la energía mecánica en energía cinética para que cuando se presione el gatillo esta suelte el elástico en ella transfiere la energía acumulada que provoca un impulso hacia adelante con gran velocidad. La ballesta sirve como herramienta para lanzar proyectiles con precisión y fuerza, y ha tenido usos en guerra, caza, deporte, recreación y educación a lo largo de la historia, además de que sirve desde el inicio de la vida del hombre desde la caza, para uso militar, para los deportes y para la educación.

El diseño de la ballesta se realizó considerando principios básicos de la mecánica clásica, especialmente en lo que respecta a la energía potencial, la cinemática del proyectil y la resistencia de materiales. Se seleccionaron materiales accesibles y seguros para su construcción, como madera, PVC, tornillos,

cuerdas elásticas y elementos reciclables, con el objetivo de fomentar la creatividad y el aprovechamiento de recursos disponibles.

Una vez construida la ballesta, se procedió a realizar un protocolo de pruebas que permitiera evaluar su desempeño en términos de alcance, precisión, fuerza de disparo y seguridad. Estas pruebas se llevaron a cabo en un entorno controlado, siguiendo medidas de seguridad adecuadas para evitar accidentes

Cálculos:

-Energía cinética del proyectil

-Esfuerzo de flexión máximo

-Fuerza de resorte máxima

-Velocidad del proyectil (estimada)

Fórmula

$$E_k = (6 \cdot F \cdot L) / (b \cdot h^3 \cdot E)$$

$$F_{\text{max}} = (b \cdot h^3 \cdot E) / (6 \cdot L)$$

$$s = q \cdot L^3 / (b \cdot h^3 \cdot E)$$

$$s \cdot q \cdot E = (L^3 / h^3) \cdot (E \cdot b) / E$$

$$h \cdot q \cdot E = (L^3 / s) \cdot (E \cdot b) / E$$

$$C = (E \cdot b \cdot h^3) / (4 \cdot L^3)$$

$$E_k = (1/2) \cdot m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{(2 \cdot E_k / m)}$$

Este conjunto de fórmulas permite realizar un análisis más profundo del comportamiento de la ballesta, comparando los valores teóricos con los datos obtenidos experimentalmente. Además, facilita la identificación de posibles pérdidas de energía por fricción, deformaciones o errores de diseño, lo que contribuye a mejorar el prototipo y a reforzar el aprendizaje de los principios físicos involucrados.

B. Objetivos

Objetivo general: lograr que la pelota entre dentro del objetivo o canasta haciendo que haga un tiro parabólico.

Objetivo específico:

- Aplicar los conocimientos de física y matemáticas para calcular con precisión el ángulo de lanzamiento entre la ballesta y el objetivo, integrando variables como la velocidad inicial, la distancia al blanco y la aceleración gravitacional, a fin de optimizar la trayectoria del proyectil.
- Calcular la energía almacenada en el arco de la ballesta considerando la fuerza de tensión y la deformación del material para comprender su influencia en el alcance del disparo.
- Realizar pruebas experimentales del disparo para comparar los resultados obtenidos con los cálculos teóricos y ajustar el diseño o los parámetros de lanzamiento.

C. Idea del proyecto

Para este proyecto tuvimos varios tipos de ideas y propuestas en las cuales el diseño elegido para el proyecto nos guiamos en que la ballesta tuviera una gran distancia de lanzamiento, además de que buscábamos una estructura que pueda soportar todos los parámetros de la ballesta y la cual pudiera resistir el lanzamiento.

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño, construcción y evaluación funcional de una ballesta como parte de una práctica académica en el área de ingeniería mecatrónica. La ballesta es un dispositivo mecánico que utiliza la energía potencial elástica almacenada en una cuerda o resorte

para lanzar un proyectil a distancia. Este tipo de mecanismo ha sido utilizado históricamente en aplicaciones militares y de caza, pero en el contexto educativo, representa una excelente oportunidad para aplicar conocimientos de física, mecánica, diseño CAD, materiales y control.

El diseño de la ballesta se realizó considerando principios básicos de la mecánica clásica, especialmente en lo que respecta a la energía potencial, la cinemática del proyectil y la resistencia de materiales. Se seleccionaron materiales accesibles y seguros para su construcción, como madera, PVC, tornillos, cuerdas elásticas y elementos reciclables, con el objetivo de fomentar la creatividad y el aprovechamiento de recursos disponibles.

Una vez construida la ballesta, se procedió a realizar un protocolo de pruebas que permitiera evaluar su desempeño en términos de alcance, precisión, fuerza de disparo y seguridad. Estas pruebas se llevaron a cabo en un entorno controlado, siguiendo medidas de seguridad adecuadas para evitar accidentes.



III. FASE II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

A. Diseño

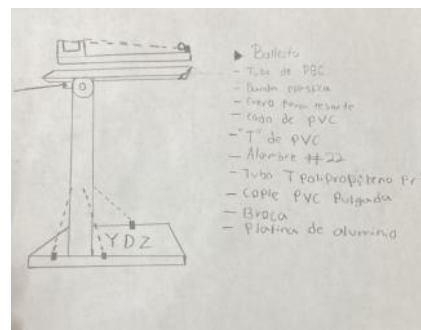
El proceso de elección de la ballesta teníamos la búsqueda de un diseño funcional

en comparación con los otros prototipos, también por la facilidad de los materiales, de el uso de las máquinas que debemos de utilizar y además por los costos de los materiales, además de que solo se necesitaba “copiar” el tipo de prototipo. Por lo cual el diseño elegido fue una ballesta como el prototipo que nos dieron desde el principio del Proyecto. El proceso de creación fue de manera rápida al conseguir los materiales.

Los cálculos realizados son en base al tiro parabólico en donde el movimiento bajo gravedad es la parábola buscando así su velocidad inicial y su velocidad final, además del tiempo de vuelo y su alcance, además de su altura máxima.

En esta subsección deberá describir el proceso de diseño del proyecto y especificar los cálculos realizados. Si se realizó alguna simulación del diseño, indicarlo y colocar los resultados obtenidos (si es el caso).

Incluir las imágenes que ayuden a describir el trabajo de desarrollo realizado.



B. Protocolo de pruebas

El presente protocolo tiene como objetivo evaluar el rendimiento, precisión y seguridad de una ballesta construida como parte de un proyecto escolar en el área de ingeniería mecatrónica. Para ello, se establecen una serie de pruebas controladas que permitirán obtener

datos cuantitativos y cualitativos sobre su funcionamiento.

Antes de iniciar las pruebas, se realiza una inspección previa del dispositivo para verificar que todos los componentes estén correctamente ensamblados, sin piezas sueltas ni daños visibles. Esta revisión garantiza que el equipo esté en condiciones óptimas para operar de forma segura.

Las pruebas se llevan a cabo en un espacio abierto y seguro, donde se instala una diana o blanco a distintas distancias predeterminadas, por ejemplo, 5, 10 y 12 metros. Se utilizan proyectiles diseñados específicamente para el modelo de ballesta, y se cuenta con instrumentos de medición como cinta métrica, cronómetro o sensores de velocidad.

Durante la fase de disparo, se realizan al menos cinco disparos por cada distancia establecida. En cada disparo se registra la distancia alcanzada por el proyectil, la ubicación del impacto en la diana y, si es posible, la velocidad del proyectil. Estos datos permiten evaluar variables como el alcance máximo, la precisión, la consistencia entre disparos y la fuerza de disparo.



C. Análisis de resultados

Según nuestros objetivos específicos que eran calcular la energía almacenada en el arco

de la ballesta considerando la fuerza de tensión y la deformación del material para comprender su influencia en el alcance del disparo, además de determinar el ángulo óptimo de lanzamiento mediante fórmulas de tiro parabólico, relacionando velocidad inicial, distancia y altura del objetivo nuestros resultados obtenidos fueron similares a lo que esperábamos desde el principio, pudimos realizar los cálculos según su distancia, según su fuerza inicial y el rango de distancia que puede ocupar la ballesta.

En cuanto a la fuerza de disparo, aunque no se contó con un sensor de velocidad, se pudo observar que el proyectil mantenía una trayectoria estable en las distancias cortas, pero perdía impulso en las más largas. Esto indica que el sistema de tensión de la cuerda podría requerir ajustes para mejorar el rendimiento a largo alcance.

Respecto a la seguridad, no se presentaron fallos mecánicos ni retrocesos peligrosos durante las pruebas. El mecanismo de disparo funcionó correctamente y no se detectaron riesgos de activación accidental, lo que confirma que el diseño es seguro para su uso en entornos escolares.



IV. CONCLUSIONES

La construcción de una ballesta no solo representa un ejercicio práctico en manufactura y diseño mecánico, sino también una puerta de entrada al pensamiento ingenieril. A través de este proyecto, se han integrado conocimientos de geometría, resistencia de materiales,

cinemática y seguridad industrial, demostrando cómo una herramienta aparentemente simple puede convertirse en un vehículo de aprendizaje profundo. Lo que este proyecto demuestra es que la ingeniería no solo construye objetos, sino también ideas. La ballesta, en este contexto, se convierte en una plataforma para explorar, enseñar y evolucionar. Su creación es el inicio de una conversación más amplia sobre cómo transformar conceptos clásicos en soluciones modernas, seguras y educativas, ayudándonos a los del primer semestre a aprender a realizar proyectos que fomenten el aprendizaje en la carrera.

REFERENCIAS

Bonet Collazo, O., Mazot Rangel, A., Casanova González, M., & Ramón Cruz Pérez, N. (2023). Proyecto de investigación y tesis. Guía para su elaboración. MediSur, 210.
http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727897X202300100274

Colín Rojas, J. A., & Montiel Calzadilla, E. (2023). Citas y referencias bibliográficas en la escritura académica. Universidad Nacional Autónoma de México.
https://bibliotecas.tic.unam.mx/citas/Documento_Citas_y_referencias_bibliograficas0623.pdf

Gonzales, J. (2024). Proyecto final Física I: Ballesta. Universidad Tecnológica del Perú.
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-del-peru/calculoaplicado-a-la-fisica-1/proyecto-final-fisica-i-ballesta/107557498>

Autores

Bonet Collazo, O., Mazot Rangel, A., Casanova González, M., & Ramón Cruz Pérez, N.

Son académicos cubanos vinculados al área de investigación científica y metodología en educación superior. Han publicado en la revista MediSur, enfocándose en guías prácticas para la elaboración de proyectos de investigación y tesis, especialmente en contextos universitarios.

Colín Rojas, J. A. & Montiel Calzadilla, E.

Profesores e investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), especializados en escritura académica, citación y normativas bibliográficas. Su trabajo busca fortalecer las competencias de redacción y documentación en estudiantes universitarios.

Gonzales, J. Autor de un proyecto académico aplicado en la Universidad Tecnológica del Perú, centrado en el diseño y análisis físico de una ballesta como parte de la asignatura de Física I. Su enfoque combina fundamentos teóricos con aplicación práctica en ingeniería básica.

ANEXOS

Ensayo individual de sus experiencias y aprendizajes en el desarrollo del proyecto:

El desarrollo del proyecto de la ballesta representó una experiencia integral que combinó habilidades técnicas, pensamiento crítico y trabajo metódico. Desde el diseño inicial hasta las pruebas finales, cada etapa me permitió explorar de manera práctica conceptos fundamentales de mecánica, manufactura y seguridad industrial.

Uno de los aprendizajes más significativos fue comprender cómo la energía potencial elástica puede transformarse en energía cinética mediante un mecanismo de disparo controlado. Este principio, aunque conocido en teoría, adquirió una nueva dimensión al aplicarlo en la construcción real del arco y el sistema de tensión. La selección de materiales fue otro punto clave: evaluar la resistencia, flexibilidad y durabilidad de la madera y el metal me enseñó a tomar decisiones informadas basadas en propiedades físicas y funcionales.

Durante la fabricación, enfrenté desafíos que exigieron precisión y paciencia. El corte de piezas, el lijado fino, la perforación exacta y el ensamblaje del gatillo fueron tareas que reforzaron mi destreza manual y mi capacidad para seguir procedimientos técnicos. Aprendí a interpretar planos, ajustar medidas y verificar tolerancias, lo cual fortaleció mi comprensión del trabajo en taller como una disciplina rigurosa y segura.

Además, este proyecto me permitió reflexionar sobre la importancia de la seguridad. Implementar protocolos como el uso de guantes, gafas de protección y revisión constante del estado de las herramientas me hizo consciente de los riesgos inherentes al trabajo mecánico y de la responsabilidad que implica prevenir accidentes.

Más allá de lo técnico, el proyecto fomentó en mí una actitud de mejora continua. Las pruebas de disparo revelaron áreas de oportunidad en el diseño, lo que me motivó a realizar ajustes, reforzar uniones y optimizar el mecanismo de disparo. Esta iteración constante me enseñó que el error no es un obstáculo, sino una oportunidad para aprender y perfeccionar.

Finalmente, comprendí que la ballesta no es solo un objeto funcional, sino una plataforma educativa. Su construcción puede adaptarse para enseñar física, geometría, diseño mecánico y ética en el uso de herramientas. Me inspiró a pensar en futuras aplicaciones: desde prototipos de lanzadores en robótica hasta simuladores de fuerza en prácticas de laboratorio.

En conclusión, el proyecto de la ballesta fue una experiencia enriquecedora que consolidó mis conocimientos técnicos, fortaleció mi disciplina en el taller y despertó nuevas ideas sobre cómo aplicar la ingeniería en contextos educativos. Cada tornillo, cada medida y cada prueba fueron parte de un proceso que me hizo crecer como estudiante, como creadora y futura profesional.

Diagramas esquemáticos en extenso
Modelado por computadora Listado
de costos y componentes:

Proyectos I
Creación de la ballesta.

5

- Tubo de pvc de pulgada $\frac{1}{2}$ \$15.00 BOXITO
- Banda elástica \$100.00 SUPERMERCADO
- Cinchos \$20.00 TLAPALERIA
- Cuero para la resortera \$40.00 RETAZO DE TELA
- Barra de aluminio o tabla de madera \$85.00 BAJCE
- Codos de pvc \$3.00 BOXITO
- "T" de pvc \$6.00 BOXITO
- Alambre #22 \$30.00 TLAPALERIA
- Tubo T polipropileno pr $\frac{3}{4}$ BOXITO
- Cople pvc pulgada \$5.00 BOXITO
- Broca (TALLER DE HERRAMIENTAS)
- Platina de aluminio \$55.00 ALUMAYAB

Proyectos I