

Diseño de estructura mecánica de robot antropomorfo didáctico de 5 grados de libertad con servomotor e impresión 3D

E. Machado-Díaz¹, N. Alvarado-Tovar¹, G. G. Leyva-Carrillo¹, J. A. Valenzuela-Romero¹

Resumen—Los brazos manipuladores son un pilar dentro de los sistemas mecatrónicos, por sus diferentes usos y aplicaciones en diferentes ámbitos. Su uso se ha ido extendiendo por la gran cantidad de estudios que se generan en torno a ellos, por lo que su enseñanza en la educación tecnológica, relacionadas a los sistemas automáticos, es de vital importancia para la generación de competencias entre los alumnos de estas ramas de la ingeniería. Sin embargo, el elevado costo, así como el tamaño limitan a las instituciones educativas para la adquisición y manejo de sistemas de robots.

Partiendo de las necesidades descritas, se diseñó una estructura mecánica para un brazo manipulador antropomorfo de 5 grados de libertad (GDL), configuración encontrada comúnmente en manipuladores industriales, basados en servomotores y tecnología de impresión 3D para la fabricación de sistemas robóticos de un costo reducido, que permita a las instituciones y personas interesadas, adquirir conocimientos básicos dentro del campo de la robótica y que sea adaptable para diversas aplicaciones.

Palabras claves—Estructura, Impresión 3D, Manipulador, Robot, Servomotor

Abstract—Manipulator arms are a pillar within mechatronic systems, due to their different uses and applications in different fields. Their use has been spreading due to the high degree of studies that are generated around them, so their teaching in technological education, related to automatic systems, is of vital importance for the generation of skills among the students of these engineering branches. However, the high cost, as well as the size limit educational institutions for the acquisition and management of robot systems.

Based on the needs described, a mechanical structure was designed for a 5GDL anthropomorphic manipulator arm (configuration commonly found in industrial manipulators) based on servo motors and 3D printing technology for the manufacture of robotic systems at a reduced cost, which allows institutions and interested people, acquire basic knowledge within the field of robotics and that it is adaptable for various applications.

Keywords—3D Printed, Manipulator, Robot, Servomotor, Structure

I. INTRODUCCIÓN

A. Conceptos generales de robótica

La robótica es el pilar fundamental de la mecatrónica, siendo ésta el resultado de los estudios de diversas disciplinas como lo son la mecánica, la electrónica y los sistemas programables y puede considerarse como el pilar de la mecatrónica de acuerdo a algunos autores. Esta rama de los sistemas automáticos se ha convertido en un área clave y estrategia para todo país en desarrollo, puede traducirse en sinónimo de modernización y de bienestar en la sociedad por sus diversos beneficios en tareas de alto impacto [1].

Existen diferentes tipos de robots y éstos pueden clasificarse de acuerdo a las tareas que van a realizar y de sus características, cómo lo son: morfología (estructura mecánica), tipos de actuadores, grados de libertad (articulaciones o movimientos ya sean lineales o rotacionales) entre otros.

Los robots industriales, también conocidos como brazos robots o brazos manipuladores, (por analogía con el brazo humano) son el tipo de robots más populares debido a la importancia que ocupan en los procesos de producción [2]. Entre las características más importantes de los brazos manipuladores se encuentran:

- Trabajar sin descanso.
- Realizar tareas repetitivas con gran precisión.
- Hacer tareas imposibles físicamente por un humano (levantar objetos pesados, ubicarse en condiciones no aptas para un humano, etc.)
- Ser reprogramables para diversas tareas.

Las características mencionadas anteriormente hacen que estos sistemas sean imprescindibles en los sistemas de manufactura automatizados, pues permiten incrementar la producción, reducir costos de fabricación, mejorar la calidad de los productos y reducir el riesgo de accidentes en ambientes peligrosos [3]. Sin embargo, también pueden encontrarse manipuladores en otros entornos como el biomédico en donde se han realizado cirugías o tareas de manejo de instrumental de forma remota [4] lo que ha permitido procedimientos de alta complejidad de una forma más sencilla y segura con personas que se encuentran en diferente ubicación geográfica y que pudiesen no contar con el personal calificado en el momento en que fuesen necesarios.

¹Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Av. Tecnológico No. 1555 Sur Periférico Gómez - Lerdo Km. 14.5, Ciudad Lerdo, Dgo. C.P. 35150.
*eduardo.md@itslerdo.edu.mx

B. Aplicación de la robótica en la formación educativa

Siendo la robótica de gran relevancia en la vida actual, es de suma importancia la formación de personal capacitado en esta disciplina, siendo común que su enseñanza no sea exclusiva de niveles superiores, sino que se extienda a niveles básicos y medio superior.

Se pueden tomar como ejemplos estudios del impacto que puede tener la robótica en el proceso de enseñanza – aprendizaje en diferentes asignaturas basadas en proyectos como los que se presentan en [5] y [6], donde se utilizan escenarios educativos con robots *LEGO* y *VEX* para la adquisición de competencias por parte de los alumnos, teniendo resultados satisfactorios en el incremento de interés de los participantes en las áreas de innovación tecnológica e importancia del estudio de ciencias básicas para la aplicación en diferentes entornos.

Al ser un área con múltiples aplicaciones, es posible adaptar contenidos de diferentes asignaturas en el proceso de enseñanza. Por ejemplo, física básica en el análisis de los tipos de movimiento que se generan, la relevancia que tienen los modelados matemáticos en la generación de trayectorias, el uso de sensores y actuadores en niveles más altos de educación, etc. Es por ello que la adquisición de sistemas de robots didácticos o comerciales puede ser una opción viable para las instituciones educativas a diferentes etapas del proceso de aprendizaje de los alumnos.

C. Problemáticas del uso de sistemas robóticos en entornos educativos.

Si bien el estudio de la robótica es extenso y presenta un amplio espectro de áreas de oportunidad de investigación, el alto costo de los equipos no permite que las instituciones educativas puedan adquirir equipo robótico de forma sencilla, ya sea por falta de recursos económicos o espacio físico suficiente como lo describen diversos autores [7], pues estos equipos suelen tener dimensiones considerables. Sin embargo, es posible adquirir las competencias básicas de brazos manipuladores a partir de prototipos que asemejen a un robot comercial, pues el principio de funcionamiento puede simularse en dispositivos a escala utilizando componentes de menor costo y fácil manejo teniendo conocimientos de electrónica y programación básica.

Derivado de las necesidades descritas, se plantea un diseño de brazo robótico tipo antropomorfo de 5 grados de libertad utilizando servomotores, así como tecnología de impresión en 3D para la fabricación de la estructura mecánica. La realización de este proyecto puede beneficiar a las instituciones de los diversos niveles educativos, pues brinda una alternativa para la adquisición de equipos de brazo robot a un costo menor y con dimensiones reducidas, permitiendo su uso y almacenaje en diferentes entornos.

Una de las principales características que se plantean en la creación de este sistema es el uso de herramientas de software y hardware libre que eviten el pago de licencias a los

interesados en su fabricación, pues cada vez es más común encontrar sistemas con esta filosofía como lo puede ser la comunidad de Arduino. Las ventajas del uso de estas herramientas, aparte del aspecto económico, es la basta información en literatura escrita, así como páginas de internet o material multimedia sobre su uso que generalmente se encuentra de forma gratuita.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

El desarrollo del proyecto se realizó a partir de las cuatro etapas o fases que se presentan en la Figura 1.



Figura 1. Fases de desarrollo del proyecto (Fuente: Elaboración propia)

A. Investigación preliminar

El primer paso para el desarrollo del proyecto fue una investigación de los diferentes prototipos que se encuentran en la red documentados y que fueran de filosofía *Open Source*, es decir, de código libre. Esto con la finalidad de que pudieran realizarse modificaciones a los diseños y disminuir los precios de fabricación al evitar el pago de licencias. Es importante mencionar que se buscó referencia en cuanto al diseño estructural, así como que estuviesen fabricados a partir del uso de servomotores.

Entre la bibliografía consultada se tienen los desarrollados en [8], en donde se presenta un robot de 4 grados de libertad, que, si bien no es lo que se está buscando, se utilizó para dar una idea del aspecto estructural del robot pues funciona a base de servomotores. El robot se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Robot propuesto por Amin Mohammed (Fuente [8]).

Se puede observar que se utilizaron dos servomotores para la articulación 2, pues es aquella que soporta todo el peso estructural. Esto se debe a que la fabricación está hecha en material metálico, por lo que tiene más peso. Una de las características principales observadas en este robot es que sus piezas son sencillas de fabricar utilizando una impresora, pues son cuadradas en su mayoría lo que permite hacerlo ensamblable y adaptable.

Otra opción es la que se presenta en [9], en este caso si se realiza completamente con impresión 3D, por lo que se asemeja más a lo buscado en este proyecto. El prototipo es el que se ve en la Figura 3.



Figura 3. Robot propuesto por Floris (Fuente [9]).

Se visualiza que la base rotatoria (primer grado de libertad) está en base de engrandes, mientras que el segundo grado, que tiene la carga estructural, tiene como actuadores motores a pasos con una caja de transmisión, permitiendo un movimiento más fluido y con menos esfuerzo mecánico. El *gripper* o herramienta se controla en base a un servomotor modelo *SG90*. Uno de los aspectos a recalcar de este modelo es el uso de una sola pieza en los eslabones cuyo movimiento depende de los soportes unidos a ellos.

Sin embargo, los diseños anteriormente presentados presentan dificultades en su fabricación, pues su montaje es complejo debido los diferentes elementos mecánicos como engranes y soportes rotacionales. Con estos puntos en mente, se procedió a una investigación de prototipos que se encuentra en las páginas de modelos 3D más utilizadas como referencias en personas dedicadas a la impresión en este tipo de tecnologías.

El proyecto que se presenta en [10] y que se muestra en la Figura 4, presenta una propuesta más ligera en cuanto a peso, al tener eslabones huecos y utiliza dos servomotores por eslabón, se puede observar que utiliza dos tipos de servomotores. El primer tipo corresponde a servomotores modelo *MG995* para las articulaciones que cargan más peso, mientras que aquellas que tienen poco esfuerzo mecánico contiene servomotores más básicos como lo son los servomotores modelo *SG90*.



Figura 4. Robot propuesto por Kapllanaj. (Fuente: [10])

Como última referencia, y siendo ésta la más utilizada en el desarrollo, fue la que se propone en [11]. Este utiliza, al igual que el mencionado anteriormente, servomotores de 15kg fuerza para las articulaciones con más peso y de menor torque para los últimos grados de libertad. El robot puede observarse en la Figura 5.



Figura 5. Robot propuesto por Dejan (Fuente: [11]).

A partir de la información recabada, se optó por que el diseño tuviera, en general, las siguientes características.

- Tamaño reducido, es decir, menos de 20cm de diámetro de la base.
- Base rotatoria con orificios de fijación en mesa con la finalidad de que el robot no tuviera problemas al moverse.
- Fabricado a partir de eslabones únicos con la finalidad de reducir el número de piezas a fabricar y con menor complejidad en el montaje.
- Herramientas intercambiables de acuerdo a las necesidades presentadas.

B. Tipos de actuadores utilizados en el diseño.

Para el diseño del brazo robótico se utilizó el software Fusion 360 de Autocad® con licencia de estudiante por lo que puede ser fácilmente modificado si se solicitan licencias de este tipo por parte de los interesados en su fabricación.

El primer punto fue establecer los dos tipos de actuadores que realizarán los movimientos del robot. Para las articulaciones con mayor esfuerzo mecánico se utilizaron servomotores modelo *MG996* y que cuentan con las características que se ven en la TABLA I.

TABLA I. CARACTERÍSTICAS SERVOMOTOR MG996

Modelo	Tipo de engranes	Esfuerzo
MG996	Metálico	15kg cm.

El uso de este tipo de actuador, al tener engranaje metálico, permite que se tenga un mejor soporte estructural, así como un mayor tiempo de vida, pues el desgaste en las partes móviles que se encuentran internamente en el motor es menor.

Se definió su uso ya que es de bajo costo y muy común en la realización de prácticas de electrónica básica. Así mismo, existen modelos con los cuales puede ser reemplazados en caso de no contar con ellos o que éstos se dañen.

El segundo modelo de servomotor fue el SG90 que se muestra en la TABLA . Este tipo de servomotor se utilizó solamente en el grado rotacional de la herramienta y como el actuador que permitirá abrir y cerrar las pinzas.

TABLA II. CARACTERÍSTICAS SERVOMOTOR SG90.

Modelo	Tipo de engranes	Esfuerzo
SG90	Plástico	1.8kg cm.

C. Diseño de la estructura de la base

Con los actuadores definidos, se procedió con el diseño de la base fija que corresponde al soporte del primer grado de libertad de tipo rotacional. Para ello, se definió que el diámetro fuese de 120mm. El actuador estará fijado mediante tornillos M3 por una estructura interna diseñada de tal forma que el disco que genera el movimiento esté concéntrico con todos los elementos. La base diseñada se muestra en la Figura 6.

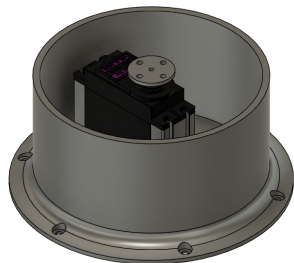


Figura 6. Diseño de base fija.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

D. Diseño de base giratoria (Primer grado de libertad)

Para generar el movimiento rotacional, se diseñó una plataforma que irá montada sobre el disco metálico del servomotor colocado en la base fija. El actuador, al estar inmóvil, permitirá el giro de la plataforma giratoria y de la estructura general del robot generando el primer grado de libertad. En la Figura 7, se puede observar la adaptación para el disco del servomotor utilizando un orificio del diámetro del mismo (20mm).

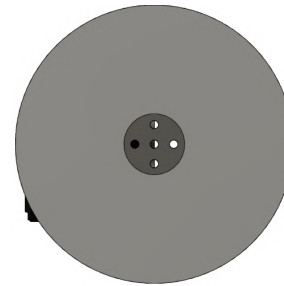


Figura 7. Base giratoria (primer grado de libertad)
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

E. Segundo grado de libertad.

El segundo grado de libertad se encuentra montado sobre la base giratoria, pues es la encargada de mover toda la estructura del robot. Se colocó el servo en una inclinación de 45° con respecto al eje horizontal de la base, con la finalidad de que éste tuviera un mayor rango de movimiento angular con el siguiente eslabón, como se observa en la Figura 8. Para adaptar el servomotor se diseñó un orificio con las dimensiones dadas por el fabricante del mismo, dando una tolerancia de 1mm con la finalidad de evitar fallos.

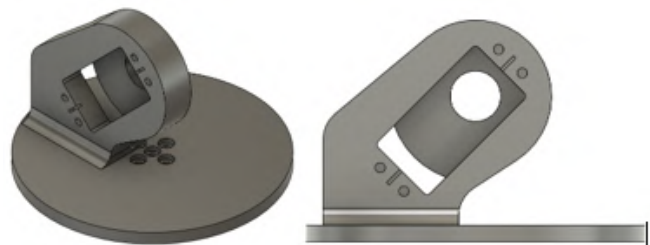


Figura 8. Estructura para el segundo grado de libertad.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

Es importante tener en cuenta que, debido al diseño propio del servomotor, es necesario tener consideraciones al dejar espacios para que todos los elementos plásticos puedan ajustarse correctamente.

F. Diseño del eslabón principal.

Para el eslabón principal del robot se diseñó una sola pieza (Figura 9) en la cual irán montados los discos de los servomotores correspondientes. Esto con la finalidad de reducir el número de piezas a fabricar y que la estructura fuera estéticamente más atractiva, por lo que no se colocaron los actuadores dentro de la misma. También existen empalmes para limitar el movimiento de los actuadores facilitar la calibración del robot. Se tuvo en consideración todo el rango del movimiento para que estos empalmes no influyan en el funcionamiento final.



Figura 9. Diseño de eslabón principal.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

G. Tercer y cuarto grado de libertad.

Con el eslabón principal diseñado, se desarrolló una segunda estructura en la cual se encuentran fijados los motores correspondientes al tercer y cuarto grado de libertad como se ven en la Figura 10.



Figura 10. Eslabón para tercer y cuarto grado de libertad.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

Al igual que el eslabón anterior, se colocaron empalmes para mejorar el aspecto estético y limitar los movimientos de los grados de libertad, el diseño se presenta en la Figura 11.

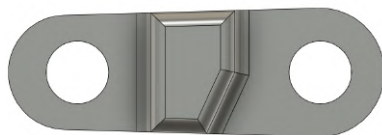


Figura 11. Vista posterior del eslabón.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

H. Quinto grado de libertad

Por último, se hizo el diseño del quinto grado de libertad mediante una estructura que estará fijada al servomotor del eslabón anterior y que se ve en la Figura 12. Se colocó una ranura en la que se encontrará montado el servomotor SG90 que permitirá el movimiento de la herramienta que se vaya a colocar.



Figura 12. Estructura para quinto grado de libertad Fuente. Elaboración propia.

III. RESULTADOS

A. Montaje de los grados de libertad.

Con todas las piezas diseñadas se procedió a realizar el ensamble de los diferentes elementos que componen el brazo robótico para verificar su montaje. En la Figura 13, se muestran los elementos que corresponden a la base giratoria del robot, el movimiento se genera por el servomotor que se encuentra dentro de la base fija, siendo necesario colocar los 6 tornillos de la base inferior para evitar que el robot caiga sobre su propio peso.



Figura 13. Montaje del primer grado de libertad.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

En la Figura 14, se presenta el ensamble del eslabón principal ensamblado en conjunto con la base giratoria generando el segundo grado de libertad. Es importante calibrar el movimiento de los servomotores para que la estructura no se salga de los rangos de operación fijados por los empalmes colocados.



Figura 14. Montaje del segundo grado de libertad.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

Enseguida, se ensambla el tercer y cuarto grado de libertad que se encuentran en el segundo eslabón como lo muestra la

Figura 15 , Esta pieza es la que soporta el mayor peso, pues contiene dos actuadores.



Figura 15. Montaje del tercer y cuarto grado de libertad.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

Una vez que los eslabones sean ensamblados, se coloca la estructura en la cual se encuentra el quinto grado de libertad y que irá conectada con la herramienta que se desee colocar. La pieza se ve en la Figura 16. El servomotor SG90 se monta a través de la ranura, dentro de ella se encuentran los orificios para los tornillos correspondientes.

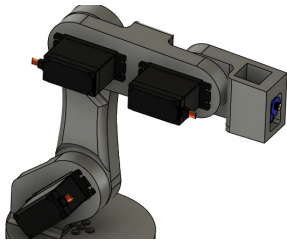


Figura 16. Montaje del quinto grado de libertad.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

B. Montaje final del robot

Por último, se valida el montaje final mediante el montaje con y sin servomotores de la Figura 17, para verificar que se encuentren todas las ranuras necesarias para su armado. Es importante tener en cuenta y revisar que las tolerancias y los orificios tengan las dimensiones correctas pues si no, al momento de la fabricación (ya sea por impresión 3D o maquinado CNC) tener un margen de error.



Figura 17. Montaje final del robot.
Fuente. Elaboración propia.
Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

Uno de los aspectos más importantes en el diseño de esta estructura, y que corresponde a una mejora en comparación con las propuestas utilizadas como referencia y que se mencionan anteriormente, es colocar todos los movimientos sobre las mismas referencias en el plano como se muestra en la Figura 18. Es decir, que todos los movimientos rotacionales se encuentren alineados vertical y horizontalmente, teniendo la misma referencia matemática.

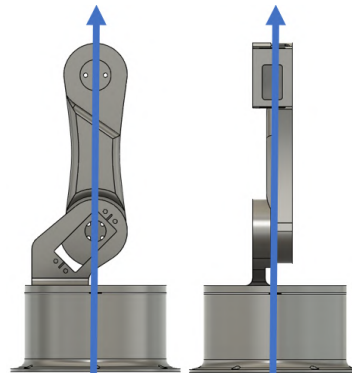


Figura 18. Referencias de giro.
Fuente. Elaboración propia.

Entorno de desarrollo: Fusion 360 de Autodesk

Esta mejora permite facilitar los cálculos necesarios para el estudio de la cinemática directa e inversa del robot, lo que lo vuelve una herramienta al no tener que considerar compensaciones en la ubicación de los sistemas de coordenadas.

IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La estructura mecánica diseñada permite realizar prácticas didácticas relacionadas al estudio de los sistemas robóticos. De igual forma, representa una mejora significativa a los diseños existentes en la red por la facilidad de fabricación por diversos métodos (aunque está enfocada en tecnología de impresión 3D) y por tener la misma referencia lineal en los sistemas de coordenadas facilitando su estudio matemático para futuras aplicaciones.

El diseño se plantea para que cualquier persona pueda crear una herramienta acorde a las necesidades que se tengan, por lo que lo vuelve una estructura bastante versátil para diferentes escenarios en los que pueda implementarse.

Si bien el diseño es funcional y puede fabricarse de forma sencilla, se recomienda colocar amortiguadores en ciertas partes del diseño para mejorar el movimiento, así como el uso de mejores actuadores si se tiene el presupuesto necesario.

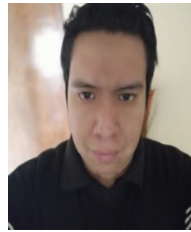
V. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, especialmente a las divisiones de Ingeniería en Sistemas Automotrices e Ingeniería en electrónica, así como el departamento de investigación y desarrollo tecnológico por las facilidades brindadas para la realización de este proyecto.

VI. REFERENCIAS

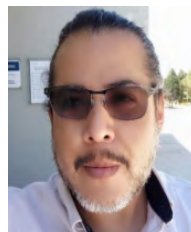
- [1] A. O. Baturone, *Robótica*, Marcombo, 2005.
- [2] F. R. Cortés, *Arduino, Aplicaciones en robótica, mecatrónica e ingenierías*, Mexico: Alfaomega, 2015.
- [3] F. R. Cortés, *Robótica, Control de robots manipuladores*, Mexico: Alfaomega, 2011.
- [4] M. Declan y B. Challacombe, «Equipamiento y tecnología en robótica,» *Archivos Españoles de Urología*, 2007.
- [5] N. Aliane, «Una experiencia de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica,» *Departamento de Arquitectura de computadoras y Automática*, 2006.
- [6] I. Moreno y L. Muñoz, «La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías,» *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, pp. 74-90, 2012.
- [7] B. Sánchez y F. Ángela, «La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales,» *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, pp. 120-136, 2012.
- [8] M. Amin, «Kinematics Modeling of a 4-DOF Robotic Arm,» *International Conference on Control, Automation and Robotics*, p. 87, 2015.
- [9] F. Hemmelder, «3D Printed articulated arm robot,» Politehnica University, 2018.
- [10] E. Kapllanaj, «Grabcad,» 11 2018. [En línea]. Available: <https://grabcad.com/library/3d-printed-robotic-arm-with-gripper-1>. [Último acceso: 15 01 2022].
- [11] Dejan, «How To Mechatronics,» 30 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/diy-arduino-robot-arm-with-smartphone-control>. [Último acceso: 15 Febrero 2022].
- [12] R. Siemasz, «3D printed robotic arm with elements of artificial intelligence,» *Procedia Computer Science*, pp. 3741-3750, 2020.

VII. BIOGRAFÍA



Machado Díaz Eduardo. Nació en la ciudad de Gómez Palacio, Dgo. México el 29 de enero de 1994. Obtuvo el grado de Ingeniero en Electrónica con especialidad en Mecatrónica y automatización en el año de 2017 en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Egresado de la maestría en Ingeniería Mecatrónica en el año de 2018 del mismo instituto en donde participó en proyectos de investigación enfocados en el control automático.

Actualmente es docente en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo como docente en la división de Sistemas Automotrices en las áreas de electrónica, automatización industrial y sistemas robóticos. Sus líneas de investigación son los sistemas de control automático, la instrumentación y el diseño de interfaces.



Alvarado Tovar Noé. Nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México el 11 de julio de 1978. Egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna de la carrera de Ingeniería Electrónica en el año 2000. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica en el Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de la Laguna, ubicado en la ciudad de Torreón, Coah. México, en el año de 2006, en la especialidad en Control de Robots Manipuladores. Actualmente está en la etapa final

del su estudio de doctorado en la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, desempeñado el puesto de Investigador-Docente, en el Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico y en la División de Ingeniería Electrónica respectivamente, el instituto se encuentra ubicado en la ciudad de Lerdo, Dgo. México. Cuenta con experiencia profesional en el ramo de la automatización industrial, robótica, control electrónico. Sus actuales líneas de investigación incluyen: Mecatrónica, robótica, automatización industrial, control de movimiento, comunicaciones industriales y electrónica de control y de potencia.



Leyva Carrillo Guillermo Gerardo. Nació en Gómez Palacio, Dgo. El día 10 de agosto de 1999. Actualmente cursando la carrera en Ingeniería en Sistemas Automotrices en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. El estudiante ha trabajado en proyectos de diseño mecánico.



Valenzuela Romero Jesús Adolfo. Nació en Gómez Palacio, Dgo. El día 13 de septiembre de 1998. Actualmente cursando la carrera ingeniería en sistemas automotrices en instituto tecnológico superior de lerdo. Ha trabajado en proyectos de diseño mecánico, y capacitaciones internas de robot tipo Lego