

Diseño de una mascota robótica ambientada a la asistencia doméstica





Autor: Hernández Jurado

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Centro de Gestión Administrativa
Procesar la información
Bogotá D.C.
2023

Resumen:

Gracias a la cercanía entre el ser humano y la tecnología hoy en día, es posible crear robots que realicen una gran variedad de funciones facilitando la vida de las personas, es de esta manera que se piensa en un robot mascota que brinde asistencia doméstica junto a la compañía emulando a una mascota real, algo que según estudios ha beneficiado a las personas que pueden sufrir por la soledad.

En este artículo se presenta el proceso tomado para la definición de la apariencia de una mascota robot junto a sus funciones, para la cual se realizó el diseño en 3D de su estructura física, junto con el diseño electrónico-mecánico y de programación para su correcto funcionamiento. Se presenta la metodología para su creación y finalmente la impresión en 3D de sus piezas para un ensamble posterior.

Palabras clave: Robot, impresión 3D, PLA, planos, mascota, circuito, diseño 3D, programación.

Abstract:

Thanks to the closeness between humans and technology today, it is possible to create robots that perform a wide variety of functions, making people's lives easier. In this way, we think of a pet robot that provides domestic assistance along with the company emulating a real pet, something that according to studies has benefited people who may suffer from loneliness. This article presents the process

taken to define the appearance of a robot pet along with its functions, for which the 3D design of its physical structure was carried out, along with the electronic-mechanical and programming design for its correct functioning. The methodology for its creation and finally the 3D printing of its parts for subsequent assembly is presented.

Key words: Robot, 3D printing, PLA, plans, pet, circuit, 3D design, programming.

Introducción

El concepto de “interacción hombre – máquina” es un término que actualmente está cada vez más presente en la sociedad como la conocemos, gracias a los avances en los campos de la robótica y la inteligencia artificial lo que alguna vez fue ficción ahora puede ser real [1], la interacción entre hombre y máquina se presentan principalmente en los espacios laborales relacionados a la tecnología como lo son las fábricas, que hoy en día cuentan con un ambiente mucho más robotizado en comparación a décadas atrás, por otro lado gracias a dicha robotización ahora es posible observar la interacción en espacios mucho más alejados de la manufactura, como lo son establecimientos que han adoptado estos avances tecnológicos y los han aplicado con el fin de facilitar la interacción con los clientes, como lo es un restaurante que cuenta ahora con una asistencia digital para ordenar comida, en algunos aeropuertos es posible encontrar robots que brindan asistencia a las personas, algo similar se presenta en hoteles, en la explo-

ración de terreno, entre muchos más ámbitos laborales.

Estos avances dan a pensar la cantidad de posibilidades en los cuales se puede aplicar la robótica, es por eso que se establece la idea de brindar asistencia domestica a las personas de la mano de la compañía de una mascota robótica, ya que como algunos estudios han demostrado, es posible ayudar a las personas solitarias a evitar dicha soledad mediante el uso de mascotas robóticas [2] ya que como los robots han sido usados en variedad de servicios como lo es educacionalmente, aplicaciones terapéutas y demás proyectos aplicados a la sociedad [3], cabe la gran posibilidad de dirigir las aplicaciones robóticas a un ambiente doméstico, ya sea para combatir la soledad de adultos mayores[2] como para brindar asistencia a personas de todas las edades, desde niños que en el siglo actual ya nacen en una era tecnológica en la cual los juguetes ordinarios no son de su interés y optan por los denominados “Smart toys” , juguetes que cuentan con la tecnología para brindar diferentes beneficios como lo son los cognitivos, motores, sociales, desarrollo lingüístico entre otros[1][4].

Con el fin de generar una estrecha relación entre la robótica desde la perspectiva de una mascota tecnológica a la población menos atraída a esta, que actualmente son las personas que están cursando la universidad o ingresando en el mundo laboral[5], básicamente la población adolescente y adulta que al igual que los adultos mayores como los niños pueden obtener beneficios de este tipo de tecnología, ya sea para combatir la soledad, como para gene-

rar un relacionamiento con el mundo tecnológico como para brindar la asistencia doméstica establecida inicialmente.[2].

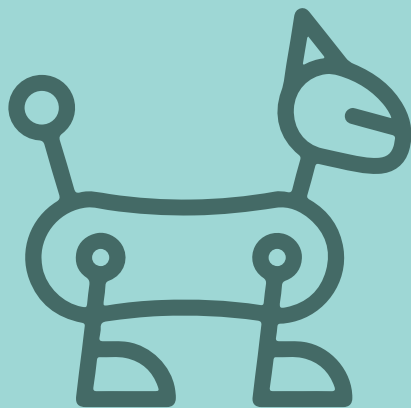
Dicho proyecto se encamina gracias a la combinación de diferentes disciplinas como lo son la mecánica, la electrónica, la programación, la ingeniería de control y la inteligencia artificial [6] que actualmente son base de muchos robots y dispositivos inteligentes, donde una mascota robótica basada en inteligencia artificial tiene la capacidad de generar aprendizaje de máquina, tener reconocimiento de voz, reconocimiento de espacios [4], así como también predecir algunas variables que afecten en su funcionamiento como las distancias, las formas de los obstáculos, entre otros.

Para alcanzar dicho objetivo se plantea en un inicio una encuesta básica para más de 20 personas con el fin de establecer la apariencia de la mascota a diseñar, siendo esta con el aspecto de un gato, a continuación, se hacen los bocetos y se procede a diseñar la mascota en 3D mediante el software de SolidWorks, al mismo tiempo se realizó el diseño del circuito electrónico y junto a ellos la programación correspondiente para las funciones básicas del robot.

Gracias a las herramientas que permite utilizar el software de diseño SolidWorks, fue posible hacer un análisis estático del diseño propuesto con el fin de dar a conocer los detalles físico-mecánicos con los que contará frente a diferentes magnitudes a las cuales será expuesta la mascota robótica, de esta manera se hacen ajustes al diseño para posteriormente proceder con la impresión 3D de la propuesta final.

Objetivo general

Diseñar y construir un robot mascota de tipo gato capaz de brindar tanto asistencia doméstica como compañía con la opción a suplir la necesidad de una mascota real.

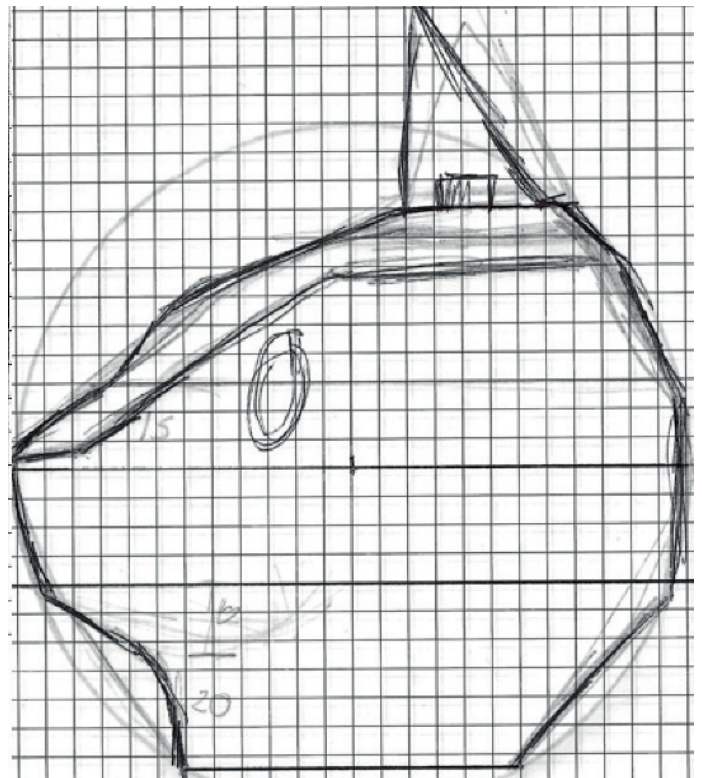


Objetivos específicos

1. Crear ideas iniciales del diseño de la mascota a partir de bocetos a mano y también mediante la utilización de una IA de creación de imágenes como apoyo en el mismo.
2. Realizar el diseño en 3 dimensiones de cada una de las piezas que conformarán el robot mascota.
3. Establecer las funciones a realizar por el robot y diseñar el circuito electrónico-mecánico necesario junto con la programación para el correcto desarrollo de las mismas.
4. Generar la impresión en 3D del diseño propuesto para el posterior ensamblaje y las respectivas etapas de prueba.

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se dividió el trabajo en diferentes secciones que van desde una encuesta inicial a una población con el fin de obtener la apariencia preferida por las personas seguido de una serie de bocetos y el diseño en 3D de la mascota para posteriormente imprimirla en 3D, al mismo tiempo se diseñó el circuito interno, se programaron las funciones y se realizaron las respectivas simulaciones para así poder verificar el correcto funcionamiento en una primera instancia.



Establecimiento del diseño

Para la primera sección se realizó una encuesta a 22 personas con el fin de establecer una apariencia inicial para el diseño de la mascota, se generaron diferentes preguntas como el tipo de apariencia, ya sea ficticia o real, el tamaño de la mascota, los colores, su funcionamiento, los riesgos considerados, entre otros.

En base a esta primera encuesta se estableció la apariencia de un gato para el robot, seguido a esto se realizaron 3 bocetos con diseños diferentes de gatos como robot mascota y nuevamente se generó una encuesta para establecer la apariencia más llamativa de los 3 bocetos presentados.

Diseño 3D y análisis estático

Al haber establecido la apariencia preferida en la encuesta se procedió a hacer bocetos con más detalles (figura 1) para posteriormente iniciar su diseño y construcción en el software SolidWorks, el cual permite diseñar piezas y elementos en tres dimensiones.

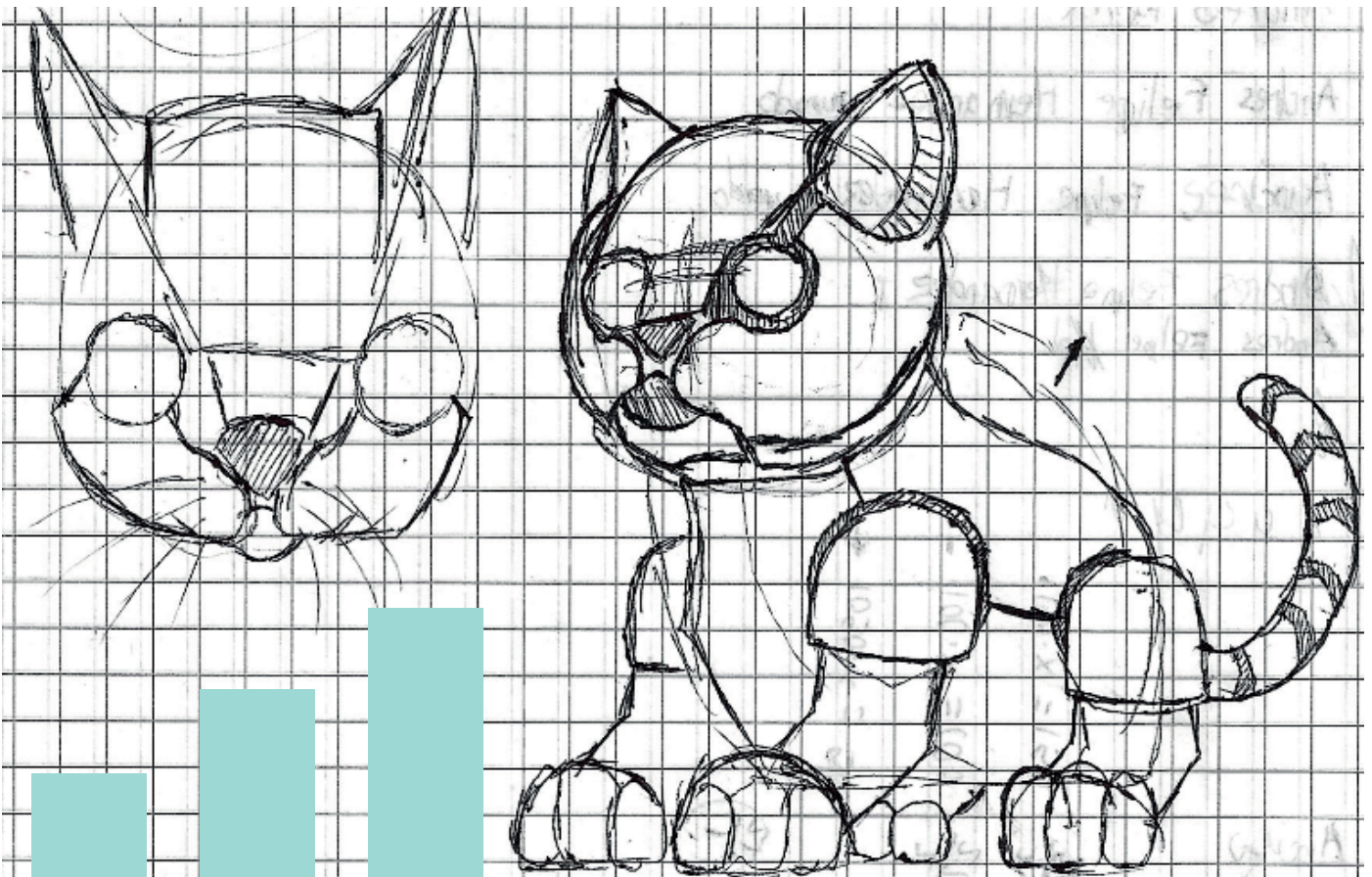


Figura 1: Bocetos iniciales a mano del robot mascota

Adicional a la creación de los bocetos a mano se optó por la utilización de una IA generadora de imágenes con el fin de poder establecer ideas más concretas con respecto a la apariencia realista a la cual apuntar, de esta manera se generó un diseño (figura 2) a partir de la IA llamada Leonardo AI [7].



Figura 2: Diseño realizado en la IA Leonardo Ai.

Al haber establecido el diseño inicial, se procedió a construir las diferentes piezas que componen al gato en el software SolidWorks que van desde las patas, el cuello, la cabeza, la cola y el torso, dicho diseño se estableció teniendo en cuenta las funciones a desarrollar por el robot, de esta manera se agregaron los detalles necesarios para poder usar servomotores, leds de indicación, un sensor de ultrasonido, y el espacio necesario para mantener la etapa de control del robot como la fuente de alimentación del mismo (figura 3).

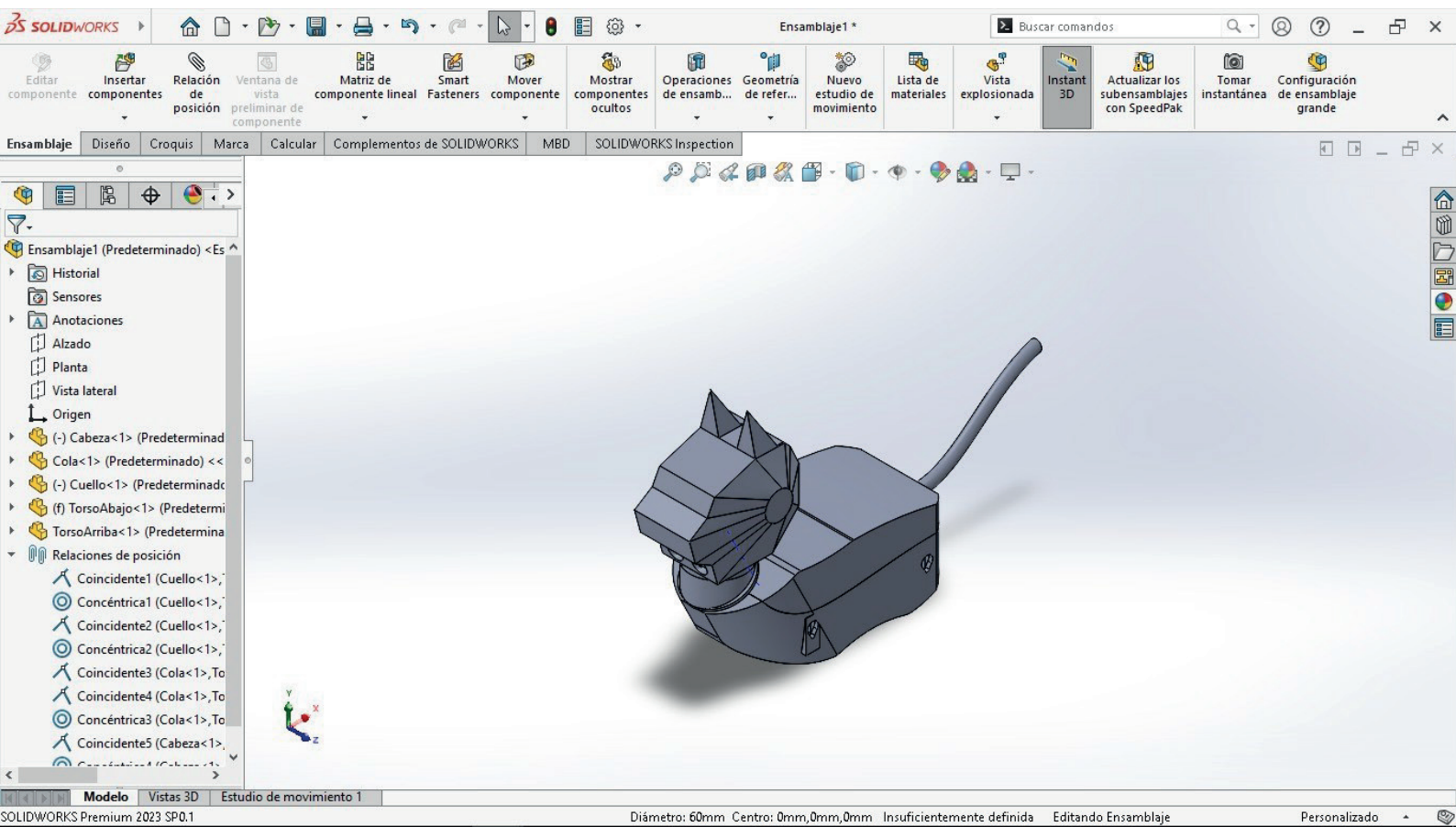
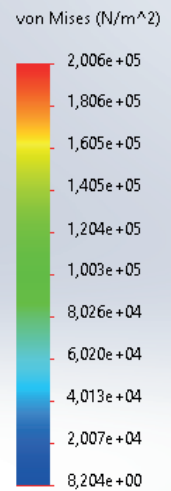
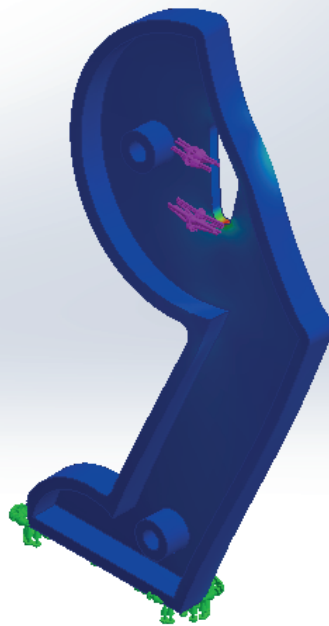


Figura 3: Diseño y construcción de la mascota robot en SolidWorks

Adicionalmente en el software SolidWorks se realizó un análisis de elementos finitos (figura 4) a cada una de las piezas con el fin de evaluar la resistencia y el comportamiento de las mismas frente a la simulación de fuerzas sobre ellas.

Se realizaron exactamente 3 análisis sobre cada una de las piezas (figura 4) que suponen presentar una carga en ellas, siendo estas las patas, tanto traseras como delanteras, el cuello donde la carga será la cabeza y finalmente la parte inferior del torso donde su respectiva carga será la parte superior de esta misma sección.

Nombre del modelo: PataT2
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 3.131,53



*Isométrica

Figura 4: Análisis de tensiones (patas traseras).

Los análisis fueron los siguientes:

Análisis de tensiones:

El cual se utiliza para evaluar cómo las fuerzas aplicadas a un componente afectan a su resistencia y capacidad para soportar las cargas.

Análisis de desplazamientos:

Se utiliza para evaluar cómo un componente se mueve y deforma bajo cargas específicas.

Análisis de deformaciones unitarias:

Se utiliza para evaluar cómo un componente se deforma bajo diferentes cargas y condiciones.

Diseño electrónico y programación

Junto al diseño en 3D del robot también se trabajó en el diseño del circuito electrónico y la respectiva programación de las funciones a desarrollar, para el circuito, se diseñó igualmente por secciones de la mascota, donde para la cabeza y el cuello se simularon leds para los ojos y un sensor de ultrasonido para la detección de obstáculos, así mismo para el cuello se ubicó un servomotor que permite el giro de la cabeza para dicha detección de obstáculos.

Para el torso se planteó la ubicación del microcontrolador a aplicar en el robot, el cual es un Arduino Mega y también la fuente de poder la cual es la batería. Junto a estos elementos se simuló también una pantalla LCD para la presentación de mensajes importante y, por último, para las patas se ubicaron los respectivos 4 servomotores que darán su movimiento (figura 5).

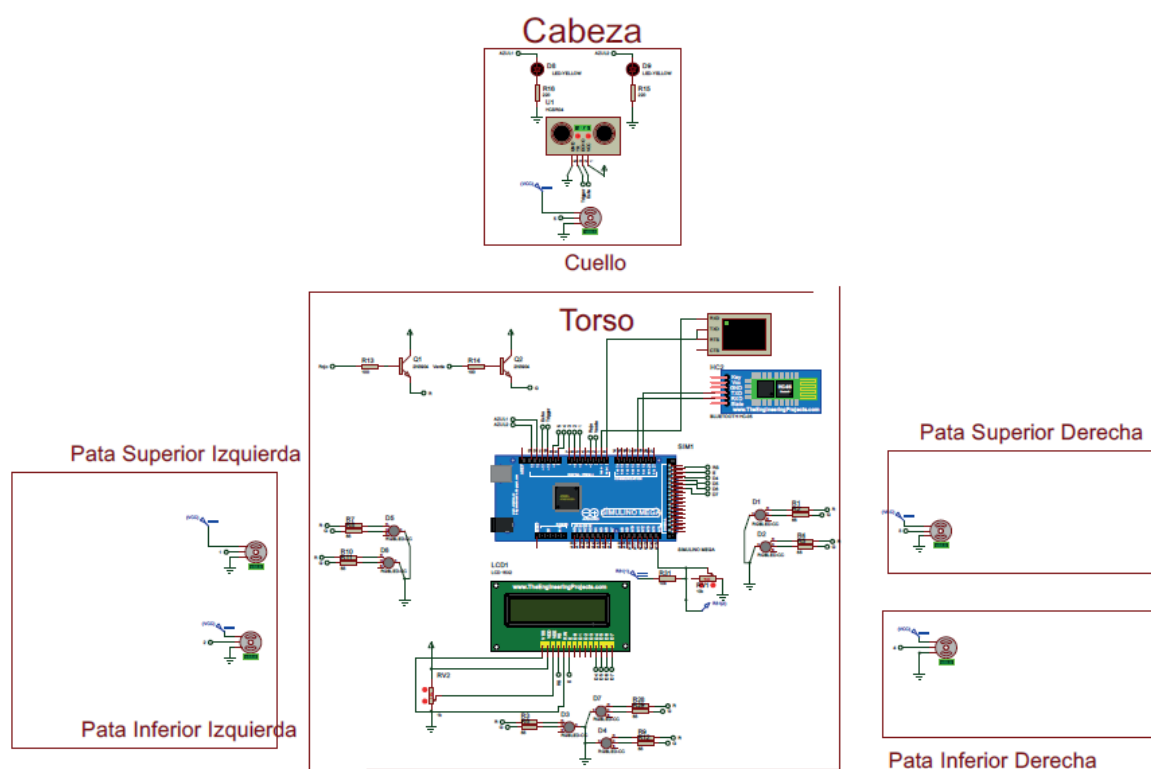


Figura 5: Circuito eléctrico simulado en Proteus.

El código de programación de robot se divide en 3 secciones.

La primera es encargada de configurar todos los ajustes correspondientes a la cuantización y conversión de los datos captados por el sensor de ultrasonido y impresión de la distancia en la pantalla LCD, por lo que realiza el cálculo de las distancias a partir del tiempo de ida y vuelta de la onda desde TRIGGER A ECHO, la impresión de la distancia se también se realiza vía UART por un módulo bluetooth HC-05.

La segunda sección esta encarga de mostrar los niveles de batería censados mediante un divisor de voltaje en el montaje físico, por lo que existen pilotos indicativos que muestran el nivel de batería de acuerdo a la capacidad de la misma, se señala los niveles de energía en las categorías verde, amarillo y rojo, significando nivel óptimo de batería, medio y bajo respectivamente, los pilotos de indicación de batería son LEDS RGB de cátodo común, por lo que es necesario para alcanzar la gama de colores mencionada señales PWM para producir la tonalidad de color que sense el microcontrolador a partir de un pin analógico, la variación de voltaje, así como la categorización del mismo se muestra de modo aparente por medio de los testigos RGB, y cuantitativamente mediante la pantalla LCD, mostrando en la segunda columna el nivel de porcentaje de batería de acuerdo al 100% de su capacidad.

La tercera y última sección del código está encargada de la ejecución de las actividades motoras del robot, por lo que es importante entrar en detalle en dicha sección, la mascota robótica cuenta con 5 juntas articulables, que son sus 4 patas y cuello, el movimiento del gato se realizará ininterrumpidamente hacia adelante, donde se define alternancia de movimiento entre las patas superior en inferior, para el movimiento hacia adelante, hasta que encuentre un obstáculo en frente de este, por lo que existe una subrutina de decisión, donde el robot girara la cabeza hacia sus dos costados, y de acuerdo al lado que posea la mayor distancia con respecto a la cabeza, realizará el giro del robot hacia dicha dirección, continuando con el movimiento ininterrumpido.

Planos

Finalmente se realizó la documentación con respecto a los planos del robot, donde se presentó un conjunto de imágenes renderizadas de la mascota y seguido a este el plano a explosión del robot (figura 6) el cual muestra y enumera cada una de las piezas, las cuales más adelante cuentan con su respectivo plano el cual presenta cada pieza con diferentes vistas y las respectivas cotas o medidas de las dimensiones en su diseño (figura 7).

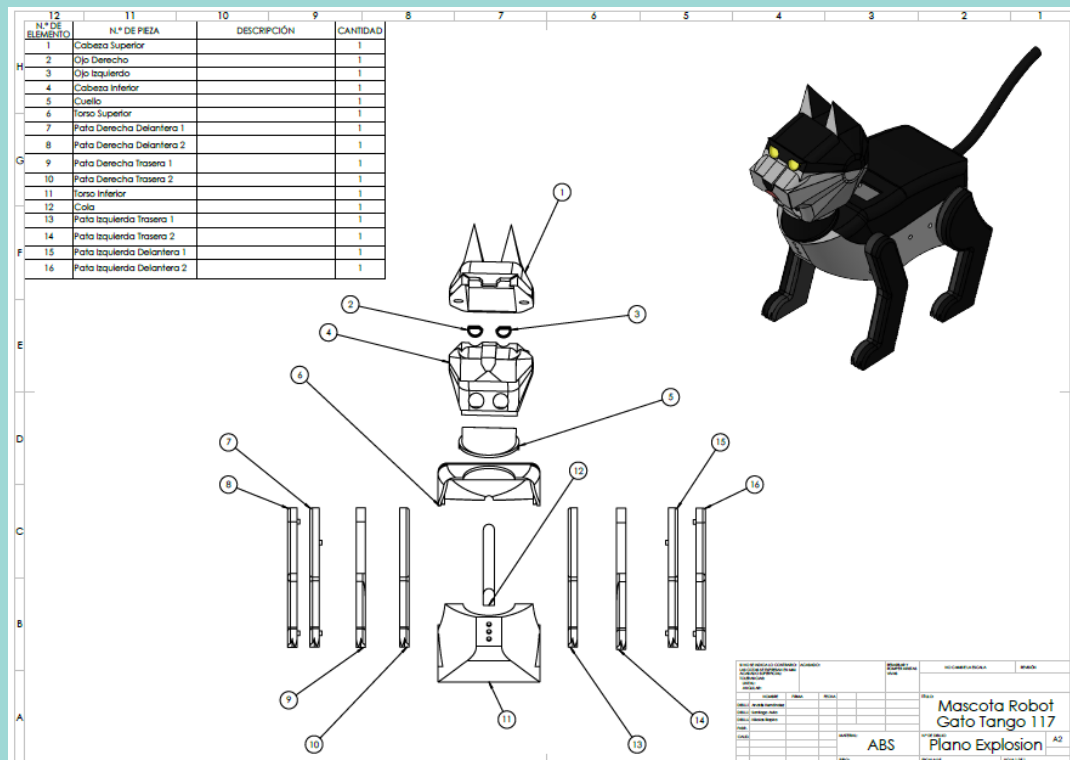


Figura 6: Plano a explosión de la mascota robot.

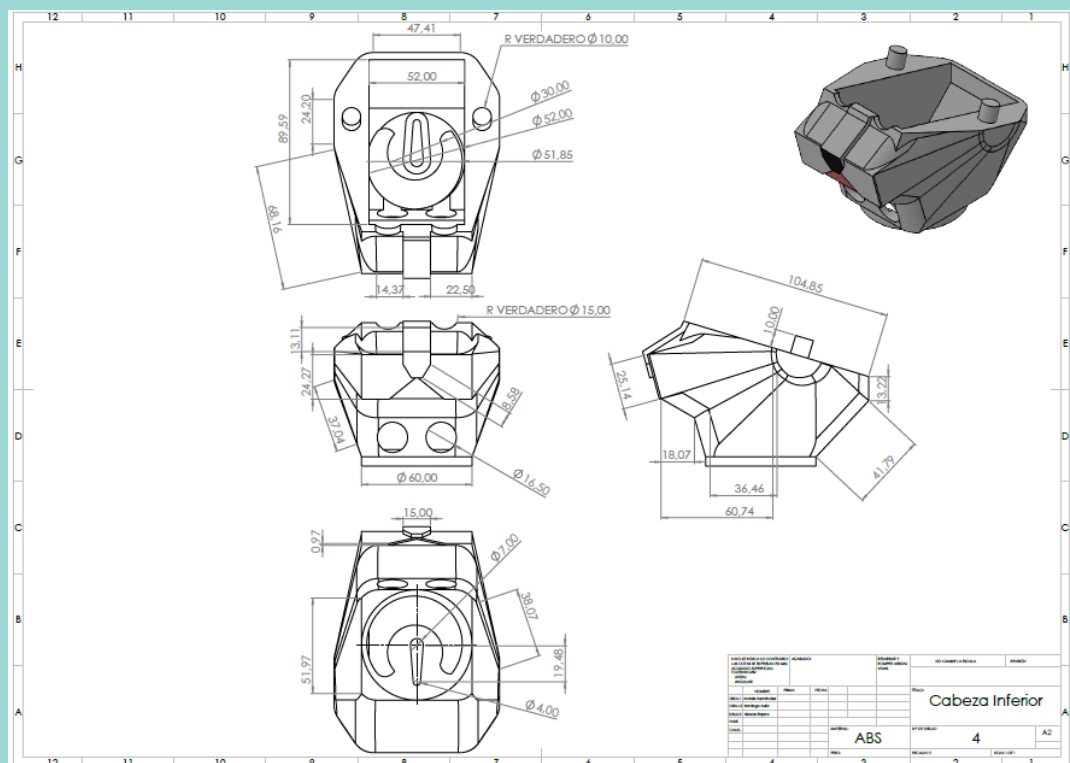


Figura 6: Plano a explosión de la mascota robot.

El diseño de cada una de las piezas se imprimió en PLA gracias a una impresora 3D, para así poder armar el ensamblaje basado en el diseño final del robot renderizado en SolidWorks (figura 8) y (figura 9).



Figura 8: Imagen 1 renderizada del robot.



Figura 9: Imagen 2 renderizada del robot.

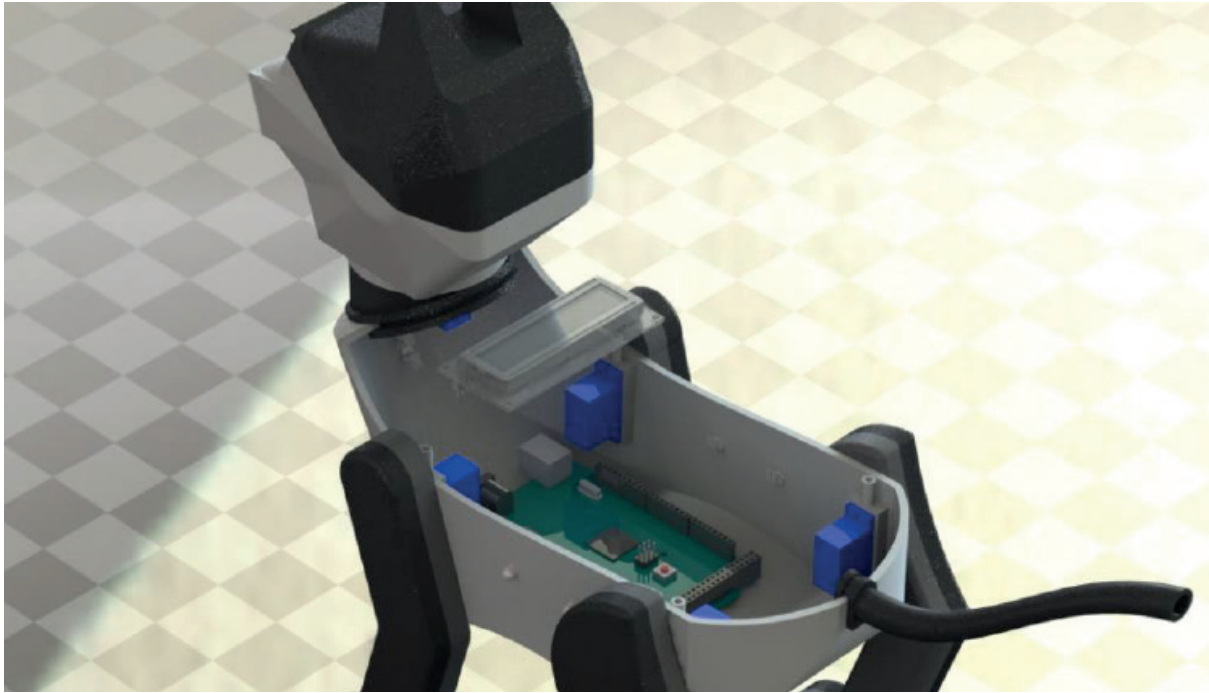


Figura 10: Imagen 3 renderizada del robot.

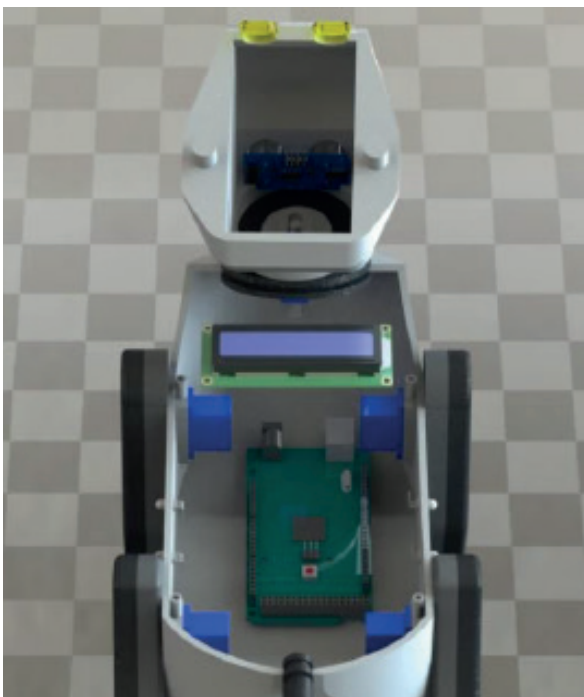


Figura 11: Imagen 4 renderizada del robot.

Adicionalmente a ello se generaron dos imágenes renderizadas del robot con los elementos electrónico-mecánicos en su interior (figura 10) y (figura 11) en las cuales se pueden observar tanto el Arduino Mega como los servomotores y el sensor de ultrasonido.

Finalmente se realizó la impre
ensamblaje como se muestr



Impresión 3D de las piezas para su
ensamblaje en las siguientes figuras.

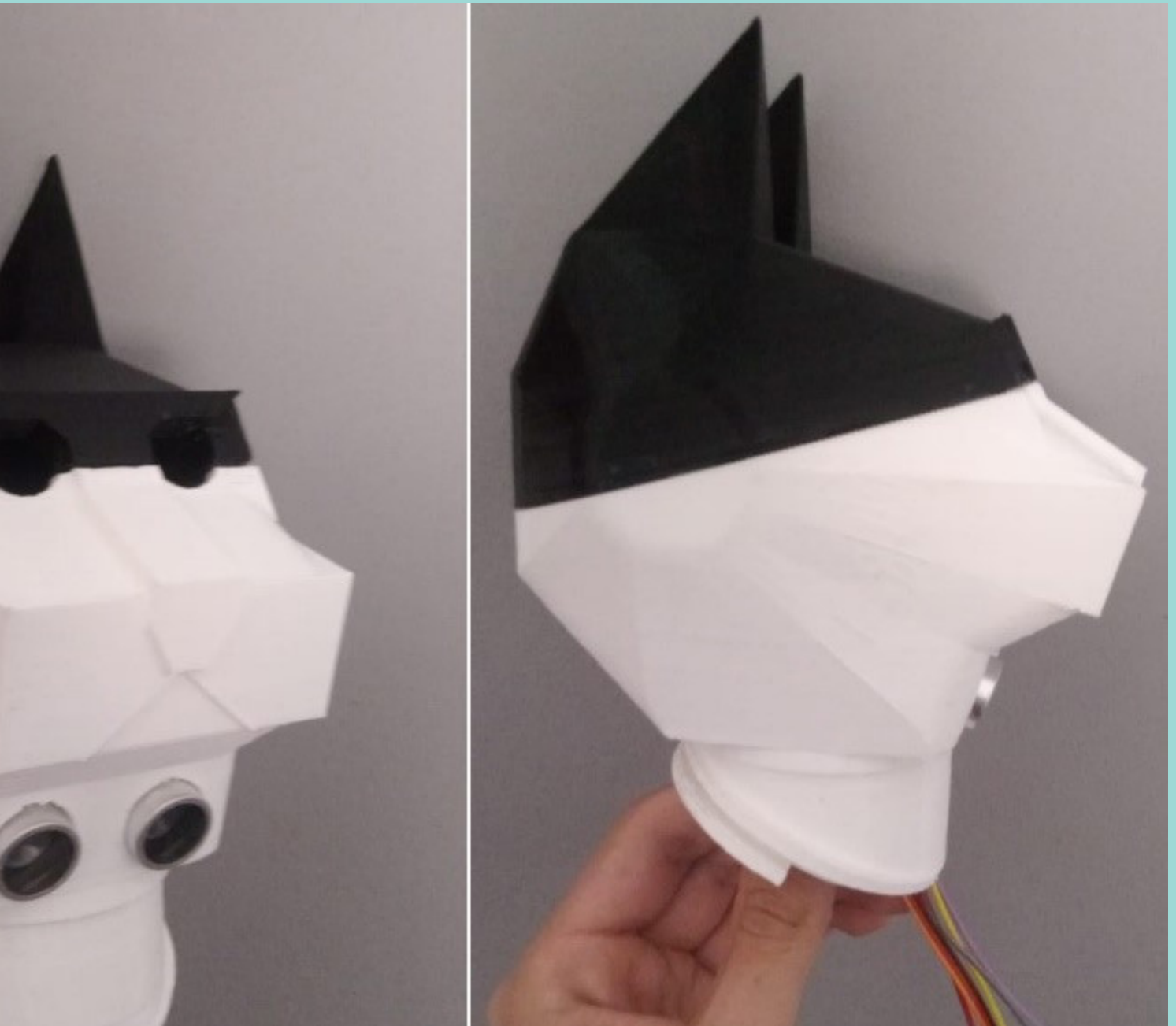


Figura 12: Impresión 3D y ensamble de la cabeza del robot.



Figura 13: Impresión 3D y ensamble del robot completo.



Figura 14: Robot en funcionamiento.



Figura 15: Robot en funcionamiento detectando obstáculos.

Material

- **Arduino Mega**
- **Servomotores sg90**
- **Sensor de ultrasonido HC-SR04**
- **Leds**
- **Pantalla LCD**
- **Batería recargable**
- **Material de impresión 3D**

Resultados

Establecimiento del diseño: Se realizó una encuesta a 22 personas para determinar la apariencia preferida de la mascota robótica, y se obtuvo como resultado la elección de un gato como diseño base.

Diseño 3D y análisis estático: Se realizaron bocetos a mano y se utilizó una inteligencia artificial generadora de imágenes para obtener un diseño detallado del robot. El software SolidWorks se utilizó para diseñar las piezas en 3D. Además, se realizó un análisis de elementos finitos para evaluar la resistencia y el comportamiento de las piezas frente a diferentes cargas.

Diseño electrónico y programación: Se diseñó el circuito eléctrico y se programaron las funciones del robot. Se utilizó un Arduino Mega como microcontrolador y se incorporaron componentes como servomotores, sensor de ultrasonido y una pantalla LCD. Se simuló el circuito eléctrico utilizando el software Proteus.

Impresión 3D y ensamblaje: Las piezas diseñadas en 3D se imprimieron utilizando una impresora 3D y se realizaron las etapas de ensamblaje del robot mascota. Se logró obtener un prototipo funcional basado en el diseño final.

Documentación y planos: Se generaron imágenes renderizadas del robot y se elaboraron planos a explosión y planos de cada una de las piezas, con medidas y cotas.

En resumen, se logró diseñar y cons-

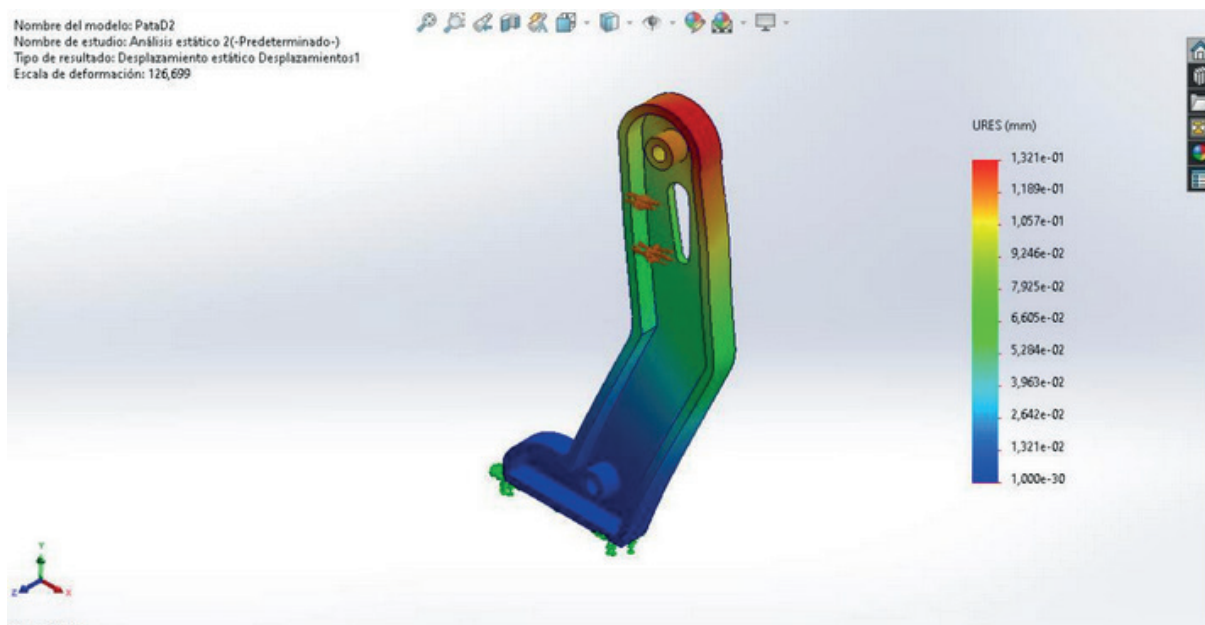
truir un robot mascota de tipo gato que puede brindar asistencia doméstica y compañía. Se obtuvo un diseño detallado en 3D, se realizaron análisis estáticos para evaluar la resistencia de las piezas, se desarrolló el circuito eléctrico y se programaron las funciones del robot. Además, se imprimieron en 3D las piezas y se ensambló el prototipo final. Estos resultados demuestran el avance en la aplicación de la robótica y la inteligencia artificial en el ámbito doméstico y el potencial de las mascotas robóticas para brindar compañía y asistencia a las personas.

Análisis de Resultados

Dados los resultados previos, es importante analizar el componente referente a pruebas electrónicas, en el circuito de potencia de los testigos de batería, acorde al divisor de voltaje, cumplan su función correctamente, acorde a la conmutación de señales únicas para el control individual de color, lo cual indica que el testigo es funcional para indicar el estado de energía del robot, siendo capaz de ser intuitivo para las personas y dinámico. En conjunto a las pruebas de sensorica, es esperado que sense distancia desde el punto de emisión de ondas ultrasónicas, desde el cuello de la mascota, siendo capaz de esquivar obstáculos a una distancia prudente del robot, el término prudente acarrea también que la mascota sea capaz de realizar giro sin existir colisiones del exterior con la carcasa del robot, en conjunto, la actividad motora del robot le permite desplazarse de manera correcta.

En el marco de los métodos finitos, el robot presentó tensiones respecto a las juntas de sus extremidades traseras de alrededor de 20mPa por lo que la fuerza realizada contra las uniones del robot, son mínimas, dando a cumplir la estabilidad del robot, en conjunto con una estructura robusta, capaz de ejecutar el movimiento del mismo, En el componente de desplazamientos en las patas traseras del robot, se interpreta que en las regiones correspondientes a la

región superior de la pieza, presenta una deformaciones máximas de $5,12\mu\text{m}$, distribuyéndose en la región inferior con desplazamientos medios de $3.58\mu\text{m}$ y $1.024\mu\text{m}$ en el tren central en inferior, el análisis de deformaciones unitarias en las patas traseras es insignificante dado el valor de mismo dentro del sondeo en el software CAD, por lo que las patas traseras son capaces de realizar la locomoción del robot, y soportar las condiciones de movimiento continuo.



Las patas delanteras presentan resultados similares a las traseras, sin embargo, en los desplazamientos en las juntas, presenta correspondientes a 0.132 mm, posteriormente presentando desplazamientos de 0.062 mm al acceder a la zona posterior de la pata, por lo que, si bien es verdadero que el cambio respecto a las patas traseras es mayor, no representan un compromiso ante la locomoción del robot.

El análisis de métodos finitos en el cuello, presentó la distribución de

Figura 16: Análisis de desplazamientos de pata delantera.

tensiones en la cara de contacto con la parte inferior de la cabeza, que corresponden 1.06 mPa en su mayoría, por lo que no representa un riesgo en el movimiento del robot, dado esto, los desplazamientos presentados en el cuello, fueron en mayor medida hacia la salida del efector final del servomotor del cuello, por lo que podría presentar un compromiso ante el movimiento del robot, pero dado el torque empleado en los actuadores y

el peso de la cabeza en cuestión, es improbable una avería en dicha área. Por último, en el análisis estático del torso, es visible que las deformaciones y tensiones en la región central del robot son insignificantes para considerar peligro en la ubicación de los componentes de control y potencia, existiendo atención especial en los extremos superiores del torso del robot, que presenta pliegues y elongaciones hacia las esquinas de la pieza, dado que el peso presente en la tapa no es considerable para ocasionar dicho fenómeno, en general las piezas del robot pueden soportar cargas acordes a su estructura física, en conjunto de desempeñar una excelente locomoción sin comprometer la integridad básica de la carcasa.

Es importante también entrar en el análisis teórico en situaciones de locomoción y funcionamiento electrónico, donde se puede realizar un análisis a partir de los resultados de métodos finitos y funcionamiento electrónico; es evidente que el movimiento presentado por el robot se desempeñará de manera correcta, además de conservar todos los componentes dentro de la integridad del torso, además, los resultados de lectura de distancia y comunicación serial vía bluetooth lo emplea como un compañero ideal ante cuestiones domésticas en las personas, como cumplir un requerimiento básico que es funcionamiento óptimo y bienestar del sujeto, los espacios que se pueden desempeñar el robot pueden ser múltiples, en el sentido de permitir un correcto desplazamiento del mismo, sin embargo en escenarios con una geografía difícil, como lo pueden ser superficies ásperas, o ambientes

rocosos, puede presentar problemas de movimiento del robot, por lo que es necesario tener en cuenta al momento de hacer uso de él.

Puede presentar alta durabilidad de la batería dado la implementación de celdas de 12 V a 2650mAh por lo que es idóneo para aplicaciones de largo uso, y uso activo, en conjunto con colaboración de asistencia y demás.

Conclusiones

Pasando a la etapa de diseño se debe tener en cuenta la importancia que radica en la correcta medición y escala del robot siendo que este sea cómodo y manipulable para la muestra deseada, en este caso se concluye que se hizo una correcta elección de tamaño siendo que los elementos electrónicos presentan una moderada distribución en el espacio interno del robot; esto confirmando un diseño inicial que cumple con los objetivos para el cual se pensó la mascota robot.

Siguiendo con las características de la mascota robot se busca resaltar la elección de componentes como apropiada debido a que la importancia de un asistente robótico en el hogar consta de al menos acciones básicas que le permitan interactuar con su entorno, dicho esto, al haber diseñado indicadores de batería, servomotores de moderado tamaño, pantalla LCD, placa Arduino (la cual así como la mayoría de componentes cumple todas las funciones sin comprometer el peso ni abarcar mucho espacio) así como sensores que fueran lo menos comprometedores en cuanto a ocupar espacio se refiere,

se concluye que las aplicaciones del robot son acordes a las propuestas inicialmente esto teniendo en cuenta que el robot busca ser un asistente y así mismo interactúa con su dueño o persona que decida implementarlo en su hogar.

Las aplicaciones de este robot radican en su carácter ideal y aplicable a otros posibles modelos que se quieran diseñar y fabricar en un futuro, esto debido a la disposición de sus diferentes ramificaciones implementadas en cuanto a programación, mecánica y electrónica se refiere, así mismo puede mejorarse para tener más precisión o tacto con las personas al interactuar con el propio entorno.

La etapa de diseño es crucial para garantizar todo lo que representa el robot, esto en términos de aplicación volumen, pruebas de tensión y compresión etc., por lo tanto, las aplicaciones del robot dependerá directamente de qué variables implementa y cómo se comunica con sus diferentes sistemas internos.

Recomendaciones

Datos para considerar al momento de desarrollar un futuro robot, es implementar un aumento de tolerancias al momento de diseñar los acoples mecánicos, dado que es cierto que el robot cuenta con uniones sobresalientes a momento de su construcción, al momento de ensamblar las piezas, fue un condicionante en el armado del robot, dado tolerancias reducidas y acoples con uniones justas. Es también importante tomar en consideración que es importante

para mejorar la locomoción de robot, implementar servomotores en las extremidades inferiores de las patas de la mascota, lo que puede significar una mejora relevante en el propósito de emular una mascota real, y dicho acompañamiento pueda ser presente con detalles mínimos como el movimiento orgánico de un ser vivo, además, es importante acondicionar el espacio para adicionar más componentes, por lo que si se considera utilizar un sistema embebido con funciones similares y tamaño reducido, este sería el Arduino NANO, o STM32411 si se desea de un mayor poder de procesamiento, es importante también destacar que para emular aún más la experiencia de un asistente y compañía, es idóneo incorporar sonidos para comandos de comunicación rápida, o estados de actividad de la mascota.

Referencias

- [1] C. M. Yanangomez Yahuachi y R. E. Rosero Yugsi. "Repositorio Digital - EPN: Construcción de un robot mascota 'Gato' que interactúe con las personas".
- [2] Smith, K. (2020). Lifelike robotic pets are helping isolated seniors avoid loneliness, in CNN <https://edition.cnn.com/2020/08/11/us/seniors-robotic-pets-loneliness-wellness-scn-trnd/index.html>
- [3] Woods, S.; Dautenhahn, K.; Schulz, J. The Design Space of Robots: Investigating Children's Views. In Proceedings of the 2004 IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Okayama, Japan, 20–22 September 2004; pp. 47–52
- [4] K. M. Acharige¹, O. de P. Albuquerque y M. Fantinato. "A security study



of Bluetooth-powered robot toy”. <https://oaepublishstorage.blob.core.windows.net/3a33a935-5780-4281-ad50-d4019a18bf2c/3921.pdf>

[5] E. Norambuena Sepúlveda. “Peluche robótico de compañía para adultos jóvenes en Chile”. Repositorio Académico - Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/177337/kiri-peluche-robótico-de-compania.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[6] L. Araque Henao y C. Muriel Patiño. “Diseño y prototipo de una plataforma robótica educativa de

manipuladores”. Red UAO Home. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10353/T08025.pdf;jsessionid=39D7549C7CA166D0207A-3B0110E312A0?sequence=7>

[7] Leonardo AI. (2023). Generative Image AI: Creating Realistic Images from Text. Recuperado de <https://www.leonardoai.com/generative-image-ai>

