REVISTA INCAING
ISSN 2448 9131

Prototipado CAD de un equipo de sacrificio de pollos para manufactura en CNC

Gonzalo Partida Ochoa, Rubén Jesús Pérez López, Luis Gabriel González Vázquez, María Mojarro Magaña[4], Francisco Cueto Valencia[5], José Armando Estrada Fonseca[6].

Resumen - El Diseño CAD (Diseño Asistido por Computadora) es fundamental en la construcción de máquinas o equipos, ya que facilita la creación, modificación y optimización de modelos y planos técnicos con alta precisión. Estos modelos visuales son fundamentales para validar ideas, recibir retroalimentación temprana e identificar posibles inconvenientes. En este artículo se presenta el proceso de diseño de un equipo para sacrificio de pollos utilizando los módulos de croquis y operaciones de SolidWorks, logrando como resultado un diseño CAD de un dispositivo que permite el sacrificio de pollos de manera automática sin la necesidad de la interacción del ser humano durante el degollado, este dispositivo disminuye significativamente el tiempo de corte del cuello del pollo, aumentando la eficiencia en la cantidad de pollos degollados por hora y conservando la calidad de la operación durante el proceso de sacrificio y faenamiento de aves.

Índice de Términos – Optimización de procesos avícolas, prototipado CNC, industria avícola, Diseño CAD.

I. INTRODUCCIÓN

El dibujo técnico es esencial en la construcción de máquinas o equipos, ya que actúa como el lenguaje universal para comunicar ideas, especificaciones y detalles de diseño entre ingenieros, diseñadores y fabricantes.

Los dibujos permiten expresar de manera precisa y comprensible las dimensiones, formas y características de las piezas y ensamblajes de una máquina, lo que facilita la correcta interpretación por parte de todos los involucrados en el proceso de fabricación, evitando errores que puedan comprometer la calidad o funcionalidad de los equipos [1]. Además, sirve como base para planificar la construcción de las máquinas, permitiendo a los fabricantes conocer los materiales, las tolerancias y los métodos de ensamblaje necesarios. Los dibujos técnicos también funcionan como un registro documental del diseño, lo que es útil tanto para futuras modificaciones como para el mantenimiento y reparación de máquinas [2].

En la actualidad, las empresas procesadoras de cárnicos del sector avícola, en su proceso de faenamiento, tienen como objetivo transformar el pollo vivo en un producto listo para su comercialización y consumo [3]. Dentro de este proceso se identificó una deficiencia en el degollamiento, ya que este debe realizarse inmediatamente después de que el pollo pasa por el proceso del aturdidor. Un aturdimiento y desangrado inadecuados contribuyen a problemas de calidad de la carcasa, como vasos sanguíneos reventados o huesos rotos, lo que deriva en pérdidas de productividad [4]. Actualmente, los modelos de matanza existentes carecen de herramientas diseñadas para realizar el degollado inmediatamente después del aturdidor, lo que ocasiona que el pollo recupere la movilidad y se golpee durante el degollado.

II. METODOLOGÍA

1. Estado del arte

El Dibujo Asistido por Computadora (CAD, por sus siglas en inglés) es una disciplina que ha transformado significativamente el diseño y la ingeniería en diversas áreas. Desde su invención, ha evolucionado de simples herramientas de dibujo digital a complejos sistemas utilizados para crear, modificar, analizar y optimizar diseños en 2D y 3D.

El concepto de CAD surgió en la década de 1960 [5], cuando investigadores de la Universidad de Massachusetts y otras instituciones comenzaron a experimentar con sistemas computacionales para facilitar el diseño técnico. Los primeros sistemas CAD estaban enfocados en la ingeniería y el diseño industrial, siendo los más conocidos el "Sketchpad" de Ivan Sutherland [6],

Dr. Gonzalo Partida Ochoa Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. gonzalo.po@cdguzman.tecnm.mx
Dr. Rubén Jesús Pérez López Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. ruben.pl@cdguzman.tecnm.mx **(autor corresponsal).**
M. E. C. Luis Gabriel González Vázquez Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. luis.gv@cdguzman.tecnm.mx
[4] Dra. María Mojarro Magaña Docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Cd. Guzmán, México. maria.mm@cdguzman.tecnm.mx
[5] Estudiante Francisco Cueto Valencia NC 19290668 l19290668@cdguzman.tecnm.mx
[6] Estudiante José Armando Estrada Fonseca NC 19290686 l19290686@cdguzman.tecnm.mx

que permitió la interacción gráfica con la computadora. Sin embargo, los sistemas CAD evolucionaron rápidamente y, en los años 70, ya existían plataformas como el software AutoCAD (lanzado en 1982) [7], que marcaron una diferencia significativa en la precisión y la velocidad de los procesos de diseño.

A lo largo de las décadas, los sistemas CAD fueron integrándose con otras tecnologías como el modelado 3D [8], la simulación [9], la fabricación asistida por computadora (CAM) [10-11] y la ingeniería asistida por computadora (CAE) [12-15], mejorando la capacidad de diseñar productos más complejos y optimizados. Los diseños que se presentan en este artículo se realizaron en el software SolidWorks utilizando los módulos de croquis y operaciones [16].

2. Diseños

La metodología para el diseño CAD sigue una serie de pasos estructurados que permiten desarrollar productos de manera eficiente y precisa [17-18]. Generalmente, incluye las siguientes fases:

1. **Definición de requisitos:** Se establecen los objetivos, especificaciones y restricciones del diseño, considerando factores como funcionalidad, materiales y costos.
2. **Bocetos iniciales:** Se realizan representaciones preliminares del diseño, utilizando herramientas básicas CAD para explorar posibles formas y configuraciones.
3. **Modelado 3D:** Se desarrolla el modelo tridimensional del producto, aplicando las dimensiones exactas, materiales y características técnicas necesarias.
4. **Análisis y simulaciones:** El modelo 3D se somete a pruebas virtuales para evaluar su comportamiento bajo condiciones específicas, como cargas, temperatura o estrés, utilizando herramientas de simulación en el software CAD.
5. **Optimización del diseño:** Basado en los resultados de las simulaciones, se ajusta el diseño para mejorar su rendimiento, funcionalidad o eficiencia en la fabricación.
6. **Generación de planos y documentación:** Se crean planos detallados con todas las especificaciones técnicas necesarias para la fabricación, montaje y control de calidad.
7. **Revisión y validación:** Se revisa el diseño final para garantizar que cumple con los requisitos iniciales y se valida a través de prototipos o pruebas adicionales.
8. **Fabricación:** El diseño final se utiliza para la fabricación de las piezas, que luego se ensamblan para obtener el producto final.

Esta metodología garantiza un diseño preciso, eficiente y optimizado, minimizando errores y maximizando la calidad en la construcción de productos [19].

Durante el diseño en SolidWorks, se utilizó acero inoxidable como material de fabricación debido a que la empresa procesadora de cárnicos de la industria avícola nos pidió por normativa del sector utilizar dicho material. Se utilizaron las herramientas de línea, polilínea, círculo y arco de tres puntos del módulo de croquis para el diseño de todos los trazos de los diferentes prototipos, así como también extrusión lineal y corte del módulo de operaciones para la extrusión de los planos en 2D generados a partir del módulo de croquis 2D. Las restricciones para considerar fueron el espacio reducido destinado para dicho degollador, el cual proporcionó la empresa: 60x30x40 todas las dimensiones en cm.

Para la validación de los prototipos no se utilizaron los módulos de simulación y movimiento de SolidWorks ya que que se fabricaron los prototipos utilizando tecnología CNC, en específico un torno y una fresadora CNC y se probó su funcionalidad en campo, en la empresa que requirió dicho diseño.

III. RESULTADOS

Haciendo uso de la metodología antes descrita, se procedió al diseño CAD del prototipo inicial en SolidWorks. A continuación, se presenta el prototipo inicial en la Figura 1 tomando en cuenta todos los requisitos.

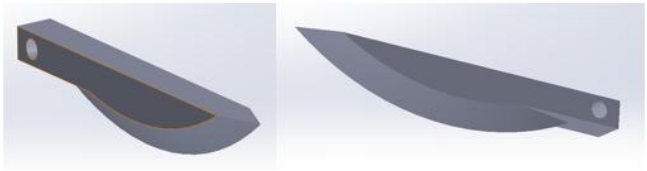

Fig. 1 Vistas isométricas del diseño CAD del equipo para degollado de pollos, prototipo inicial.

Realizando la prueba en campo del prototipo se encontró que el cuello del pollo a degollar se atascaba en el degollador, diagnosticando que la curvatura de la navaja era pronunciada y esto provocaba que se atascara, el diseño de la curvatura se observa en la Figura. 2.

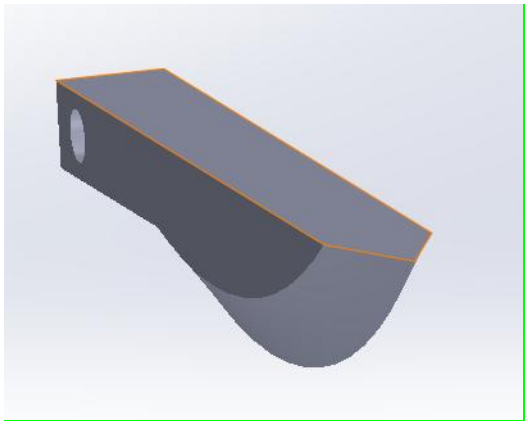

Fig. 2 Vista isométrica del diseño CAD curvatura, prototipo inicial.

Por tal motivo, se decidió disminuir la curvatura de corte de la navaja para evitar que el cuello del pollo se atore durante el proceso de degollado. Tomando en cuenta estas consideraciones de rediseño se procedió al diseño CAD del prototipo no. 2 en SolidWorks, ver Figura 3.

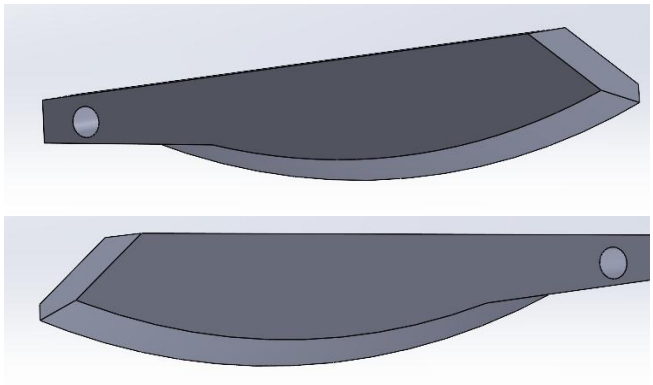

Fig. 3 Vista dimétrica del diseño CAD del equipo para degollado de pollos, prototipo no. 2.

Como se puede observar en la Fig. 4 la dimensión de la curvatura del prototipo no. 2 es menor a la del prototipo inicial.

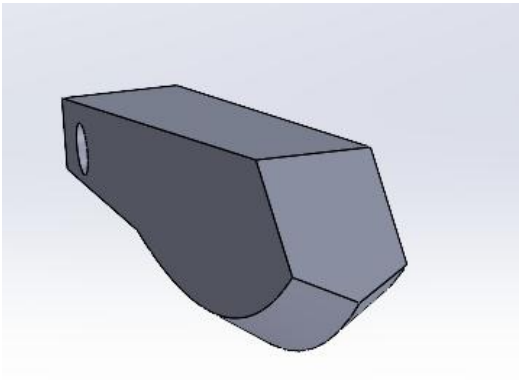

Fig. 4 Vista isométrica del diseño CAD del equipo para degollado de pollos, prototipo no. 2.

Se realizaron pruebas de campo al prototipo no. 2 y se encontró que el proceso de degollado fallaba, no alcanzaba a realizar el corte completo del cuello del pollo, por tal motivo se optó por aumentar las dimensiones de la navaja en concreto la longitud de corte de la navaja, dando lugar al siguiente diseño CAD prototipo no. 3, ver diseño en las Fig. 5, 6 y 7.

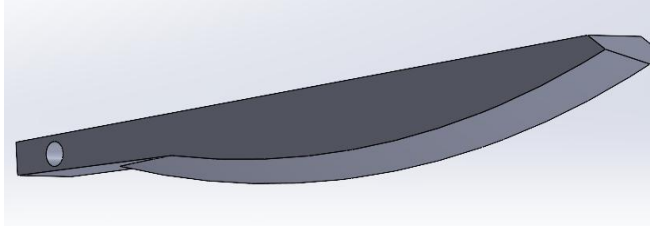

Fig. 5 Vista dimétrica del diseño CAD del equipo para degollado de pollos, prototipo no. 3.

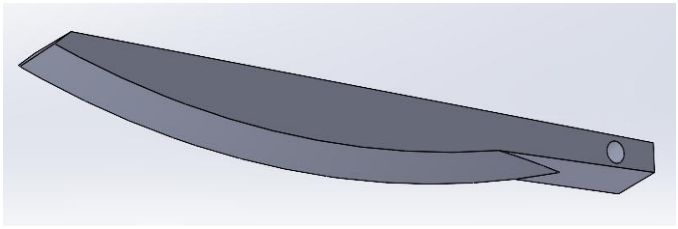

Fig. 6 Vista isométrica del diseño CAD del equipo para degollado de pollos, prototipo no. 3.

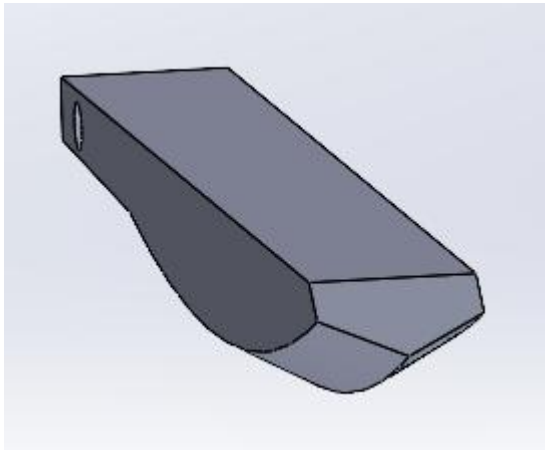

Fig. 7 Vista isométrica del diseño CAD del equipo para degollado de pollos, prototipo no. 3.

Se realizó la prueba del prototipo no. 3 en campo y no se encontraron problemas, obteniendo como resultado que los pollos quedaban completamente degollados y con un corte uniforme, sin importar el tamaño del ave. Así, este prototipo se considera ya un equipo destinado al sacrificio de pollos, para su implementación en plantas procesadoras industriales de carne.

En comparación con los trabajos previos donde se presentan otros métodos de degollado [20-21], este diseño mejora la eficiencia ya que no requiere de guías generalmente mayores a 30cm para el acomodo del cuello de los pollos, lo que provoca que con este dispositivo el pollo se sacrifique antes de que el efecto de aturdimiento desaparezca lo que implica una matanza más humana además de realizar un corte más eficiente ya que se realiza inmediatamente después del aturdimiento del pollo, y no requiere de consumo eléctrico como en [22] para el degollado por su funcionamiento mecánico, lo que disminuye los costos de producción debido al ahorro en energía eléctrica y a su vez aumenta la productividad ya que no requiere de una persona para que realice el degollado.

IV. CONCLUSIONES

El diseño CAD ha revolucionado el diseño en múltiples industrias, desde la ingeniería hasta la medicina. A medida que la tecnología continúa avanzando, el CAD se está integrando con nuevas tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la fabricación aditiva, lo que abre nuevas posibilidades para la innovación en diseño y producción. Las tendencias actuales indican un

futuro en el que el CAD se vuelve aún más accesible, intuitivo y eficiente, permitiendo a los diseñadores crear productos más complejos y personalizados con mayor facilidad. Para nuestro caso de estudio permitió el diseño de tres prototipos y la prueba en campo del funcionamiento éstos para encontrar fallas y tratar de eliminarlas mediante el rediseño CAD, obteniendo como resultado un equipo funcional mostrado el tercer prototipo, ver Fig. 5, 6 y 7.

Para la implementación de este prototipo una de las limitaciones que se tienen en campo es el espacio reducido con el que se cuenta entre el aturdidor y el degollador en la mayoría de empresas de este ramo lo que implica que aún con el tercer prototipo funcional, se puede disminuir aún más el tiempo de degollado para lograr el desangrado más eficiente, lo que se propone como trabajo futuro ante esta problemática es el diseño de un nuevo aturdidor que permita disminuir el tiempo de aturdimiento y con ello aumentar el tiempo de desangrado para el posterior proceso de descarne.

V. Reconocimientos

Agradecer al Tecnológico Nacional de México por el apoyo recibido para realizar el proyecto titulado “Desarrollo de materiales didácticos para potenciar la formación de estudiantes en torno CNC” con clave 21209.24-P. Así como a las honorables autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, representadas por el Director, Dr. Sergio Octavio Rosales Aguayo y la Subdirectora Académica Dra. María Guadalupe Sánchez Cervantes quienes con su apoyo encausan los esfuerzos de la comunidad docente para desarrollar recursos académicos que coadyuven al proceso de formación de los estudiantes.

Referencias

[1] Schneider, H., & Sappert, D. (2022). Manual práctico de dibujo técnico. Reverté.

[2] Sánchez Bautista, J. M. (2009). El ordenador en la didáctica del dibujo técnico (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

[3] Barrera Cango, Y. M. (2021). Diseño de un programa de producción más limpia para el mejoramiento del desempeño ambiental y de los procesos productivos de la planta de faenamiento de aves “Avícola RAPIVISA” situada en el cantón Lago Agrio–Sucumbíos.

[4] Humane Slaughter Association (2016). https://www.hsa.org.uk/downloads/practicalslaughterofpoultrydownload-spanish-2016.pdf

[5] Tornincasa, S., & Di Monaco, F. (2010, September). The future and the evolution of CAD. In Proceedings of the 14th international research/expert conference: trends in the development of machinery and associated technology (Vol. 1, No. 1, pp. 11-18).

[6] Sutherland, I. E. (1964, January). Sketch pad a man-machine graphical communication system. In Proceedings of the SHARE design automation workshop (pp. 6-329).

[7] Clayton, M. J., March, L., Mitchell, B., & Stiny, G. (2005). Computational design and AutoCAD: Reading software as oral history. In Proceedings of the 9th Iberoamerican Congress of Digital Graphics (pp. 103-107).

[8] Mun, D., Han, S., Kim, J., & Oh, Y. (2003). A set of standard modeling commands for the history-based parametric approach. Computer-aided design, 35(13), 1171-1179.

[9] Kurowski, P. (2015). Engineering analysis with SolidWorks simulation 2015. SDC publications.

[10] Beaman, J. J., Bourell, D. L., Seepersad, C. C., & Kovar, D. J. J. O. M. S. (2020). Additive manufacturing review: early past to current practice. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 142(11), 110812.

[11] Alic, J. A. (1993). Computer-assisted everything?: Tools and techniques for design and production. Technological Forecasting and Social Change, 44(4), 359-374.

[12]Walker, R. A., Shah, S. C., & Gupta, N. K. (1984). Computer-aided engineering (CAE) for system analysis. Proceedings of the IEEE, 72(12), 1732-1745.

[13]Chang, K. H. (2015). e-Design: computer-aided engineering design. Academic Press.

[14]Chang, K. H. (2013). Product manufacturing and cost estimating using CAD/CAE: the computer aided engineering design series. Academic Press.

[15]Kim, S. W., & Turng, L. S. (2004). Developments of three-dimensional computer-aided engineering simulation for injection moulding. Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering, 12(3), S151.

[16] Systemes, D. (2011). Solidworks. 2019. Dessault Systemes: Vélizy-Villacoublay, France, 434.

[17] Suárez Castrillón, A. M., Tafur Preciado, W., & Calderón Nieves, P. R. (2015). Aplicación de herramientas CAD/CAM para el diseño y fabricación de prototipos de moldes de inyección de plásticos. Tecnura, 19(46), 115-121.

[18] Bautista, J. D. M. (2020). Evolución de los softwares de simulación para el Diseño y Construcción en la Industria. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 5(8), 1332-1343.

[19] Erazo-Arteaga, V. A. (2022). El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina. *Información tecnológica*, *33*(2), 297-308.

[20] Vilca Garcia, R. (2019). Optimización del proceso de beneficio del pollo Broiler en la empresa agropecuaria La Campiña EIRL.

[21] Rivas López, A. D. J., Espinoza Gamboa, R. A., & Vanegas Rodríguez, H. V. (2020). *Evaluación del proceso de matanza y eviscerado de pollo de la empresa Avícola SA* (Doctoral dissertation, Universidad de Ciencias Comerciales).

[22] Gutiérrez Ortiz, S. A. (2019). Formulación de alternativas de producción más limpia para la planta de beneficio de Avidesa Mac Pollo SA.