UNIVERSIDAD Rafael Belloso Chacín

Revista Electrónica de Estudios Telemáticos
TÉLÉMATIQUE

Brazo robótico para el apoyo en procedimientos odontológicos
Robotic arm to assist in dental procedures

Robotic arm for dental procedures

Ing. Jorge Eduardo Ángel Vásquez
Código ORCID: 0009-0003-8522-1717
Correo: yorshesp32wroom@gmail.com
Sector generación eléctrica

Ing. Rosa Angélica del Valle Ramírez Sánchez
Código ORCID: 0009-0003-9335-3736
Correo: rosang.ramirez@gmail.com
Sector generación eléctrica

Resumen

Este artículo propone un análisis para un brazo robótico que apoye procedimientos odontológicos, como la exploración bucal y la tartrectomía. El objetivo principal fue definir las especificaciones técnicas, ergonómicas y funcionales que permitan la creación de un sistema eficiente, seguro y de fácil manejo, facilitando así la labor del odontólogo mediante control remoto y asistencia automatizada. Está fundamentada teóricamente en los autores: Quilumbaquin y Reyes (2022), Pérez y Andagoya (2019) y Rebatta (2021). Este artículo se elaboró a partir de una revisión bibliográfica de artículos científicos indexados en bases de datos como Scopus, Scielo y RedALyC, entre otras. Para ampliar la información sobre modelos de sistemas robóticos similares, se realizó una búsqueda en cadena a través de consultas en artículos, informes y documentos públicos que describen diseños de brazos robóticos, componentes electrónicos, sistemas de control y metodologías de desarrollo aplicadas en la robótica médica y odontológica. La búsqueda se delimitó utilizando los filtros disponibles en cada base de datos, priorizando aquellos documentos que proporcionaran información actualizada, relevante, confiable y de alta calidad respecto a los requisitos técnicos y metodológicos en el desarrollo de prototipos similares. Asimismo, se consultaron diferentes fuentes de información en revistas científicas y tesis académicas, aplicando criterios de inclusión que consideraron palabras clave como: “Brazo robótico Odontológico”, “requerimientos técnicos”, “modelos de control”, “dispositivos mecatrónicos” y “desarrollo de prototipos”. Con la finalidad de organizar y estructurar la información recopilada sobre las especificaciones técnicas, componentes y requisitos de cada modelo de brazo robótico analizado.

Palabras claves: Brazo robótico, diseño, robótica médica, procedimientos odontológicos.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Abstract

This article proposes an analysis of the necessary requirements for the design and development of a robotic arm prototype to support dental procedures, such as oral examinations and tartrectomy. The main objective was to define the technical, ergonomic, and functional specifications that would enable the creation of an efficient, safe, and easy-to-handle system, thereby facilitating the dentist's work through remote control and automated assistance. The theoretical foundation is based on the authors: Quilumbaquin and Reyes (2022), Pérez and Andagoya (2019), and Rebatta (2021). This article was developed through a comprehensive review of scientific articles indexed in databases such as Scopus, Scielo, and RedALyC, among others. To expand the information on similar robotic system models, a chain search was conducted through queries in articles, reports, and public documents describing designs of robotic arms, electronic components, control systems, and development methodologies applied in medical and dental robotics. The search was delimited using the available filters in each database, prioritizing documents that provided up-to-date, relevant, reliable, and high-quality information regarding the technical and methodological requirements for developing similar prototypes. Additionally, different sources of information from scientific journals and academic theses were consulted, applying inclusion criteria that considered keywords such as: “dental robotic arm,” “technical requirements,” “control models,” “mechatronic devices,” and “prototype development.” The purpose was to organize and structure the collected information on the technical specifications, components, and requirements of each analyzed robotic arm model. This facilitated the identification of common aspects and relevant particularities in system design, providing a solid basis for defining the essential requirements in the development of the robotic arm prototype aimed at supporting dental procedures.

Keywords: Robotic arm, design, medical robotics, dental procedures.

Introducción

En la actualidad, la sociedad está inmersa en un entorno altamente tecnológico, cada vez más dependiente de innovaciones que facilitan la realización de actividades diarias y profesionales. En el campo de la salud, especialmente en la odontología, los avances tecnológicos han contribuido significativamente a mejorar los métodos de diagnóstico, la atención al paciente y la ejecución de tratamientos menos invasivos y más precisos. Sin embargo, en países como Venezuela, la adquisición y actualización de equipos tecnológicos especializados aún enfrentan retos debido a factores políticos, económicos y sociales. Frente a esta situación, surge la necesidad de promover la innovación en el área

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

odontológica mediante el desarrollo de soluciones tecnológicas que puedan potenciar la labor de los profesionales.

En este contexto, el diseño de un brazo robótico orientado a apoyar procedimientos odontológicos representa una alternativa prometedora. Este dispositivo debe ser fácil de usar por los especialistas, ofrecer comodidad durante su operación y posibilitar el control remoto para realizar exploraciones de la cavidad bucal y procedimientos como la tartrectomía de manera eficiente y segura. La creación de este brazo robótico requiere una evaluación exhaustiva de los requerimientos técnicos, funcionales y ergonómicos para garantizar que cumpla con las necesidades clínicas y facilite la labor del odontólogo.

Para lograrlo, es fundamental establecer un marco de análisis que considere antecedentes de desarrollos similares, las variables involucradas y las especificaciones técnicas necesarias. Además, se deben definir aspectos metodológicos claros para la investigación y diseño, incluyendo las técnicas de recolección de datos, los materiales a emplear, y un cronograma de actividades que permita orientar el proceso desde la conceptualización hasta la implementación del prototipo.

La ejecución del proyecto implica desarrollar las actividades planeadas en etapas, realizar análisis de resultados y perfeccionar el diseño del brazo robótico para cumplir con los objetivos propuestos. Finalmente, se deben aportar conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la innovación tecnológica en la atención odontológica, además de documentar toda la información y recursos utilizados, los cuales son fundamentales para validar y divulgar los avances alcanzados en el proyecto.

Objetivo General

Analizar los requerimientos necesarios para el diseño de un brazo robótico para el apoyo de procedimientos odontológicos.

Metodología

La presente investigación adoptó una metodología de enfoque proyectivo y descriptivo, con un diseño documental no experimental y de carácter transversal. Según Tamayo y Tamayo (2017), la investigación no es un proceso puramente lineal, sino que puede combinar diferentes enfoques para alcanzar los objetivos planteados durante su desarrollo. En este sentido, la investigación también se enmarca dentro del tipo proyectivo, para el cual Hurtado (2017) señala que la importancia radica en que constituye la base para la elaboración de propuestas y modelos que brinden soluciones prácticas a necesidades específicas.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Este análisis se estructuró en base a una revisión bibliográfica que permitió identificar los aspectos esenciales en los requerimientos técnicos, funcionales y ergonómicos necesarios para el diseño de un brazo robótico destinado a apoyar procedimientos odontológicos. Se

abordaron temas como la precisión, la estabilidad, la capacidad de carga, la compatibilidad de movimientos, además de aspectos relacionados con la seguridad, la integración con sistemas existentes y la facilidad de uso por parte del personal odontológico. En consecuencia, se recomienda una especificación clara y detallada de estos requerimientos para orientar el diseño y desarrollo del prototipo, asegurando que cumpla con las condiciones de eficiencia, seguridad y adaptabilidad requeridas en el entorno odontológico.

Fundamentación Teórica

Robótica.

Según la enciclopedia británica (2023), robótica, diseño, construcción y uso de máquinas (robots) para realizar tareas realizadas tradicionalmente por seres humanos. Los robots se utilizan ampliamente en industrias como la fabricación de automóviles para realizar tareas repetitivas simples y en industrias donde el trabajo debe realizarse en entornos peligrosos para los humanos. Muchos aspectos de la robótica involucran inteligencia artificial; los robots pueden estar equipados con el equivalente de los sentidos humanos, como la vista, el tacto y la capacidad de detectar la temperatura.

Algunos incluso son capaces de tomar decisiones simples, y la investigación robótica actual está orientada a diseñar robots con un grado de autosuficiencia que permita la movilidad y la toma de decisiones en un entorno no estructurado. Los robots industriales de hoy no se parecen a los seres humanos; un robot en forma humana se llama Android.

Se define la robótica como una ciencia que aglutina varias disciplinas o ramas de la tecnología con el objetivo y fin de diseñar máquinas programadas para realizar tareas de forma automática o para simular el comportamiento humano o animal. Actualmente la robótica ha sido atribuida a procesos de monitoreo, seguimiento y trabajos prácticos en maquinaria industrial, como el transporte de materiales, soldaduras de metales y demoliciones

Leyes de la Robótica.

Según L. R. Mitjana (2020), Las tres leyes de la robótica fueron descritas por Isaac Asimov, el famoso escritor de ciencia ficción. Dichas leyes se aplicaban a los robots que aparecen en sus novelas y cuentos de ciencia ficción. Sus robots tenían la misión de cumplir órdenes, además de la capacidad de obrar por sí mismos. Así, estas leyes se dirigen a sus robots.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

Asimov, en sus historias, busca situaciones contradictorias que creen conflictos a la hora de aplicar una ley u otra, pero esa es la "gracia", porque el autor indaga así en dilemas filosóficos y morales. Estas tres leyes fueron publicadas por primera vez en el relato de Asimov Círculo vicioso, con fecha de 1942.

No causar daño

La primera ley de la robótica de Asimov dice así: "Un robot no puede dañar a un ser humano ni, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño". De esta manera, la primera ley de la robótica hace alusión no sólo al hecho de no causar daño, sino también al de evitarlo. Asimov especifica aún más y vehicula esta ley a través de las acciones del robot, pero también a través de sus a sus no-acciones (la "inacción").

Si reflexiona sobre esta ley en la actualidad, podemos pensar en un ejemplo de inteligencia artificial: los coches autónomos. Si por ejemplo el coche va a chocar contra otro, él mismo debería apartarse, aunque "él" esté circulando correctamente, para no causar daño, siguiendo la primera ley de Asimov.

Cumplir las órdenes

La segunda de las leyes de la robótica de Asimov establece que: "Un robot debe cumplir las órdenes de los seres humanos, excepto si dichas órdenes entran en conflicto con la Primera Ley". Así, el robot deberá cumplir las órdenes que se le envíen, a no ser que éstas sean incompatibles con la primera ley (es decir, se priorizará siempre el evitar el daño y el no provocarlo).

Proteger la propia existencia.

Finalmente, la tercera ley de la robótica dice: "Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que ello no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley". Como vemos, la tercera ley hace referencia a la autoprotección del robot; esta ley deberá primar, siempre y cuando no sea incompatible con las leyes anteriores (que serán prioritarias).

Robótica de Servicio.

Un robot de servicio lo define CONACYT (2015) como el que funciona de manera parcial o totalmente autónoma, realizando actividades útiles para el bienestar de los humanos y equipos. En un futuro no muy lejano, las necesidades de un adulto mayor podrían ser atendidas por un robot, lo que podría favorecer a su seguridad. Incluso estos robots pueden ser de gran ayuda para las personas que viven solas y están pasando por una situación de emergencia o llegan a sufrir caídas y no hay nadie que les ayude a levantarse.

Estas funciones favorecen en muchas más aplicaciones, entre las que principalmente se encuentran las de servicio a humanos (personal, protección, entretenimiento, entre otros.),

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

de servicio a equipos (mantenimiento, reparación, limpieza, entre otros.) y funciones autónomas (vigilancia, transporte, adquisición de datos, inspección, etc.).

Robótica Médica.

J. Cornejo, J. Cornejo, J. Perales (2015) mencionan que, en América Latina la robótica médica se importa de compañías internacionales para aplicarla en el cuidado de la salud, debido a que no hay demasiadas tecnologías avanzadas patentadas para crear un proyecto de innovación inicial para investigar y desarrollar, también los países carecen de grandes cantidades de dinero para financiamiento.

El uso de la robótica médica para la salud es muy importante para brindarle un apoyo a la atención médica del paciente y controlar la patología utilizando un diagnóstico, un pronóstico y un tratamiento de alto nivel sobresalientes con la finalidad de obtener una recuperación exitosa.

Software.

El software lo menciona Etecé (2022) como que está compuesto por un conjunto de aplicaciones y programas diseñados para cumplir diversas funciones dentro de un sistema. Además, está conformado por la información del usuario y los datos procesados. Los programas que forman parte del software le indican al hardware (parte física de un dispositivo), por medio de instrucciones, los pasos a seguir. Dicha herramienta, le permite a un programador desarrollar programas informáticos. Los cuales están compuestos por una serie de técnicas y un lenguaje de programación específico. Por ejemplo: compiladores o editores multimedia.

IDE Arduino.

Arduino (2018) indica que el IDE de Arduino nos suministra una biblioteca de software del proyecto Wiring, que proporciona muchos procedimientos comunes de E/S. El código escrito por el usuario solo requiere dos funciones básicas, para iniciar el boceto y el ciclo principal del programa, que se compilan y vinculan con un apéndice de programa main en un ciclo con el GNU toolchain, que también se incluye. El IDE de Arduino emplea el programa avrdude para convertir el código ejecutable en un archivo de texto en codificación hexadecimal que se carga en la placa Arduino mediante un programa de carga en el firmware de la placa.

AutoCAD.

Italo Quispe (2023) habla que cuando se trata de programas de diseño asistido por computadora no existe uno mejor que AutoCAD. Este software hizo su primera aparición en el año 1982 y desde entonces se convirtió en el líder de los programas de diseño digital. AutoCAD es el programa por defecto que muchos arquitectos usan para diseñar bocetos,

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

dibujos, planos, estructuras y piezas que deben cumplir con ciertos parámetros solicitados por los clientes.

Además, AutoCAD es un programa multifacético que permite desarrollar proyectos de índole arquitectónico, industrial, mecánicos, de diseño gráfico y de ingeniería. Gracias a la posibilidad de visualizar los diseños en 2D y 3D, AutoCAD es uno de los programas de diseño digital líderes del mercado. Por otro lado, manejar una experiencia de media a avanzada en el manejo de AutoCAD te abrirá muchas puertas en el campo laboral. Ya que te permite especializarte en diferentes tipos y técnicas de diseño.

Brazo robótico

De acuerdo con Esneca (2022) el brazo robótico se puede otorgar la siguiente definición como brazo mecánico que está conformando por estructuras móviles que le brinda la libertad de realizar un vasto número de movimientos permitiendo ejecutar las funciones y comportamientos principales de un brazo humano, utilizado para realizar actividades repetitivas y con precisión.

Otra forma de explicar que es un brazo robótico según Hitbot (2023) es un tipo de robot que en su modelado con partes inflexibles conectado por enlaces que pueden ser controlados por motores, sistemas hidráulicos o neumáticos, mediante programación puede realizar diversas tareas repetitivas con gran velocidad, precisión y consistencia en sus movimientos.

En este orden de ideas, se define al brazo robótico de forma general como un dispositivo que puede ser programado que mediante sus uniones fijas y juntas entre las piezas que son controladas, le permite ejecutar un gran número de movimiento de forma rápida y precisa para ejecutar actividades que requieran repetición de una o varias actividades.

Tipos de brazo robóticos.

La revista de robots (2023) menciona que existen múltiples tipos de brazo robótico, entre todos se pueden destacar los siguientes brazos: Brazo articulado (tienen mínimo 3 articulaciones), cartesiano (sus ejes coinciden con los ejes de coordenadas), SCARA (tiene dos articulaciones rotativas y dos paralelas), cilíndrico (sus ejes se mueven en las coordenadas cilíndricas), esférico (compuesto articulaciones que se mueven tridimensionalmente).

De igual modo existen otros tipos de brazos robóticos, Esneca (2019) indica los siguientes: Cartesiano (movimientos coinciden con los tres ejes de coordenadas), cilíndrico (sus ejes de efecto forman un sistema cilíndrico), polar (múltiples ejes bridando un movimiento 3D), articulado (posee mínimo tres articulaciones), SCARA (dos articulaciones paralelas), paralelo (brazos que forman un prisma).

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

En este sentido se centra los tipos de robots dentro de las categorías generales, siendo estos los mencionados: robot cartesiano (que posee articulaciones cartesianas), robot cilíndrico (sus partes giran alrededor de un eje central), robot esférico (conformado por múltiples ejes que le permite realizar movimientos tridimensionales), robot SCARA (formado por articulaciones paralelas y dos rotativas) y robot articulado (aquel que está diseñado con mínimo 3 articulaciones).

Odontología

La odontología lo define Anáhuac Mayab (2018), es una especialidad médica que tiene como objetivo principal el estudiar, tratar y prevenir las distintas enfermedades bucales desde las caries y gingivitis hasta enfermedades crónicas; dentro de la odontología también tiene sus subdivisiones: Endodoncia, Rehabilitación bucal, Ortodoncia y la odontología pediátrica.

De otra forma, Dentalcom (2021) indica que la odontología es aquella rama de la medicina que centra su atención en el diagnostico, prevención y tratamiento de las afecciones del órgano bucal los cuales está formado por los dientes, las encías, los maxilares (superior e inferior), músculos, nervios subyacentes a la zona y el resto los elemento que la conforman.

De esta forma indica que la odontología es la rama de la ciencia médica que cumple con el objetivo principal de mantener el cuidado de la salud de la cavidad bucal, buscando la prevención y tratamiento de enfermedades; los dentistas tratan de preservar la salud de los distintos elementos que conforman al órgano bucal (dientes, encías, maxilares, articulaciones, entre otros).

Cavidad bucal

DentAID (2014) indica que la cavidad bucal es parte del tracto digestivo que actúa como compuerta de entrada al cuerpo humano, permitiendo el acceso a los alimentos al igual que emitir sonidos para la comunicación, conformado por tejido duro (huesos de los maxilares y las piezas dentales) y también por tejidos blandos (encías, mucosas, lengua, entre otros).

Serrano (2023) explica que la cavidad oral o cavidad bucal, se ubica en la parte inferior en la cara que trabajando en conjunto con los distintos elementos que la componen (dientes, encías, lengua, glándulas salivales, paladares, entre otros elementos que la conforman), se encargan de ejecutar el primer paso para realizar la digestión de los alimentos para realizar la masticación y deglución de los mismos.

Se menciona que la cavidad bucal se encarga de realizar el procesamiento de los alimentos que ingresan al cuerpo humano, ejerciendo esta función gracias a los elementos

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

que la conforman (partes duras y partes blandas), también cumpliendo con la función para la salida de los sonidos, esta cavidad se encuentra ubicada en la parte inferior del rostro.

Exploración de la cavidad bucal.

Se hace mención a través de Agendapro (2022) a la exploración de la cavidad bucal que es un procedimiento medico realizado por un especialista en odontología para el rastreo de afecciones o fenómenos dentro o fuera de la cavidad bucal (se mencionan como exploración intraoral y extraoral).

Otra forma de definir a la exploración bucal según el Clinic Cloud (2021) es un proceso médico que se encarga de visualizar la salud bucal del paciente, esta exploración tiene dos tipos: Extraoral (fuera de la cavidad bucal, como simetrías de la cara) e intraoral (dentro de la cavidad bucal, como las piezas dentales, encías, entre otros).

Acuñando las ideas establecidas, se define a la exploración bucal al procedimiento que realiza un médico especialista en odontología para realizar rastreo de las anomalías dentro de la cavidad bucal (intraoral) como fuera (extraoral) mediante la visualización, palpación y moviendo las distintas estructuras que la conforman.

Resultados

Para el diseño de un brazo robótico para el área de la odontología, varia en base a la función que el robot vaya desempeñar, en el caso del diseño de un brazo robótico de seis grados de libertad para que hiciera la función de soporte en procesos odontológicos, se requirió de múltiples criterios al momento de su diseño, entre las destacables: un control robusto de la posición en la que se encuentra las articulación libre, las velocidades con la que se ajustan a un nuevo punto final, la aceleración de los movimientos e igualmente el torque que realizan en el momento de realizar una acción.

Otro punto a destacar que se debió tomar en cuenta en su diseño fue que en la unión eléctrica y mecánica, se necesitó el uso de sistemas reductores de velocidad con la finalidad de ganar más torque (de preferencia engranajes planetarios) para cumplir con 2 finalidades: para hacerle frente a la carga mecánica que se soportan cada una de las articulaciones móviles debido al peso que maneja cada una; para que el sistema de control de posición de cada articulación tenga la capacidad para responder ante los cambios o perturbaciones, evitando que los actuadores (los servomotores de las articulaciones en este caso), no se vayan a saturar ante la carga mecánica y tienda a presentar sobrecargas mecánicas, respetando también así el toque máximo que pueda entregar el servomotor.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

En el momento del diseño de los eslabones requirió de la elección de un material que presente estas propiedades: antimicrobiana, antifúngica, resistencia a la corrosión, ligera y que sea biocompatible para el ser humano, el material apropiado para esto es el acero de grado médico, este metal es el mismo que se implementa en robots quirúrgicos como el Da Vinci e incluso las prótesis de articulaciones humanas se encuentran presenta. Para la parte externa debe de ser un material que presente la resistencia a los procesos de esterilización adecuados (calor húmedo generador por vapor, químicos o por radiación) sin que presente algún tipo o cambio en sus propiedades, biocompatible para evitar algún tipo de afección al ser humano

.

Un brazo robótico para esta área se debió de tener en cuenta todos los sistemas de seguridad que sean necesarios: ante fallos por cortes de suministro eléctricos requiero de contar con un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), para cuando ocurran este tipo de contingencias dando el tiempo necesario al especialista de terminar el procedimiento o para que este realice una solución provisional para continuar cuando haya retornado el suministro eléctrico; contar con sistemas de seguridad en el caso de pérdida de comunicación con los servomotores o cuando la articulación no responde, eliminando la alimentación de este motor con la finalidad de dejar esta articulación para libre manipulación, también en el caso que exista una desconexión con el módulo de control del mismo brazo.

Tomando el módulo de control de preferencia se realizó de forma remota, teniendo un lace tangible, para evitar en gran parte las interferencias electromagnéticas, atraso en el intercambio de información o caídas. Siendo entonces un circuito cerrado entre brazo robótico y módulo de control, e incluyendo una cámara intraoral para permitir en cada instante visualizar que se encuentra manipulando el brazo a través de las ordenes de comando del especialista.

Conclusiones

Para la realización del diseño base de un brazo robótico que sea dirigido al área de la odontología, es necesario tener en cuenta todos los puntos de vista a nivel de ingeniería, como los que pueden ser, eléctrico, electrónico, mecánico entre otros. Tomando los conocimientos de todas las áreas para dar con un diseño primario de lo que será el producto final, durante el proceso buscando también cumplir con todas las regulaciones en las que este se verá expuesto, ¿Cómo se llegará a operar?, ¿Cómo esta va actuar?, ¿de qué material será construido?, entre otras incógnitas que surgen durante el proceso creativo para el desarrollo del producto siendo el robot mismo.

Además de cumplir con todas las regulaciones que se le vea impuesta, que son con la finalidad de tener todos los medios de protección necesarios para el robot, el operador del

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

mismo (es decir: el especialista del área odontológica), el paciente al que se le encuentra realizando el procedimiento acorde, el personal encargado de hacerle los mantenimientos, bien sea personal salud para la higienización del brazo robótico o el personal encargado de hacerle mantenimiento a fondo e incluso al momento de ejecutar alguna reparación.

No solo criterios de protección, sino también de optimización de los elementos que se vayan a implementar en el diseño final, optimización a nivel de material, nivel energético, eficacia de los actuadores eléctricos o elementos mecánicos; siendo todas estas consideraciones trayendo en algunos casos reducciones en los costos de diseño, beneficios al momento de realizar alguna mejora o de actualización general del hardware instalado o del software que traiga el módulo de control.

Estos diseños nacen en el momento de la selección de los elementos que se desean implementar, siguiendo con preguntas de como el elemento seleccionado puede afectar a otra área, un ejemplo es cuando se elige un tipo de motor que sea el actuador para una articulación, ¿Sera apropiado para el tipo de control?, ¿Contará con el torque suficiente para realizar el movimiento a la posición indicada?, ¿Requerirá de una caja reductora para ganar más torque?, entre otras incógnitas que son las que poco a poco van formando las características del robot en su versión final.

Referencias Bibliográficas

Esneca. (10 de diciembre de 2023). Qué es el brazo robótico y en qué industrias se emplea. https://www.esneca.com/blog/brazo-robotico-industrias

Quilumbaquin y Reyes (2022). Desarrollo De Un Brazo Robótico Serial Para Asistencia En Una Clínica Odontológica. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Carrera De Ingeniería Electrónica. En Quito, Ecuador. Disponible: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23278 (Consulta: septiembre de 2023)

Pérez y Andagoya (2019). Simulador De Brazo Robótico Basado En Arduino, Para Uso Odontológico En La Exploración De La Cavidad Bucal. Universidad de Guayaquil. Facultad De Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera De Ingeniería En Sistemas Computacionales. En Guayaquil, Ecuador. Disponible: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23278/1/UPS%20-%20TTS922.pdf (Consulta: septiembre de 2023)

Rebatta (2021). Innovación Tecnológica Y Su Influencia En La Eficiencia Operativa En Los Centros Odontológicos De La Provincia De Arequipa. Escuela de Negocios San Francisco Xavier. En Arequipa, Perú. Disponible: http://repositorio.sfx.edu.pe/handle/SFX/77 (Consulta: septiembre de 2023).

HitBot. (05 de diciembre de 2023) ¿Qué es el brazo robótico? https://www.hitbotrobot.com/es/que-es-el-brazo-robotico/

Dentaid Profesional. (26 de noviembre 2023). Anatomía y desarrollo de la cavidad bucal: La puerta de entrada al organismo.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025

https://www.dentaid.es/pro/saludBucalDentaid/1973/anatomia-y-desarrollo-de-la-cavidad-bucal-la-puerta-de-entrada-al-organismo#:~:text=La%20cavidad%20bucal%20es%20el,(dientes%20y%20huesos%20maxilares)

Serrano C. (26 de noviembre 2023). Cavidad Bucal. https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/cavidad-bucal

AgendaPro. (26 de noviembre de 2023). Exploración intraoral: paso a paso y elementos a analizar. https://blog.agendapro.com/centros-de-salud/exploracion-intraoral.

Estudi Dental Barcelona. (28 de noviembre de 2023). Dientes con sarro, ¿Cómo quitarlo? https://estudidentalbarcelona.com/dientes-sarro/

Clínica dental Vallecas (28 de noviembre de 2023). ¿Sabes que es la tartrectomía? https://clinicadentalvallecas.es/blog/consejos-y-sugerencias/que-es-la-tartrectomia-o-limpieza-dental

Ilerna. (30 de noviembre de 2023). ¿Qué es una tartrectomía? https://www.ilerna.es/blog/tartrectomia#:~:text=Podemos%20diferenciar%20dos%20tipos%20de,el%20diente%20y%20la%20enc%C3%ADa

Marcos, E. (30 de noviembre de 2023). Tartrectomía: ¿Qué es y qué tipos hay? https://dentalevamarcos.com/tartrectomia-que-es-y-que-tipos-hay/

Dental Bernabeu (02 de diciembre de 2023). 5 estrellas tecnológicas de la odontología. https://dentalbernabeu.com/5-estrellas-tecnologicas-la-odontologia/

Esneca. (05 de diciembre de 2023). Conoce todo sobre el brazo robot: tipos y funciones en la industria. https://www.esneca.com/blog/que-es-brazo-robot/

HitBot. (05 de diciembre de 2023) ¿Qué es el brazo robótico? https://www.hitbotrobot.com/es/que-es-el-brazo-robotico/

Revista de Robots (05 de diciembre 2023). ¿Qué es un brazo robótico industrial? Tipos y marcas. https://revistaderobots.com/robots-y-robotica/brazo-robotico-mecanico-industrial/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1#google_vignette

Esneca. (10 de diciembre de 2023). Qué es el brazo robótico y en qué industrias se emplea. https://www.esneca.com/blog/brazo-robotico- industrias/

Bernier, C. (11 de diciembre de 2023). Articulated Robots: A Guide to the Most Familiar Industrial Robot. https://howtorobot.com/expert-insight/articulated-robots

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194 Volumen 24 Edición No 02– Año 2025