

Modelo 3D de servomotor, que permite el movimiento articular de un brazo robótico

3D model of a servomotor, which allows the joint movement of a robotic arm

Keyrin Sharik Acosta Céspedes*, Jhoan Santiago Céspedes Gutiérrez**

Recibido: 13 - 03 - 2020 / Aceptado: 21 - 04 - 2020 / Publicado: 26 - 01 - 2021

Resumen

El presente documento tiene como propósito el diseño de un servomotor, que es una pieza clave para la construcción de cada una de las articulaciones presentes en un prototipo mecánico y automatizado de brazo robótico. Se busca implementarlo para dar solución a una de las problemáticas que presenta la producción de la floricultura, ubicado en el sector de Madrid, Cundinamarca (Colombia), resaltando que este es el territorio más representativo a nivel nacional de este tipo de producción. Dentro de su productividad, se manejan tres fases en general, con subgrupos, que son: el cultivo, donde se ve la integración de la siembra, el corte y cosecha, el empaquetamiento y el almacenamiento. Sin embargo, la problemática que se busca trabajar se centra, mayoritariamente, en el proceso de siembra, ya que se observan unas falencias que afectan la productividad y, a su vez, retrasan la elaboración de estos procesos, debido a posibles errores humanos.

El servomotor se diseña con el programa Solidworks®, a partir de las medidas de cada parte de las piezas utilizadas, interna y externamente; asimismo, este diseño será implementado en cada una de las cinco articulaciones presentes en el documento, con la finalidad de que estas sean controladas mediante una interfaz creada, utilizando el software de Python, con el fin de que la persona (mediante barras) pueda controlar los grados de rotación de la hélice; todo esto con el objetivo general de demostrar que un brazo robótico puede automatizar y mecanizar los procesos de siembra, en el sector floricultor de las empresas de Madrid, Cundinamarca, para ayudar a reducir los gastos, generados a la empresa por la nómina que se le paga a los trabajadores, u otros factores que puedan retrasar la producción en la empresa.

Abstract

The purpose of this document is to design a servomotor, which is a key piece for the construction of each of the joints present in a mechanical and automated prototype of a robotic arm. It seeks to implement to solve one of the problems which presents the production of floriculture, located in the Madrid, Cundinamarca (Colombia), highlighting that this is the most representative territory at the national level of this type of production. Within its productivity, there are three phases in general that contain subgroups in them, which are: The cultivation, where the integration of sowing; cutting and harvesting; packaging; and storage is seen. However, the problem that is being worked on will focus mainly on the sowing process, since some shortcomings are observed that affect productivity and, in turn, delay the development of this process due to possible human errors.

The servomotor will be designed in the Solidworks® program, capturing the averages of each part of the parts used, both the external design and the internal part, likewise, this design will be implemented in each of the five joints present in the document, with the In order for these to be controlled through an interface created using Python software, so that the person –using bars– can control the degrees of rotation of the propeller; all this with the general objective of demonstrating that a robotic arm by means of Automation and mechanization, can automate the sowing processes in the floriculture sector of companies in Madrid, Cundinamarca, to help reduce the expenses generated to the company by the payroll that is paid to the workers, or other factors that may delay production.

Palabras clave:

Automático, Diseño, Producción, Robot

Cómo citar: Acosta Céspedes, K. y Céspedes Gutiérrez, J. (2020). Modelo 3D de servomotor, que permite el movimiento articular de un brazo robótico. Hashtag, (17), 8-23

Keywords:

Automatic, design, production, robot

Declaración de conflictos de interés: los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

* Ingeniería Mecatrónica. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Correo: janshar1224@gmail.com

** Ingeniería Mecatrónica. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Correo: santiku777@gmail.com

Introducción

Actualmente, el sector floricultor, con el fin de aumentar la productividad y evitar retrasos en su proceso, ha avanzado en ocasiones muy especiales, en sus métodos de producción, ya que la población opta por regalar flores en unas fechas, más que en otras; sin embargo, el rendimiento dentro de las compañías tiende a quedar en desnivel para esos períodos, principalmente en la fase de siembra, porque manejan diferentes procesos dentro de esta; del mismo modo, lo que verdaderamente afecta esta producción es la falta de trabajadores. Un aspecto que lleva a las empresas a buscar personal con o sin experiencia para cumplir con los pedidos acumulados.

Según el Ministerio de Agricultura, la floricultura en Colombia genera alrededor de 130.000 empleos formales, de los cuales el 60 % son ocupados por madres cabeza de hogar. A partir de esos datos, se considera a Colombia como el segundo país con mayor exportación de flores, y el primero en claveles. Para esta última variedad, hay cerca de 6.500 hectáreas cultivadas, en la que el 97 % aproximadamente de su producción se destina a la exportación (MinAgricultura, 2018).

Hay que señalar que en el departamento de Cundinamarca la floricultura es la actividad agrícola que genera más empleos, ya que representa el 70 % del producto, que corresponde al 9,4 % del rendimiento departamental, por lo tanto, es una actividad que no posee impactos en los ingresos familiares, aunque tiene un efecto multiplicador en otras actividades de bienes y servicios. Según los términos del anuario estadístico, la parte principal del cultivo está ubicada entre municipios que ocupan un área aproximada de 4.500 hectáreas, de las cuales proviene la producción destinada a la venta en el exterior que, en 2009, correspondió a 757.000.000 dólares (Fundación Panamericana para el Desarrollo, 2015).

Dentro del departamento de Cundinamarca, Madrid es conocido como el mayor municipio floricultor de

Colombia, y uno de los primeros en producción de flores cortadas de todo el planeta; se caracteriza por tener un clima con sistema de lluvia bimodal y temperatura constante durante todo el año que oscila entre los 11 y 17°C (González Cubillos, 2009).

Además, sus suelos son planos, sutilmente ondulados, como suele ocurrir en el sector occidental de la Sabana de Bogotá; los ríos que lo riegan son Bojacá y Subachoque, y sus tierras corresponden al piso 18 (térmico frío-seco). Dada la riqueza de los suelos en Madrid, no se hace necesaria una gran cantidad de nutrientes y, para el desarrollo de la floricultura, sus suelos deben permanecer conformados, primordialmente, por planicies de terraza y de inundación del cuaternario, originarios del modelado aluvial, lo cual los hace adecuados para el desarrollo de la actividad floricultora (Pulido, 2017).

De igual manera, para obtener las flores, como un producto final, estas deben pasar –en cada empresa– por un proceso detallado, el cual es realizado por diversos operarios, comenzando por la siembra en hileras rectangulares (o “camas”), cuyas dimensiones guardan una proporción entre 30 y 40 metros, de un lado, y 1 metro, del otro; no obstante, en Jardines de los Andes, las camas suelen medir de 5 a 5 metros de lado. En este proceso, las flores crecen y empiezan a florecer; luego se pasa a los procesos de corte y cosecha, en donde se recogen y se recortan sus brotes. Después de esto, se pasa a la etapa de postcosecha, la cual es diferente en cada empresa y propende por el tratamiento de las flores para aumentar su conservación, siguiendo la elaboración de los ramos, el empaquetamiento, el almacenamiento y, finalmente, el transporte hacia su destino (Homez, 2017).

Debido a las diferentes problemáticas que se presentan en el sector floricultor, cuando existe una crisis económica que genera un impacto en el PIB, las distintas empresas, con el fin de evitar la liquidación, se ven en la necesidad de terminar con el contrato a los

empleados y con el respectivo ingreso de diversas familias madrileñas, dependientes del trabajo, como sucedió en el año 2012 (Garzón, 2013).

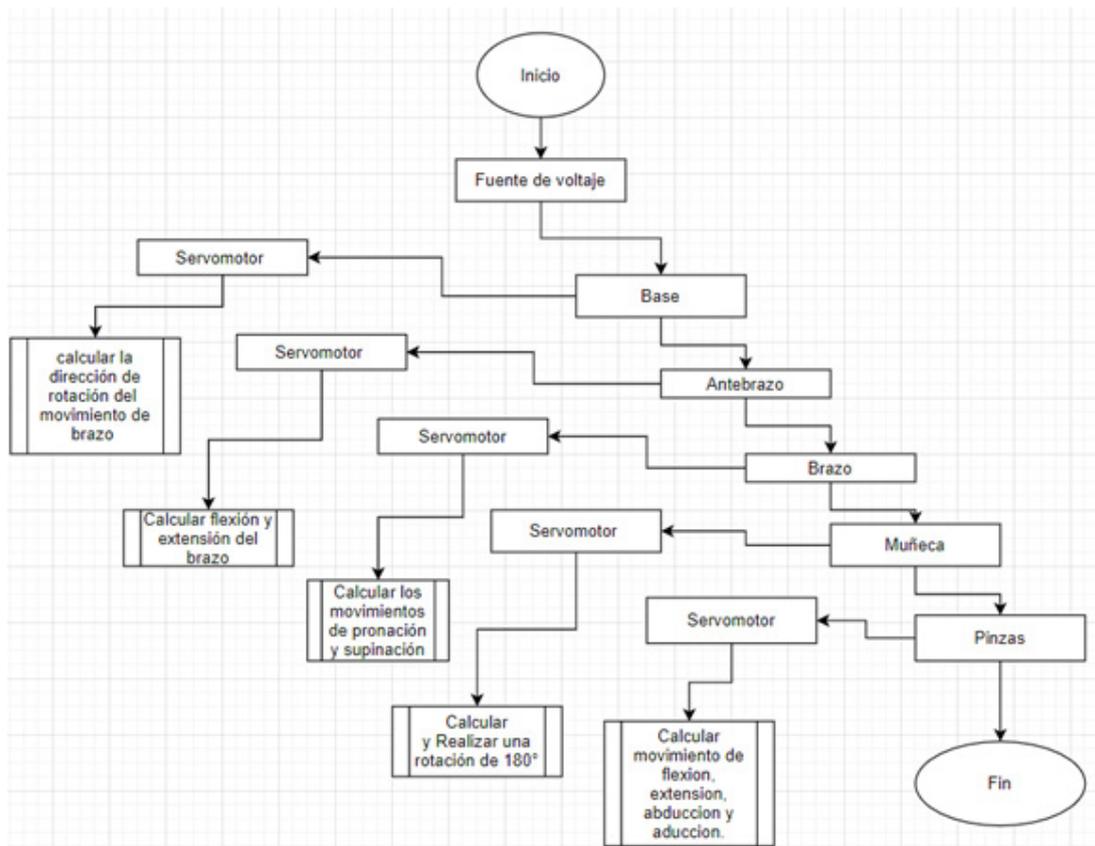
Según lo dicho con antelación, al generar una gran cantidad de puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, la mayoría de las empresas floriculturas aumenta sus costos por el pago de nómina para sus trabajadores, además de que, en temporadas altas, se requiere una mayor mano de obra. Asimismo, la implementación de este brazo robótico tiene la finalidad de producir menos puestos de trabajo en las áreas de mayor riesgo para la salud y se asegu-

ran de que las personas puedan ejercer otro tipo de actividades, como el control o la implementación de dicho brazo, sin la necesidad de realizar procesos que puedan poner en riesgo su salud.

Articulaciones

Por medio de un diagrama de flujo (Figura 1), y basados en información obtenida mediante encuestas a sus trabajadores, se evaluaron las diferentes articulaciones que presenta el brazo robótico junto a su función, y se hizo énfasis en la acción que ejecutará durante el proceso de siembra, en la empresa Jardines de los Andes.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso del brazo robótico



Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar que cada movimiento realizado por las articulaciones del brazo robótico se basa en los siguientes conceptos:

Rotación: Es el movimiento de un cuerpo en el que cambia su orientación, tiene la capacidad de que, cuando gira en cualquier dirección, mantendrá la misma distancia con respecto al eje de rotación. Al final del giro, el cuerpo volverá a su posición original, indicando que ha completado una rotación completa (Bioprofe, 2016).

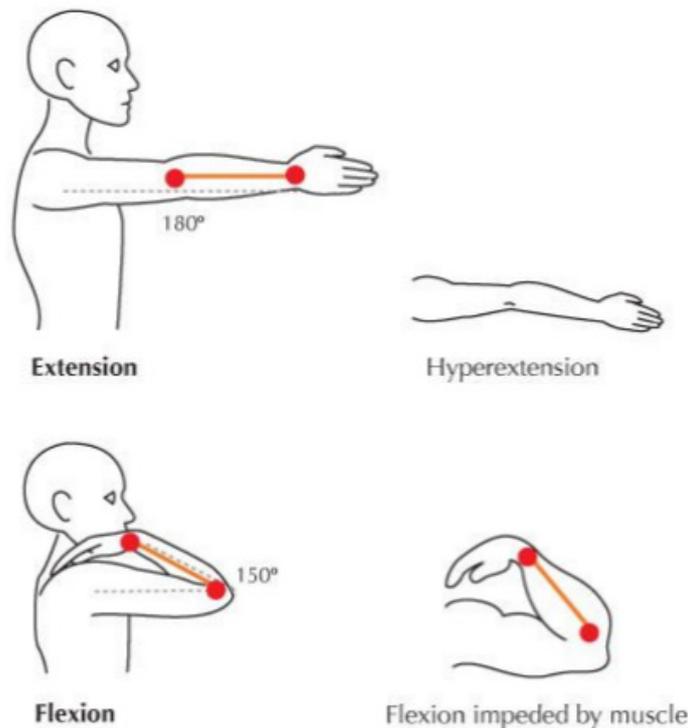
Los movimientos de flexión y extensión se desarrollan en el plano sagital, que es la división del

cuerpo en dos (derecha e izquierda) desde la perspectiva de estos perfiles, en los que se evidencia el cambio del ángulo entre las bases de una articulación (Visible Body, s.f.).

Flexión: Se refiere a la disminución del ángulo entre las bases de la articulación, ya sea doblar el brazo o inclinarlo

Extensión: Contempla el aumento del ángulo entre las bases de la articulación. Así se logra constatar a través del estiramiento del brazo que se encuentra doblado como se señala en la Figura 2 (Centro Impulso, 2018)

Figura 2. Flexión y extensión

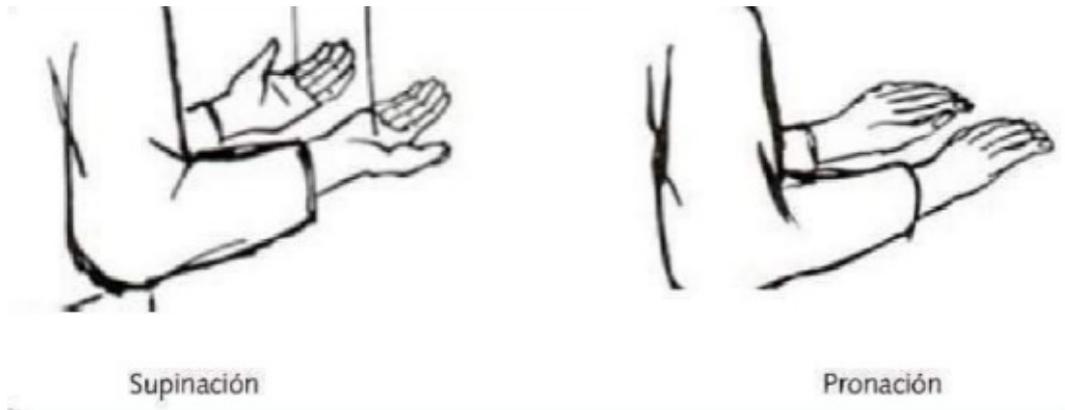


Fuente: Picalmse, 2011

Pronación: Son los movimientos de rotación que realizan el antebrazo, manos y pies para girar y cambiar su posición; en el caso del antebrazo, la palma del brazo puede quedar apuntando hacia atrás o abajo (Dicciomed, s.f.).

Supinación: Movimiento que efectúan las extremidades humanas, en las que el antebrazo rota y la palma de la mano quedan apuntando hacia adelante o arriba, como se evidencia en la Figura 3 (Dicciomed, s.f.).

Figura 3. Pronación y supinación

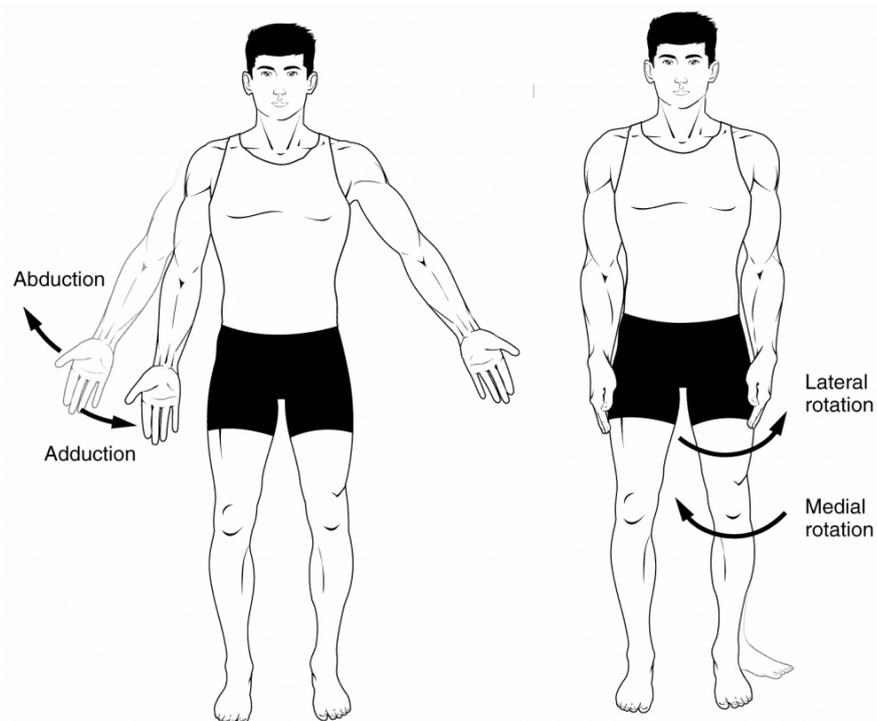


Fuente: Picalmse, 2014

Abducción: Movimiento lateral con separación de la línea media del tronco: por ejemplo, la elevación horizontal de brazos o piernas hacia los lados.

Aducción: Movimiento medial que se aproxima a la línea media del tronco. Por ejemplo, la recuperación de los brazos o piernas a su posición anatómica original como se visualiza en la Fig. 4 (Acero, 2013)

Figura 4. Abducción y aducción



Fuente: Curiosoando, 2016

Del mismo modo, este tipo de movimientos se refleja en las articulaciones, que se modelan por medio del diseño del servomotor, el cual actúa como un pequeño actuador rotativo (o motor) que per-

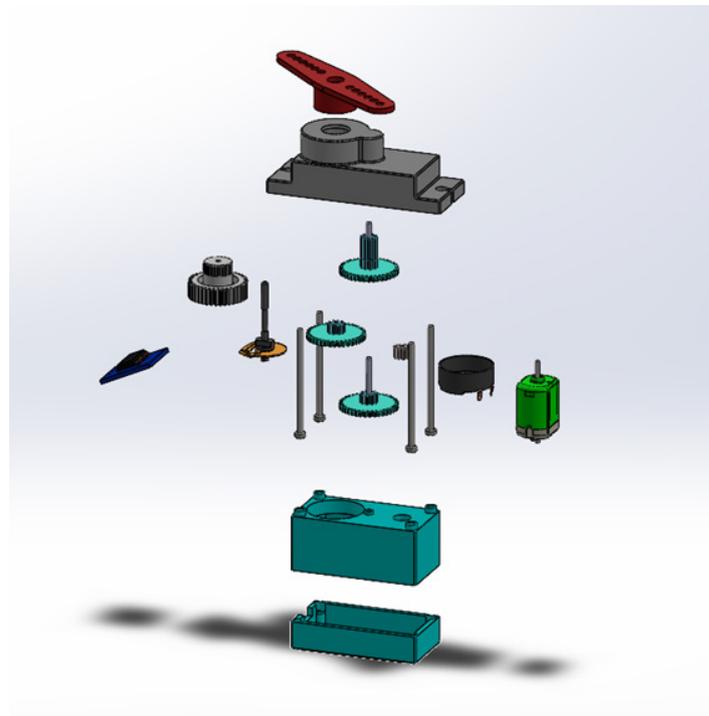
mite un control preciso en posición angular y presenta una rotación de 0° hasta 180°, además de que su voltaje de operación va desde los 4.8 a los 6 VDC.

Metodología

El diseño de este prototipo se elaboró con base en el servomotor Sg90 del programa de SolidWorks®. Gracias a distintas fuentes de información se observó el diagrama interno del servomotor y se evidenció que, mediante el uso de un motor de corriente continua con motor rotatorio, se pueden ensamblar distintos engranajes que establecen relaciones me-

cánicas entre ellos. Asimismo, dentro de este prototipo se emplearon 10 componentes (Figura 5), con sus respectivas medidas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este servomotor, al rotar de 0° a 180, modela los movimientos realizados por el brazo de un operario en el proceso de siembra, a fin de poder desempeñar las mismas actividades.

Figura 5. Componentes del servomotor



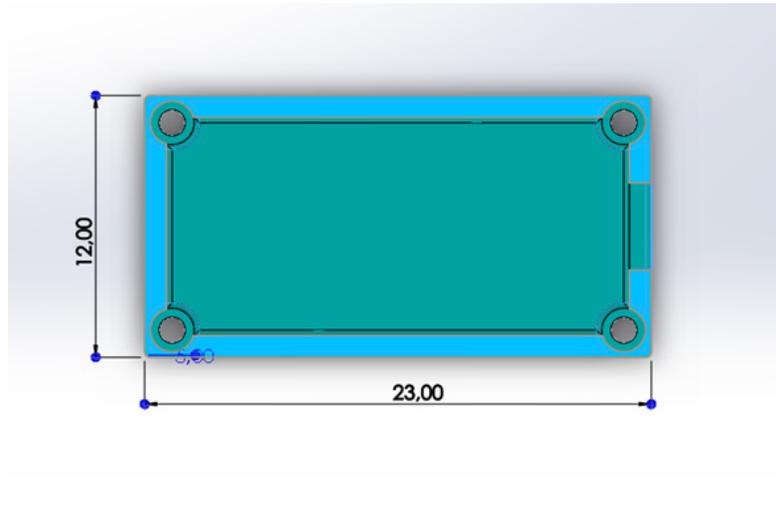
Fuente: Elaboración Propia

Tapa inferior

Como primer componente, se realizó la tapa de la parte inferior, que tiene unas medidas de 12 mm

de largo, 23 mm de ancho y 5 mm de alto, con unos orificios de 0.12 mm de diámetro, para que se puedan introducir los tornillos.

Figura 6. Tapa inferior del servomotor



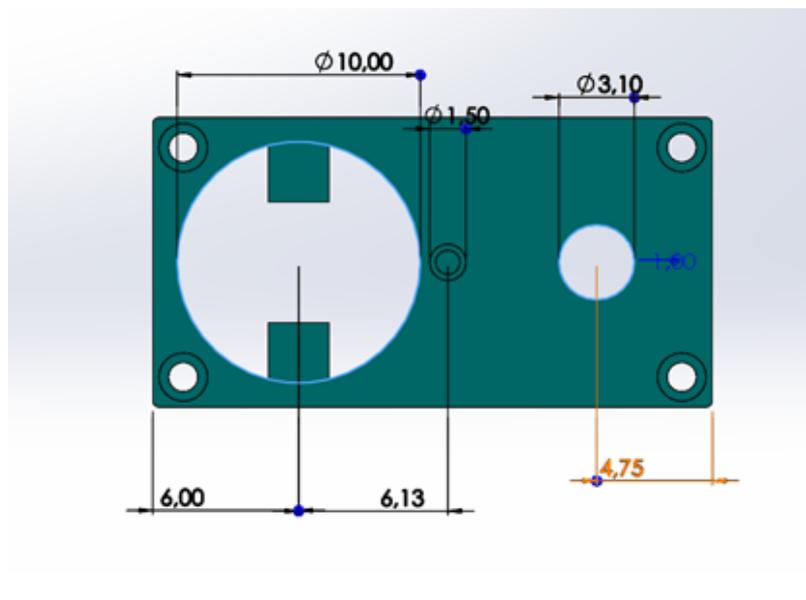
Fuente: Elaboración Propia

Tapa media

Como segundo componente, se creó la tapa media, con base en la parte superior de la tapa inferior, y se utilizaron las mismas medidas de ancho y de largo, con una altura de 10 mm. Asimismo, se diseñaron otros aspectos, como 3 circunferencias distintas: la primera se diseñó con una medida de 10 mm, la

segunda de 1.50 mm, y la tercera de 3.10 mm. Estos diseños se realizaron a partir de la distancia entre centros de la primera circunferencia, con el borde izquierdo de 6 mm y, la segunda circunferencia, con el centro de la primera circunferencia, de 6.13 mm; además, la tercera cuenta con una distancia de 4.75 mm, respecto al borde derecho.

Figura 7. Tapa del medio del servomotor



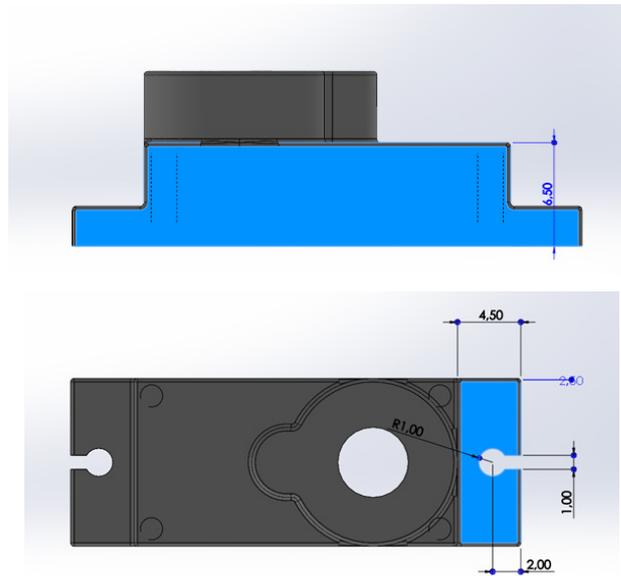
Fuente: Elaboración Propia

Tapa Superior

El tercer componente fue la tapa superior realizada a partir de las medidas determinadas de la tapa del medio, tanto de ancho como de largo; de alto se utilizó una medida de 11 mm que se dividió en 2 partes: la primera tenía una medida de 6.5 mm para el desarrollo de una cubierta grande y, la segunda,

una división de 4.5 mm, en la que se encuentra la cobertura de los engranajes de la hélice, con una circunferencia abierta de 5 mm de diámetro para la salida del eje de la hélice. Adicionalmente, se incluyó (por los lados) un tipo de extrusión para poder atornillar el servo.

Figura 8. Tapa del superior del servomotor. Vista lateral y superior



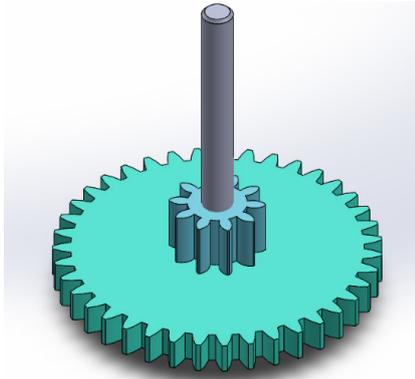
Fuente: Elaboración Propia

Engranajes

Para el desarrollo del movimiento interno del servomotor, se procedió a la creación de tres piezas con engranajes; de ese producto, el primero se conectó a un eje que tenía un diámetro de 1 mm y una altura de 10 mm. Este se realizó por medio de la operación de extrusión, en la que se introdujo un engranaje recto de la norma ISO, con un módulo de 0,25 mm y con un número de dientes de 39 y un ancho de cara de 1 mm; a este eje, se le introdujo un engranaje del mismo módulo, con un número de dientes de 10 y con un ancho de cara de 1,75 mm, con el fin de que coincidieran estos dos engranajes con el mismo eje.

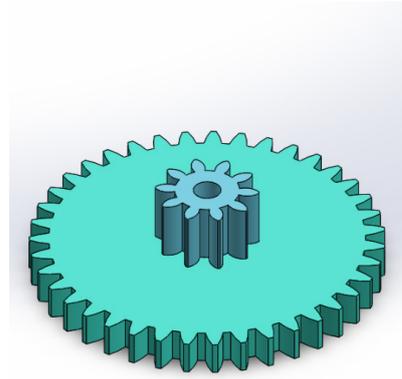
En este orden, el de la parte inferior tuvo una distancia de 0,75 mm respecto al primer engranaje (Figura 9). Esta base conectó la segunda circunferencia de 1,5 mm de la tapa del medio y la tapa superior al eje de la circunferencia interna. Asimismo, se utilizaron los dos engranajes para una segunda pieza, que se relaciona con la primera pieza para empezar a transmitir movimiento (Figura 10); de igual modo, se crea la tercera pieza, pero ahora extruye el engranaje más pequeño (Figura 11); eso se hizo con el fin de introducirlo en el eje de la primera pieza (Figura 12), crear relaciones mecánicas entre las piezas y separarlas a una distancia de 0,20 mm.

Figura 9. 1a Pieza



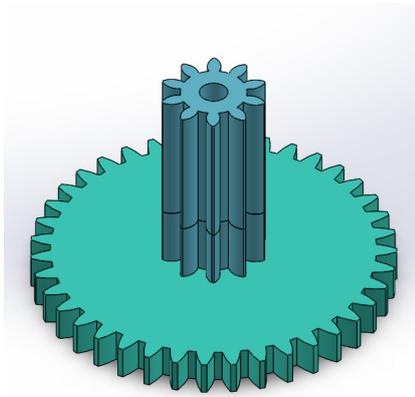
Fuente: Elaboración Propia

Figura 10. 2a Pieza



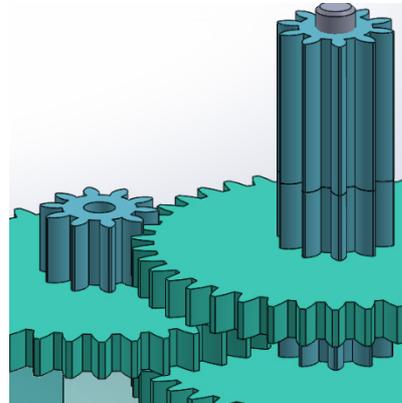
Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. 3a Pieza



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Ensamblaje

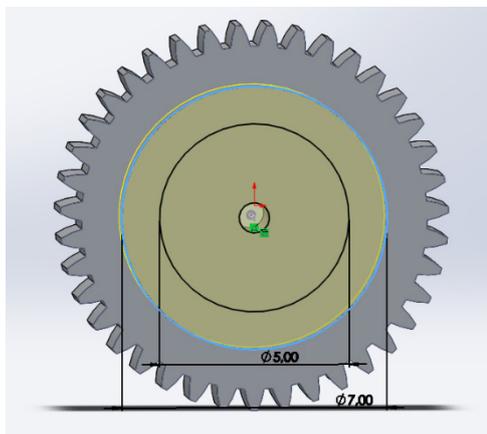


Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera, se realizó una cuarta pieza y se empleó un engranaje con un módulo de 0,25 con un número de dientes de 39 y un ancho de cara de 3 mm; a este se le hicieron dos circunferencias de 7 mm y 5 mm, respectivamente (como se muestra

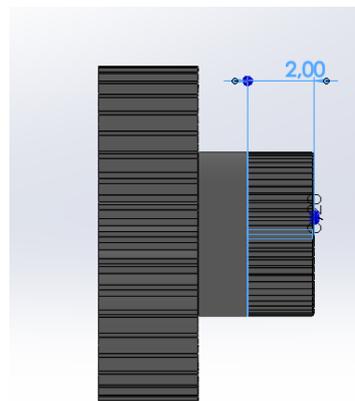
en la Figura 13). Lo anterior, tuvo como objetivo extraer la circunferencia del centro para generar dientes, con un largo de 2 mm (Figura 14) y, así, conectar la hélice.

Figura 13. Vista frontal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14. Vista lateral



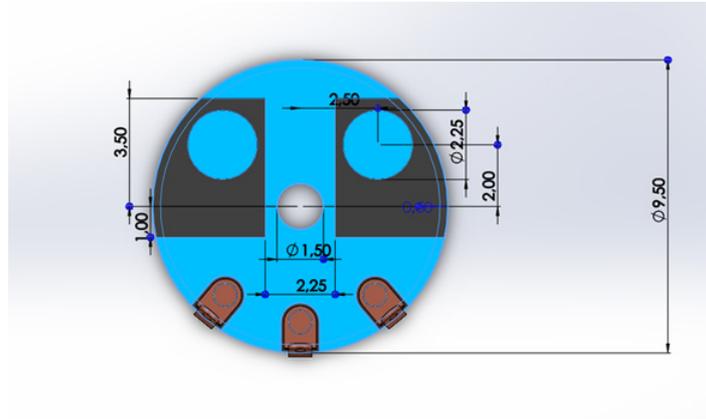
Fuente: Elaboración Propia

Potenciómetro

El quinto componente de este proyecto fue el potenciómetro, que empezó con un círculo de 9.5 mm de diámetro y, después, se le abrió una circunfe-

rencia de 1.5 mm de diámetro. A partir de esto, se tuvo que alargar 3.5 mm de alto; luego de hacer los orificios de cobre, se introdujeron los cables para conectarlo con el PCB.

Figura 15. Potenciómetro



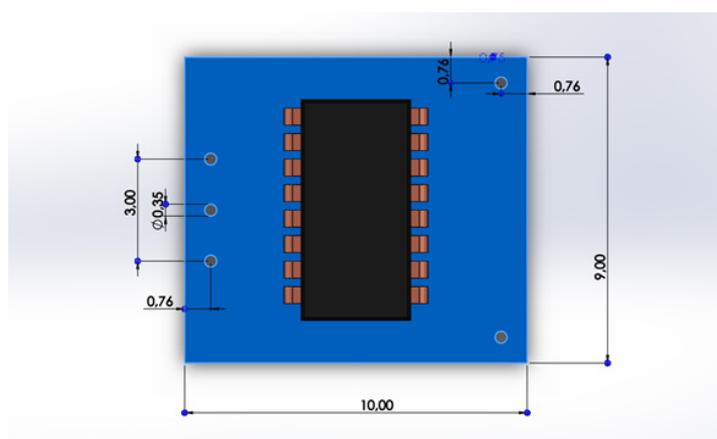
Fuente: Elaboración Propia

PCB

El sexto componente del servomotor se realizó a partir de un cuadrado de 10 mm de largo, 9 mm de ancho y 0.75 mm de alto. Luego, se abrieron unos

huecos con un diámetro de 0.35 mm y una distancia de 1 mm, entre cada orificio, para pasar los cables de conexión y conectarlos de la fuente al PCB y, de ahí, al potenciómetro.

Figura 16. PCB



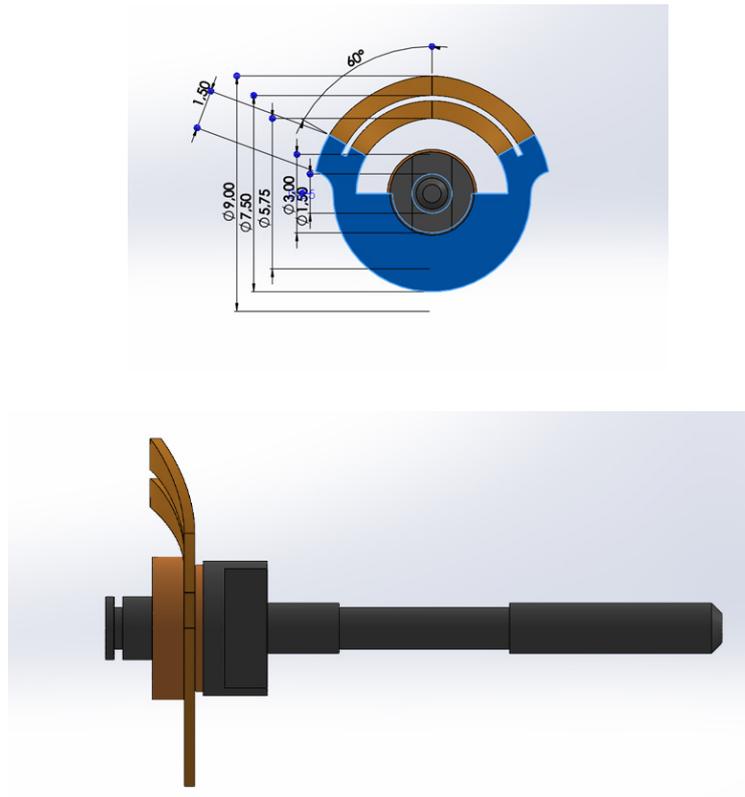
Fuente: Elaboración Propia

Eje

Para realizar el eje se empezó con el eje de 14.5 mm de alto y, con este, después se agregó (alrededor

de la vara) un cobre con 9 mm de diámetro, para que le diera su función al eje, desde el cobre del potenciómetro.

Figura 17. Eje. Vista superior y lateral



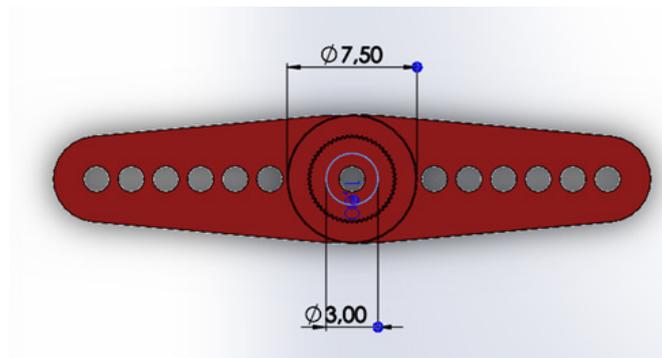
Fuente: Elaboración Propia

Hélice

Para el caso de la hélice, primero, se realizó la pala, con un grosor de 1 mm; posteriormente, se le sacó el eje, con un diámetro externo de 7.5 mm y un diámetro interno de 5 mm; a partir de la altura de

4 mm, cuyo valor también corresponde al núcleo y donde se ubica la conexión con el engranaje, tiene un módulo de 0.25 mm que le permite encajar entre sí y girar.

Figura 18. Hélice



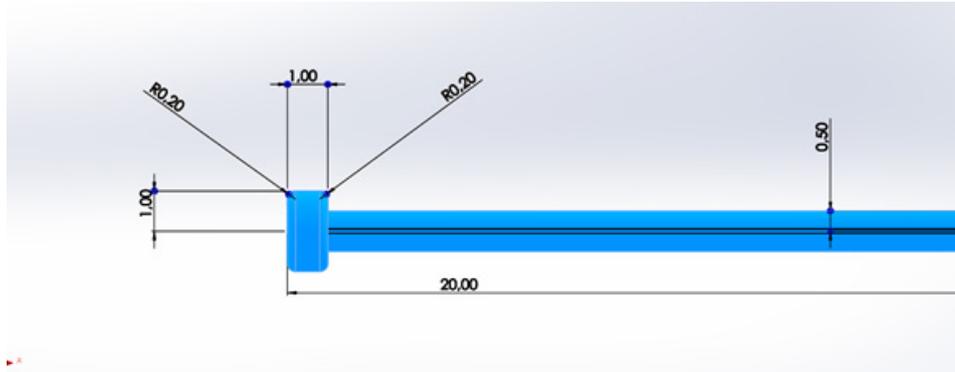
Fuente: Elaboración Propia

Tornillo

Los tornillos de este servo se hicieron con 20 mm de largo, 1 mm de radio en la cabeza y, de ancho, 1 mm para la cabeza y 0.5 mm de radio para el

cuerpo del tornillo. Esto permitió su adecuación para ajustar el servomotor a sus respectivas tapas, y evitar que se desarme.

Figura 19. Tornillo



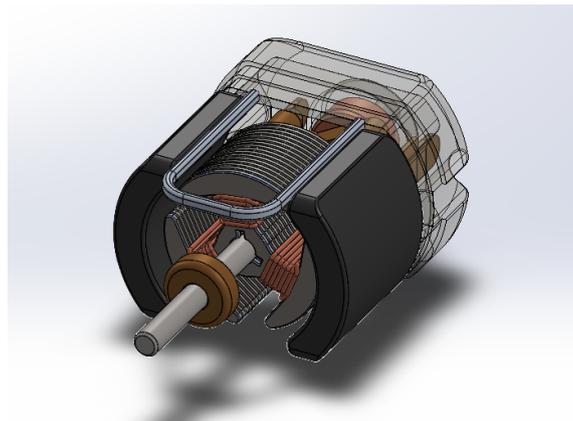
Fuente: Elaboración Propia

Motor

Para el motor se emplearon distintos componentes, entre ellos, cubierta, espaciador, soporte, contacto,

imanes, carcasa. Todo eso forma el respectivo motor, encargado de suministrar la fuerza rotatoria al servomotor.

Figura 20. Motor

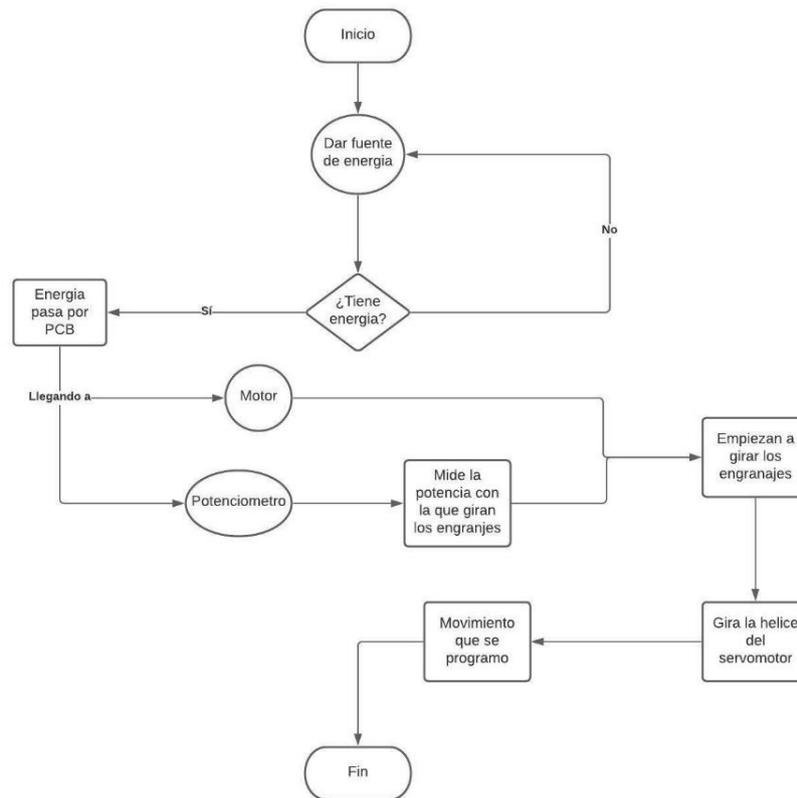


Fuente: Elaboración Propia

De la misma forma, se debe tener en cuenta que, para que funcione cada una de estas piezas (dentro del componente del servomotor), o para analizar de mejor manera su funcionalidad, se procede a

realizar un diagrama de flujo (como se muestra en la Figura 21), en el que se evidencia que el PCB es el encargado de permitir el paso de la corriente, tanto al motor como al potenciómetro.

Fig. 21. Diagrama del funcionamiento interno del servomotor



Fuente: Elaboración Propia

Resultados

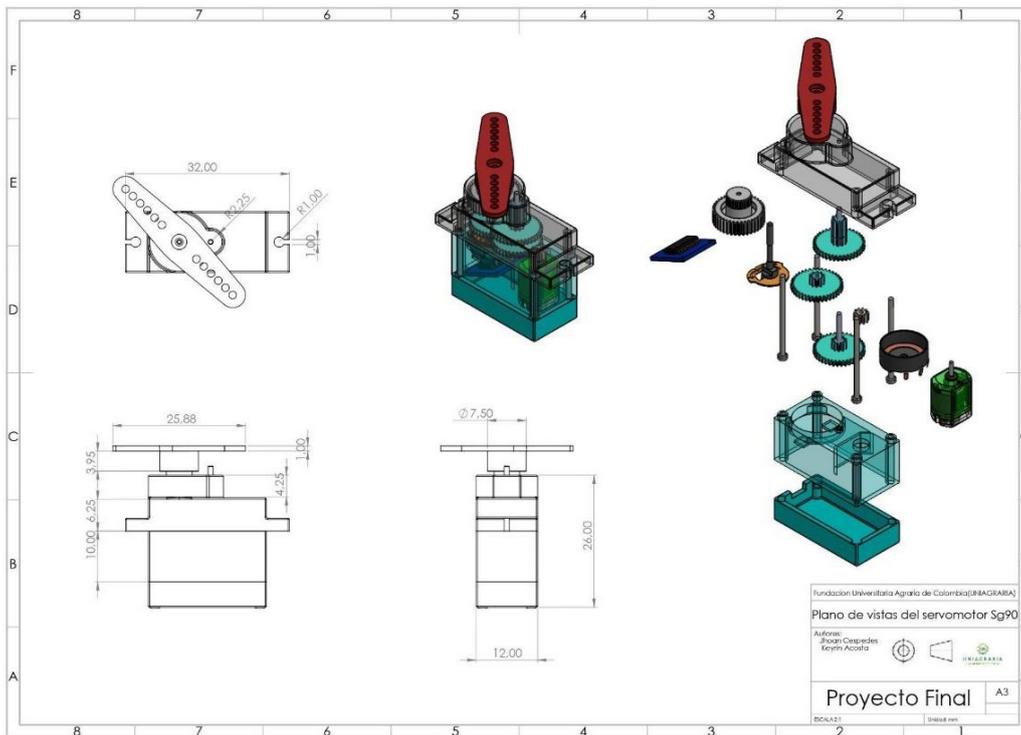
Como resultado el prototipo del servomotor acaba por ser una nueva pieza con diez componentes principales para resaltar. Este servomotor permite que el movimiento de cada una de las cinco articulaciones del brazo robótico, rotando desde 0° hasta 180°, al moverse con independencia de las otras, realice cada uno de los movimientos provistos en la Figura 1 (“Diagrama de flujo del proceso del brazo robótico”).

Así, el servomotor modela cada uno de los movimientos presentes en los brazos de los operarios, reemplazando la mano de obra humana, en el proceso de siembra de las empresas floricultoras del municipio de Madrid, Cundinamarca. Este hecho tiende a reducir el impacto a la salud de los trabajadores y los altos gastos en nómina.

Asimismo, en la Figura 22 se puede observar el plano completo con diferentes vistas del servomotor, cuyo proceso, llevado a cabo para la transmisión de movimiento en la hélice, comienza desde una fuente de alimentación, que permite el paso de la corriente a la PCB. Esto activa el motor y el servomotor, para iniciar con la transmisión de movimiento de los engranajes; un logro que, al final, permitirá mover la hélice con una determinada fuerza.

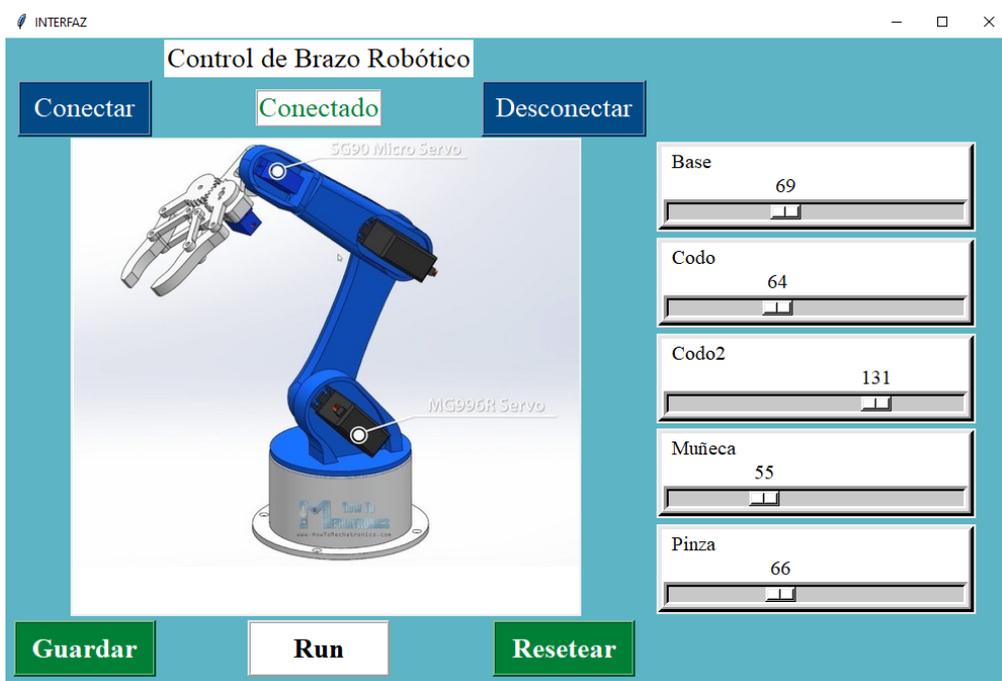
Igualmente, en la Figura 23, se puede constatar la interfaz creada por medio del software Python, caracterizado por cinco barras, que varían su número de 0 a 180; rotará dicha cantidad en grados, para cada uno de los servomotores al que están conectados para permitir el manejo de las articulaciones del brazo, mediante una aplicación de escritorio.

Figura 22. Plano con todas las vistas del servomotor



Fuente: Elaboración Propia

Figura 23. Interfaz en Python



Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones

Se espera a futuro poder realizar el diseño y construcción completa del brazo robótico para implementarlo en las flores del municipio de Madrid (Cundinamarca), con la finalidad de mejorar la eficiencia y mano de obra en el sector floricultor, haciendo que este se reconozca a mayor nivel en la comunidad e, incluso, pueda implementarse en varios lugares distintos de la geografía nacional.

Se puede concluir que el diseño de este tipo de elementos, utilizados en la electrónica, puede ampliar los conocimientos sobre el funcionamiento interno que tiene una pieza de poco tamaño, pero de gran uso para una gran cantidad de proyectos en electrónica, lo que generará mayor creatividad

e innovación en las personas. Adicionalmente, se espera poder realizar la estructura completa del brazo robótico, implementando el servomotor en cada una de las articulaciones, calculando el torque y la inercia propias para el brazo robótico. Con ellos, se podrían modelar las operaciones que realiza un operario en los procesos de siembra de las empresas floricultoras en el municipio de Madrid, Cundinamarca. Por último, no se pueden obviar las condiciones geográficas y climáticas, ya que estas dificultarían el proyecto y, por ende, estructurarían una nueva metodología, o propuesta de solución con el fin de que este prototipo no se vea afectado en la zona.

Referencias

- Acero, J. (2013). Los Movimientos Básicos del Ser Humano. [Recurso en línea]. Recuperado de <https://g-se.com/los-movimientos-basicos-del-ser-humano-bp-m57cfb26e65a54>
- Bioprofe. (2016). Teoría Rotación. [Recurso en línea]. Recuperado de <https://bioprofe.com/teoria-rotacion/>
- Centro Impulso. (2018). Diferentes ejes, planos y movimientos del cuerpo [en línea]. Recuperado de <https://centroimpulso.es/ejes-y-ejercicio/>
- Curiosoando.com (2016). ¿Qué son los músculos abductores y aductores? [en línea]. Recuperado de <https://curiosoando.com/diferencia-abductores-y-aductores>
- González Cubillos, E. (2009). Implicaciones de la floricultura en las transformaciones espaciales de Madrid (Cundinamarca) a partir de 1970. *Perspectiva Geográfica*, 1(14), 219–240. Recuperado de <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/perspectiva/article/view/1723>
- Fundación Panamericana para el Desarrollo. (2015). Documentos. [En línea]. Recuperado de <https://e.exam-10.com/doc/9546/index.html>

- Garzón Hernández, N. y Pedraza, Z. (2013). Subjetividad y flexibilización laboral: la biopolítica del mercado en la vida de las operarias del cultivo. [En línea]. Universidad de los Andes, [Tesis de grado], Bogotá. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12217/u671122.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Homez, F. (2017). Análisis multitemporal de los cambios de la cobertura de la tierra e incidencia de la floricultura en el municipio de Madrid, Cundinamarca, desde 1985 hasta 2015 [en línea]. Universidad Javeriana, [Tesis de grado], Bogotá. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34258/Homez-TorresLuisFelipe2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Ministerio de Agricultura. (2018). Aplicación automática de plaguicidas facilitará procesos en sector floricultor [en línea]. *Agronegocios.co*. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Aplicaci%C3%B3n-autom%C3%A1tica-de-plaguicidas-facilitar%C3%A1-procesos-en-sector-floricultor.aspx>
- Picalmse. (2011). Pinterest. [Imagen en línea]. Recuperado de https://www.pinterest.es/pin/432978951671412_073/
- Picalmse. (2014). Pinterest. [Imagen en línea]. Recuperado de https://www.pinterest.es/pin/432978951670975_279/
- Pulido González, C. A. (2017). Diseño del Programa de uso eficiente y ahorro del Agua En La Finca Jardines De Colombia De La Empresa the Elite Flower [en línea]. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9243>
- Visible Body. (s.f.). Introducción visual a la anatomía humana [en línea]. Recuperado de <https://www.visiblebody.com/es/learn/muscular/muscle-movements>