

Propuesta Fodein

por JESUS VILLARREAL

Fecha de entrega: 30-jul-2019 09:31a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1156231416

Nombre del archivo: 17709_JESUS_VILLARREAL_Propuesta_Fodein_150585_955290727.docx (633.58K)

Total de palabras: 4447

Total de caracteres: 25272



DECIMOQUINTA CONVOCATORIA PARA EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN 2020

Título del proyecto	
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA UN BRAZO ROBÓTICO MEDIANTE LA IMITACIÓN DE MOVIMIENTOS DEL OPERARIO	
Campo de acción	Transdisciplinariedad - Aporte al PIM
Ingeniería mecánica y electrónica	<u>Línea 3:</u> Proyección social e investigación pertinente <u>Subobjetivo:</u> incrementar la producción investigativa con impacto regional, nacional e internacional. <u>Acción:</u> Incrementar el desarrollo de proyectos de investigación multicampus, con recursos propios y con financiación externa.
Articulación con funciones sustantivas y el sector social y productivo	
Docencia: Existirá articulación con los espacios académicos de seminario de trabajo de grado, trabajo de grado, diseño I y II, Instrumentación y control Sector social y productivo: Se espera contribuir en el desarrollo de dispositivos que ayuden a las pequeñas y medianas empresas a mejorar sus procesos productivos, así como, posibles aplicaciones al sector biomédico.	
Grupo de investigación	Línea de investigación en la que se inscribe el proyecto
GEAMEC – MEM	Diseño de dispositivos mecánicos - Automática

Nombre del Investigador principal	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Jesús David Villarreal López	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001519556	https://orcid.org/0000-0001-7097-6314	https://scholar.google.es/citations?hl=es&pli=1&user=iizrB_wAAAAJ
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingeniería	Mecánica	Ingeniería mecánica	GEAMEC
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Andrés Gerardo Clavijo Vargas	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001098063	https://orcid.org/0000-0002-7243-1833	https://scholar.google.es/citations?user=z4SFdG8AAAAJ&hl=es



División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingeniería	Mecánica	Ingeniería mecánica	GEAMEC
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Marco Antonio Velasco Peña	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvllac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001098063	https://orcid.org/0000-0003-4436-9443	https://scholar.google.es/citations?user=tqT9rd8AAAAJ&hl=es&oi=ao
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingenierías	Mecánica	Ingeniería Mecánica	GEAMEC
Nombre del Co-investigador	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Carlos Andrés Torres Pinzón			
División	Facultad	Programa	Grupo de investigación
Ingenierías	Electrónica	Ingeniería Electrónica	MEM

Resumen de la propuesta	Palabras clave
Las principales barreras para automatizar un proceso específico que requiera la implementación de un robot, no solo es la inversión en el equipo sino la cantidad de tiempo y el nivel de calificación del personal necesario para programar el manipulador. En la actualidad se implementa el método de guía directa para posicionar y orientar las articulaciones y el gripper del robot, el cual es un método antiguo e ineficiente puesto que requiere de muchas horas de entrenamiento y pericia del programador para realizar tareas complejas en tiempos cortos y con el mínimo de errores posibles. Por lo anterior, y pensando en el bienestar de las personas que tienen la responsabilidad de manejar y programar este tipo de tecnologías, se plantea el desarrollo de un dispositivo que permita el aprendizaje por imitación de movimientos, que sea capaz de captar variables cinemáticas de los brazos y reproducirlas en un prototipo de robot industrial y así poder aportar conocimiento en este tipo de tecnologías modernas que impulsen la aplicación de estos equipos en las pequeñas y medianas empresas del sector manufacturero del país.	Brazo robótico, grados de libertad, entrenamiento de robots, cinemática directa, cinemática inversa.



11

Problema de investigación

Comúnmente suele existir la confusión entre Robótica industrial y Robótica de servicio, por tanto, es importante dar a conocer la definición de ambas, las cuales están contempladas en las normas ISO 8373 e ISO TC 184 respectivamente, la primera define la robótica industrial como “Manipulador multifuncional, controlado automáticamente, reprogramable en tres o más ejes, que puede estar fijo o móvil para uso en aplicaciones de automatización industrial” (Tecnol, n.d.). Por otra parte, según la norma ISO TC 184, robótica de servicio se define como: “Todo tipo de robot que no es industrial” (Eleftheria, 2017). De igual forma, la International Federation of Robotics IFR la define como “Robot que opera de forma parcial o totalmente autónoma al servicio del bienestar de los seres humanos y de equipamientos, excluyendo operaciones manufactureras”, dichas definiciones clarifican el sentido que tiene la robótica de tipo industrial para el desarrollo productivo de una empresa, debido a que contar con este tipo de tecnología proporciona ventajas significativas en materia de trabajos repetitivos, transporte y carga de materias primas o productos terminados.

Como se mencionó anteriormente, para la ejecución de acciones repetitivas se hace indispensable el uso de robots industriales, los cuales al tener la capacidad de ser reprogramables y controlados automáticamente, brindan la posibilidad de realizar tareas de manera cíclica y con un margen de error bajo en comparación a un operario, el cual en el transcurso del día puede tener variaciones del desempeño de las tareas por factores como la fatiga laboral. Otras de las aplicaciones para este tipo de tecnología es la manipulación de elementos peligrosos, levantamiento de peso excesivo, uniones soldadas especialmente en el área automotriz, en sí, muchas de las operaciones donde existe un alto riesgo de accidente o esté en peligro la integridad de un ser humano.

Sin embargo uno de los problemas que comúnmente se presentan en las industrias que hacen uso de este tipo de tecnología, es lo denominado como “entrenamiento de robots” que consiste en generar una programación compleja que contribuya a que el robot desarrolle la o las tareas que se requieren cumplir, dicha programación en ocasiones es reemplazada por medio de un dispositivo denominado Hand Held, el cual, permite controlar de forma manual y en tiempo real los movimientos del manipulador para realizar las tareas definidas, no obstante al ser un elemento tan específico y robusto genera unos costos adicionales sobre el brazo robótico lo que dificulta aún más la aplicación de este tipo de tecnología en industrias en vía de desarrollo.

12

Pensando en lo anterior, el grupo KUKA que es uno de los principales fabricantes a nivel mundial de robots industriales ha incursionado en el desarrollo de dispositivos de control y manejo para sus equipos cada vez más amigables para el operario, tal es el caso de KUKA SmartPAD, denominado por ellos mismo como el dispositivo que otorga un funcionamiento sencillo de un robot entre 3 y 6 grados de libertad para entornos industriales difíciles debido a que posee una interfaz gráfica sencilla de usar sumándole un tipo de Joystick capaz de controlar funciones de sensibilidad y precisión del manipulador (Kuka, n.d.).

Si bien los dispositivos Hand Held son los usados en la actualidad para el control del movimiento de los robots industriales, estos presentan algunos inconvenientes en cierto tipo de aplicaciones, tal es el caso del campo de la medicina donde el grado de precisión y exactitud es

NIT. 960.012.357-6

SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ - PBX: (571) 587 87 97 Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9.ª n.º 51-11 / contactenos@usantotomas.edu.co
www.usta.edu.co

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
PBX: (571) 595 00 00 ext. 2044 / Carrera 10.ª n.º 72-50 / admisiones@ustadistancia.edu.co
www.ustadistancia.edu.co





elevado por ende la programación y ejecución de los movimientos debe ser infalible para así acceder a zonas inasequibles para un médico o incluso eliminar posibles artefactos que interfieren en la operación como los temblores humanos (Delgado, 2019).

Para concluir y tratándose de un área que se encuentra en desarrollo a nivel mundial, desde la Facultad de Ingeniería Mecánica, en colaboración con la ⁶ Facultad de Ingeniería Electrónica se plantea el desarrollo de un prototipo de robot industrial de seis grados de libertad, que implemente un sistema de control de movimiento a partir de la imitación de acciones generadas por una persona.

Justificación

El término "Industria 4.0" describe el uso de tecnologías y conceptos de la organización de la cadena de valor que ocasionan un fuerte cambio en las condiciones de producción de una empresa al hacer que sus procesos sean altamente flexibles sin importar el nivel de volumen y personalización de los bienes producidos (Hermann, Pentek, & Otto, 2015). Para lograr esto, uno de los pilares de la Industria 4.0 es la robotización. Por medio de esta, máquinas y sistemas autónomos automatizan tareas que antes se realizaban mediante mano de obra. Actualmente, la tendencia en la industria es avanzar sobre la sistematización de los procesos productivos para ir hacia fábricas inteligentes donde todas las áreas de la empresa puedan trabajar en forma conectada y con alto nivel de automatización en las tareas (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que una de las principales barreras para automatizar una tarea en particular con un robot no solo es la inversión en el equipo sino la cantidad de tiempo y el nivel de calificación del personal necesario para programar el robot. Crear una ruta de robot precisa, para una aplicación particular, es una actividad de programación importante que se complejiza al aumentar los grados de libertad del robot. Requiere que un programador de robots capacitado que tenga conocimiento de los marcos de referencia, las posiciones, las operaciones y el espacio de trabajo del robot (Fratu, 2015). Usualmente, en el método convencional de guía directa, el programador utiliza el Hand Held del robot para posicionar y orientar las articulaciones y el efector final del robot y registrar las diversas posiciones del este. Otro método se basa en software de simulación que permite al programador crear robots y puntos de ruta virtuales en un entorno de diseño virtual interactivo en 3D. Una tercera vía es la programación del robot por demostración o aprendizaje por imitación. La idea detrás de los dos últimos enfoques es liberar al programador de conocer todos los detalles específicos del robot y liberarlo de la sistematización de cada movimiento.

El aprendizaje por imitación requiere el desarrollo de dispositivos que capten variables cinemáticas de los movimientos de los brazos y manos del programador. Por esto, diseñar y desarrollar un dispositivo de control del movimiento y manipulación de un robot industrial, que sea más fácil de manejar que los comúnmente usados Hand Held, presenta un cambio de paradigma de cómo se debe entrenar a un robot y representa un salto importante en la automatización industrial y el avance tecnológico de la misma.

El desarrollo del dispositivo permitirá evitar el proceso de capacitar a personal que opere los dispositivos Hand Held, y reducir gastos en tiempo y dinero innecesario. No será preciso tener simultáneamente alguien especializado en el desarrollo del proceso para el entrenamiento del robot y alguien exclusivo para la manipulación del robot. Con el dispositivo, solo será necesaria la presencia del experto en la operación del brazo robótico.

Como se aprecia, este proyecto puede realizar un aporte al desarrollo en un campo que ofrece posibilidades de crecimiento como la Industria 4.0. Además, desde el punto de vista institucional responde a los intereses de las Facultades de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica

que, a través de sus grupos de investigación GEAMEC y MEM, trabajan las líneas de investigación de Diseño de dispositivos mecánicos y Automática respectivamente.

Como se aprecia, este proyecto puede realizar un aporte al desarrollo en un campo que ofrece posibilidades de crecimiento como la Industria 4.0. Además, desde el punto de vista institucional responde a los intereses de las Facultades de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electrónica que, a través de sus grupos de investigación GEAMEC y GED, trabajan las líneas de investigación de Diseño de dispositivos mecánicos y electrónicos, respectivamente.

Objetivo general

- Desarrollar el sistema de control de movimiento para un prototipo de robot industrial mediante la captura de movimientos de la extremidad superior de una persona.

Objetivos específicos

- Definir la estructura mecánica de un brazo robótico funcional de seis grados de libertad open source, para demostrar la funcionalidad del dispositivo de control de movimiento.
- Identificar parámetros de funcionamiento del manipulador mediante el cálculo de posiciones aplicando cinemática directa e inversa.
- Desarrollar el diseño conceptual del hardware del dispositivo de control.
- Implementar una interfaz de usuario máquina que permita la comunicación entre el dispositivo de control y el brazo robótico.



Estado del arte y marco conceptual

Estado del arte

Actualmente los sistemas de control llevan a la necesidad de desarrollar dispositivos e interfaces más sofisticadas en cuanto a la obtención y manejo de las variables a controlar, dichos sistemas obligan al trabajo multidisciplinario en donde se consolidan entre sí conceptos y aplicaciones de la medicina e ingeniería. En el proceso de entrenamiento de robots, empresas como FESTO, ha dedicado parte de su tiempo y recursos en buscar soluciones más eficientes. Para el 2011, FESTO desarrolló un exoesqueleto conocido como ExoHand. Este dispositivo tiene como función ser un apoyo externo para la mano encargada de mejorar la fuerza y la resistencia real a la mano de cualquier robot. ExoHand se compone de dos partes, un guante que se ubica en la mano del operario, quien hace las veces de sistema de control y la mano ubicada en el robot. El guante posee una tecnología conocida como Force-Feedback, donde el operario puede sentir el objeto que el robot tiene sostenido (Festo, 2012).

No solo son empresas las que han dispuesto su conocimiento para crear esta tecnología, también universidades como el caso de la University of Bristol, haciendo énfasis en el Department of Computer Science, quienes en el 2016 publicaron en la conferencia internacional de robótica y automatización (ICRA), un manipulador de 6 grados de libertad, el cual funciona siendo accionado mediante un cable tensor, bajo el principio de tendones acoplados. Este dispositivo fue diseñado como un manipulador robótico de mano, el cual pretende colaborar con tareas específicas (Gregg-Smith & Mayol-Cuevas, 2016). Su sistema de control se divide en diferentes etapas, una de ellas, permite que el manipulador actúe más rápidamente, esto conlleva a una ejecución óptima. El movimiento del manipulador, en esta etapa, el robot funciona mediante el seguimiento de un ejecutor, en tiempo real.

Podría pensarse que en Colombia no se presenta este tipo de desarrollo, pero ingenieros de la Universidad Pontificia Bolivariana, han desarrollado una interfaz de usuario máquina para un robot tipo SCARA, acoplando un sensor Microsoft Kinect, para reconocer los gestos que realice el operario. En la figura 1 se muestra la descripción del sistema HMI (Interfaz hombre-máquina) en la cual la persona emite la señal captada por el sensor Kinect que posteriormente es procesada por librerías OpenNi y ejecutadas por el manipulador Scara. La cualidad que hace que el Kinect sea un sensor funcional para el control del robot es que es capaz de captar el color de la imagen y la profundidad, el sensor de profundidad funciona a partir de infrarrojos que construyen una nube de puntos que es transmitida a librerías de código abierto. El robot usado en el proyecto tiene cuatro grados de libertad, su arquitectura se muestra en la figura 2, la programación de este se realizó en Matlab usando ecuaciones cinemáticas obtenidas mediante notación DH (Pillajo & Sierra, 2013).

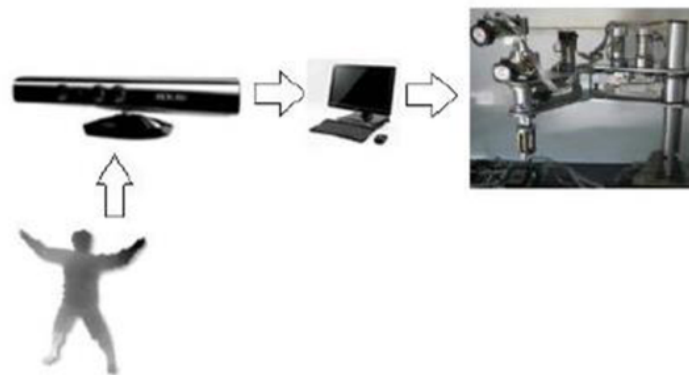


Fig 1. Sistema de control de robot Scara.

Otras aplicaciones, referente a la manipulación de robots, mediante la imitación de movimientos del operario, es en el campo de la medicina. Ésta, principalmente es una de las aplicaciones que mayor provecho saca en cuanto a avance tecnológico se refiere, dado que ha encontrado gran capacidad oportunidades para mejorar en diferentes aspectos, ya sea en aplicaciones como la cirugía, fabricación de medicamentos o manipulación de muestras biológicas que podrían presentar un peligro para el operario.

Dentro de los avances más significativos se contempla el concepto de cirugía mínimamente invasiva que evita grandes y profundas incisiones, el espacio de trabajo en una cirugía suele ser reducido, por lo que es sumamente importante que cada movimiento dentro del paciente sea preciso, la tecnología cuenta con robots mediante los cuales se manipulan las diferentes herramientas quirúrgicas como escalpelos y cámaras de diagnóstico, la figura 2 muestra el funcionamiento de un robot de servicio quirúrgico el cual es tele operado por el médico desde una cabina. Teniendo en cuenta la morfología de un robot para aplicaciones clínicas, resulta de gran utilidad y es una cualidad importante en cuanto al espacio de trabajo disponible para realizar cirugías e intervenciones médicas, dentro de los asistentes robóticos en la medicina se encuentran los que funcionan como asistentes pasivos los cuales tienen como función realizar tareas secundarias como cálculos y guías en el diagnóstico visual o los que desarrollan de manera directa el procedimiento como se muestra en la figura 3 (Velasco, Alb, & Ai, 2016).



Fig 2. Robot MiroSurge.

Un ejemplo, a nivel Nacional, es en la Universidad del Cauca, quienes han realizado diferentes trabajos de investigación en el campo de la cirugía. Uno de sus proyectos ha sido el desarrollo de RoboSurgery; un software de simulación quirúrgica que permite la interacción de dos tipos de robot. Uno que cuenta con siete grados de libertad encargado de toma diagnóstica por medio de una cámara manipulada mediante un Joystick y un segundo robot de nueve grados de libertad mediante el cual se realiza el procedimiento descrito por el operador. La figura 3 muestra el esquema de los componentes del sistema de control de los robots que se usó en el proyecto para el desarrollo y pruebas del Software diseñado, este fue hecho en C++ mediante Visual Studio, usando librerías de código abierto y otros tipos de software de uso libre para lograr el renderizado gráfico. La calibración del sistema se realizó por medio de pruebas de reconocimiento de coordenadas cartesianas que posteriormente se tradujeron al movimiento articular del robot, con estos datos se realizaron simulaciones en Matlab para medir el error en los movimientos y así proceder a la calibración y generar confiabilidad en el sistema. La figura 4 muestra parte del proceso de calibración del sistema usando la tecnología del Kinect y marcando sobre un vidrio marcos de referencia para medir el error de los movimientos. Como ejercicio para probar la funcionalidad de la máquina virtual se simuló una cirugía de extracción de vesícula biliar (Hurtado-Chaves, Nástar-Guacales, & Vivas-Albán, 2015).



Fig 3. Esquema de componentes para el control de robots por medio de RoboSurgery.



Fig 9. Proceso de obtención de datos para calibración del sistema de control de robots por medio de RoboSurgery.

Siguiendo por la línea de la medicina, ahora a nivel internacional, se encuentra un ejemplo muy famoso en cuanto a cirugía realizada por robots. Da Vinci, es un instrumento quirúrgico. Hasta la fecha este robot es uno de los más sofisticados en este campo. Da Vinci opera como un robot esclavo, es decir, obedece a todos los movimientos del operario, pero disminuyendo los posibles errores presentes en una operación convencional, como, por ejemplo, el temblor del cirujano. Da Vinci, además de reducir ciertos problemas, también ofrece ventajas que la cirugía convencional no da, entre ellas se encuentran, ofrecer un acercamiento visual mejorada, proporciona una visión tridimensional al interior del paciente y cortes y daños menores, debido a su precisión.



Como se mencionaba anteriormente, Da Vinci opera según las indicaciones del cirujano, quien se encuentra en una consola alejada del paciente, en la cual, por medio de los mandos del robot, le instruye qué movimientos debe realizar para cumplir con el objetivo. Este robot no tiene la capacidad de realizar operaciones por sí solo, es solo una extensión del cirujano quien lo controla (Anderson, Lathrop, Herrell, & Webster, 2016).

Da Vinci es usado en cirugías de cáncer de próstata, renal, vejiga, entre otras. Para este tipo de cirugías, el medio de operación convencional presenta ciertos problemas, como lo son mayor pérdida de sangre, por consiguiente mayor necesidad de transfusiones. Hospitales que actualmente hacen uso de este dispositivo, aseguran que el proceso ha mejorado con respecto a épocas anteriores.

Dada la información mostrada anteriormente y el análisis que se le ha realizado a esta, es posible encontrar dos factores principales que tienen mayor influencia para el desarrollo de este proyecto, y es el avance tecnológico del país, el cual cada día se ve obligado a estar realizando mayores aportes que permitan sobresalir al país en este tipo de aspectos. El segundo y no menos importante, es el beneficio social que ofrece a la comunidad, dado que ofrece mejores oportunidades de mejora, no solo en la salud, en cuanto al campo médico se refiere, sino también a la calidad de vida del operario en la industria.

Marco conceptual.

- 10 Robot: El término robot proviene de la palabra checa 'Robota', que traduce 'trabajo'. La definición adoptada por Robot Institute of America (RIA), un robot se define como un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para mover materiales, partes, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos programados para la ejecución de una variedad de tareas (Cortés, 2011).
- 2 Robótica: La robótica es un área multidisciplinaria de la ingeniería, que se encarga en analizar, desarrollar y definir sus posibles aplicaciones. Esta rama está constituida por la mecánica, electrónica, el control y la aplicación de dispositivos automáticos que pueden realizar actividades comúnmente realizadas por los humanos (Cortés, 2011).
- 1 Manipulador: Mecanismo compuesto generalmente de elementos en serie, articulados o deslizantes entre sí, cuyo objetivo es el agarre y el desplazamiento de objetos siguiendo diversos grados de libertad. Es multifuncional y puede ser mandado directamente por un operador humano o por cualquier sistema lógico (Sanz, 2006).
- 9 Sistema de control: Un sistema de control, es el encargado de manipular de manera indirecta señales de entrada de un conjunto de componentes ubicados para cierto fin. Su objetivo es gobernar dicho sistema, sin que el operario manipule los elementos del sistema (Ogata, 2013).
- 8 Cinemática directa: Es un método para representar y describir la posición de un objeto en el espacio, mediante uso de fundamentación del álgebra vectorial y matricial, respecto a un sistema de referencia fijo (Cardoso, Fernández, Marrero-Osorio, & Guardado, 2017).

NIT. 860.012.357-6

SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ - PBX: (571) 587 87 97 Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9.ª n.º 51-11 / contactenos@usantotomas.edu.co
www.usta.edu.co

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
PBX: (571) 595 00 00 ext. 2044 / Carrera 10.ª n.º 72-50 / admisiones@ustadistancia.edu.co
www.ustadistancia.edu.co





- Cinemática inversa: Su objetivo principal es convenir las coordenadas de cada articulación en el robot, con respecto a la posición en el espacio de la herramienta o extremo del robot. Se soluciona mediante álgebra vectorial y matricial. (Cardoso et al., 2017).

Metodología

La metodología para el desarrollo del proyecto se propone según los objetivos específicos así:

El objetivo Definir la estructura mecánica de un brazo robótico funcional de seis grados de libertad open source para demostrar la funcionalidad del dispositivo de control de movimiento requiere de las actividades de: Seleccionar el modelo Open Source del brazo robótico a usar, manufacturar los componentes mecánicos del brazo robótico, adquirir los componentes mecánicos y electrónicos estándar del brazo y realizar el ensamble final del robot.

Una vez hecho lo anterior, se debe lograr Identificar los parámetros de funcionamiento del manipulador mediante el cálculo de posiciones aplicando cinemática directa e inversa. Para esto se necesita hacer el modelo cinemático y cinético del robot a controlar y plantear los problemas de cinemática directa e inversa.

Después de esto, se procede a Desarrollar el diseño conceptual del hardware del dispositivo de control. Esto implica hacer una búsqueda de patentes y diseños conceptuales de equipos similares para hacer benchmarking y a partir de esto y de la identificación de señales o variables de movimiento que se deben adquirir, generar diseños basados en la información obtenida.

Para finalizar, es necesario Implementar una interfaz de usuario máquina que permita la comunicación entre el dispositivo de control y el brazo robótico lo que requiere seleccionar el lenguaje de programación para desarrollar la interfaz, seleccionar y adquirir sensores y tarjeta de adquisición de datos y programar y realizar el ensamble completo entre robot y dispositivo de control.

Resultados esperados

- 1 prototipo
- 2 artículos de investigación Q3
- 1 ponencia
- 2 trabajos de grado de pregrado.



Cronograma

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	FECHA		FEBRERO							MARZO							ABRIL							MAYO							JUNIO							JULIO							AGOSTO							SEPTIEMBRE							OCTUBRE							NOVIEMBRE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Inicio	Fin																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Nit. 860.012.357-6

SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ - PBX: (571) 587 87 97 Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9.ª n.º 51-11 / contactenos@usantotomas.edu.co
www.usta.edu.co

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
PBX: (571) 595 00 00 ext. 2044 / Carrera 10.ª n.º 72-50 / admisiones@ustadistancia.edu.co
www.ustadistancia.edu.co





Presupuesto					
Horas nómina					
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Sede / Seccional o Externo	Total (\$)
Horas Nomina (Investigador Principal)	Jesús David Villarreal	2	40	Bogotá	4.291.000
Horas Nomina (Co-Investigadores)	Marco Antonio Velasco	5	40	Bogotá	6.821.000
	Andrés Gerardo Clavijo	1	40	Bogotá	3.535.000
	Carlos Andrés Torres Pinzón	4	10	Bogotá	5.997.000

FINANCIACIÓN	RECURSO	DESCRIPCIÓN	VALOR PARTIDA	VALOR CONTRAPARTIDA (EXTERNA)	TOTAL (\$)
RUBROS	Servicios Técnicos	Mantenimiento de equipos y suministros	-		\$ 0
	Equipos	Impresoras, software, herramienta	-		\$ 0
	Materiales, insumos y software	Material de impresión, componentes electrónicos y componentes mecánicos	3.000.000		\$ 3.000.000
BOLSAS	Publicaciones (Artículos, proceso editorial y traducción)	Publicación de artículos en revistas Open Access	12.000.000		\$ 12.000.000
TOTAL DEL PROYECTO:					\$ 15.000.000



Referencias bibliográficas

- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. <https://doi.org/10.18235/0001229>
- Delgado, J. (2019). *Aplicaciones de la robótica a la Medicina de hoy y del mañana*. 2019, 1–4. Retrieved from <https://www.elsevier.com/es-es/connect/ehealth/robotica-y-medicina>
- Fratu, A. (2015). Imitation-based robot programming method for predicting the motion. In *6 th International Conference Computational Mechanics and Virtual Engineering* (pp. 7–12).
- Hermann, M., Pentek, T. *, & Otto, B. (2015). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*.
- Kuka, T. (n.d.). *KUKA smartPAD – next generation The operation of robots reinvented*.
- Pillajo, C., & Sierra, J. E. (2013). Human Machine Interface HMI using Kinect sensor to control a SCARA robot. *2013 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing, COLCOM 2013 - Conference Proceedings*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ColComCon.2013.6564822>
- TecnoI, P. (n.d.). *Una nueva era en la Robótica Industrial*.
- Eleftheria, M. (2017). *Fuzzy Inference System towards Risk Assessment of Personal Care Robots*. (December 2016).
- Hurtado-Chaves, J. D., Nástar-Guacales, A. A., & Vivas-Albán, O. A. (2015). Sistema de captura de gestos con KINECT para la manipulación de robots quirúrgicos virtuales. *Iteckne*, 12(1). <https://doi.org/10.15332/iteckne.v12i1.817>
- Velasco, C. C., Alb, V., & Ai, I. (2016). Asistentes Hasta La Nanotecnología. 21(2), 182–190.
- Anderson, P. L., Lathrop, R. A., Herrell, S. D., & Webster, R. J. (2016). Comparing a Mechanical Analogue with the da Vinci User Interface: Suturing at Challenging Angles. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 1(2), 1060–1065. <https://doi.org/10.1109/LRA.2016.2528302>
- Cardoso, E., Fernández, A., Marrero-Osorio, S., & Guardado, P. (2017). Modelos cinemático y dinámico de un robot de cuatro grados de libertad. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 38(3), 56–75.
- Cortés, F. R. (2011). *Robótica Control de Robots Manipuladores* (Primera ed; Alfaomega, Ed.). México.
- Eleftheria, M. (2017). *Fuzzy Inference System towards Risk Assessment of Personal Care Robots*. (December 2016).
- Festo. (2012). ExoHand Human-machine cooperation. Retrieved from https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/156734/Brosch_FC_ExoHand_EN_lo_L.pdf
- Gregg-Smith, A., & Mayol-Cuevas, W. W. (2016). Inverse kinematics and design of a novel 6-DoF handheld robot arm. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2016-June*, 2102–2109. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2016.7487359>
- Ogata, K. (2013). *Ingeniería de Control Moderna*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sanz, P. J. (2006). Introducción a La Robótica Inteligente. *Sanchez Pedro*, 1, 80.

Propuesta Fodein

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

2

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to INCAE Business School

Trabajo del estudiante

1%

4

Submitted to Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Trabajo del estudiante

1%

5

Submitted to UNILIBRE

Trabajo del estudiante

<1%

6

Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana

Trabajo del estudiante

<1%

7	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
8	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
9	instrumentacionycontrol.net Fuente de Internet	<1 %
10	www.eluniversal.com Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
12	www.libera.net Fuente de Internet	<1 %
13	pcservicio.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	www.bogota.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad de San Buenaventura Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 10 words

Excluir bibliografía

Activo