



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

Tesis



**“Desarrollo de material instructivo para la
implementación de robots en líneas de producción”**

PRESENTA:

**BRAYAN JESÚS HERNÁNDEZ DEL
CARMEN**

CON NÚMERO DE CONTROL:

19TE0350

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO

IMCT-2010-229

DIRECTOR (A) DE TESIS:

ING. JESÚS JOAQUÍN SALAS

“La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”

Teziutlán, Puebla; noviembre de 2023



Agradecimientos

A mi padre Javier y a mi madre Elisa.

*Por ser los mejores y siempre apoyarme,
gracias a ellos estoy aquí, cumpliendo un
sueño que tenía desde pequeño.*

Por ser los pilares de mi formación.

*Por su esfuerzo y dedicación de tantos
años.*

*Por soportar y dar lo mejor de ellos
siempre.*

*Por tantos momentos felices que pasamos
juntos.*

*Por ser un ejemplo a seguir, la sencillez,
el nunca olvidar de dónde vienes y
sentirte orgulloso del origen de uno
mismo.*

*Por su amor incondicional, sin importar lo
que pase, sé que van a estar ahí.*

*Por enseñarme a ser un hombre de bien,
a ser honesto y trabajar por lo que vale la
pena, porque todo cuesta y si cuesta
mucho es porque vale todo el esfuerzo.*

Por el regalo de la vida.

A dios.

*Dicen que todo pasa por
algo, dios nos pone un
camino a cada uno, nada es
casualidad y hoy se ve el
ejemplo.*

*Por darme a la mejor familia,
que no es perfecta, pero se
esfuerza siempre por dar lo
mejor.*

*Por darme la oportunidad de
conocer y poner en mi
camino a las personas
correctas, que te dejan una
enseñanza.*

A mi hermano Javier y hermana

Wendy.

*Por su cariño y afecto que solo
existe entre hermanos.*

*Por tantos años de risas, felicidad
y aventuras juntos.*

Por su apoyo y confianza.

Por hacer cálido un hogar.

*Por promesas y sueños que
contábamos cuando éramos
niños.*

*Por ser parte de mí y cargar con
los mismos sentimientos, valores.*

*Por tantas enseñanzas que me
dieron.*

*Por enseñarme que nunca es tarde
para cambiar y luchar por lo que
sueñas.*

AL ICET y al Doctor Tarcilo

Sánchez

*Por darme la oportunidad de
participar en la empresa y
ser buenos conmigo.*

A mis amigos Fernanda Sánchez, José Luna, Saúl Camarillo, Alberto Contreras, Jesús Guevara, Axel Flores, Gustavo Javier y a la memoria de Eduardo Morales.

A esos amigos que se convirtieron en familia durante este viaje. Cada página lleva un poco de nuestras vivencias, risas y retos superados juntos.

Porque, sin importar la hora o el día, estuvieron ahí para apoyarme, motivarme y recordarme que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Por apoyarme en los momentos difíciles y a pesar de que estamos lejos, los llevo en mi corazón.

Por esos amigos que se nos adelantaron en el viaje, pero su memoria nunca morirá.

Esta obra lleva consigo un pedacito de cada uno de ustedes.

Esta obra carga consigo los sentimientos de las personas que confiaron en mí, a todos ellos, gracias por ser parte de mi historia, siempre he necesitado de alguien que me apoye, hoy les regreso el favor, demostrando de lo que soy capaz, pero esto apenas es un escalón más y espero contar con ellos en la continuidad de este viaje.

A los que ya no están.

Aunque ya no se encuentran entre nosotros, su legado, enseñanzas y amor continúan siendo mi guía. En cada línea de esta tesis, en cada descubrimiento y en cada desafío superado su memoria vive. Este logro es también un tributo a su eterna presencia en mi vida.

A esa persona que me enseñó que, la belleza de recordar está en que el pasado es siempre tuyo. Puedes revivirlo, puedes recrearlo, puedes sentirlo de nuevo. Y eso es algo hermoso.

A mi asesor.

Mtro. Jesús Salas, por su comprensión y tiempo dedicado a este trabajo.

Por sus consejos, sugerencias y correcciones.

Por tenerme paciencia y tomarse el tiempo.

Por ser más que un docente, un asesor, es un amigo en todos los sentidos.

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un manual de capacitación para la programación del brazo robot UR3, planteando que un vasto público de personas sea capaz de entender el contenido para después poder aplicarlo, los procesos fueron llevados en el municipio de Escobedo Nuevo León, en la empresa ICET, misma que presto el equipo y que además se dedica a impartir cursos por medio de manuales que en esa misma empresa se elaboran. El método empleado para la realización del manual se basa en la metodología ABC, que es un modelo que la empresa viene manejando desde hace muchos años, ya que esta se basa en los principios de la andragogía, es decir, que están hechos para que incluso los adultos mayores puedan entender y comprender el contenido del manual.

Los resultados obtenidos dejan en claro el cumplimiento del objetivo del proyecto, ya que, por medio de un curso piloto, se demostró el nivel de calidad del manual ante la empresa, la tecnología avanza de manera muy rápida por ello se plantea una mejora continua del contenido para evitar quedar obsoletos ante otros creadores.

Introducción

En la era actual, donde la automatización y la digitalización están transformando la naturaleza misma de la producción industrial, la robótica ocupa un lugar central en este panorama evolutivo. Los robots industriales, con su precisión, eficiencia y versatilidad, están redefiniendo los procesos de producción. Sin embargo, para aprovechar al máximo estas máquinas, es esencial no solo comprender su funcionamiento mecánico, sino también la lógica y principios de programación que les dan vida.

Esta tesis, estructurada como un curso intensivo, busca sumergir al participante en el mundo del robot UR3, desde sus componentes físicos hasta el corazón de su software de programación. A través de un equilibrio entre teoría y práctica, el estudio se adentra en los intrincados aspectos de la robótica, con el objetivo de brindar una formación robusta y holística.

Aquí, exploraremos no solo cómo opera el UR3, sino también los fundamentos que sustentan su movimiento y tareas. Con el desafío de preparar al lector para el presente y futuro de la robótica industrial, esta tesis se presenta como un puente entre el conocimiento teórico y las aplicaciones prácticas, proporcionando las herramientas y perspectivas necesarias para navegar y prosperar en el dinámico mundo de la robótica moderna.

Índice

Agradecimientos	III
Resumen	V
Introducción	VI
CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL INSTITUTO DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN PARA EL TRABAJO.....	- 10 -
1.1 Datos generales de la empresa	- 11 -
1.1.1 Antecedentes	- 11 -
1.1.2 Misión.....	- 12 -
1.1.4 Visión	- 12 -
1.1.5 Valores de la empresa	- 12 -
1.1.6 Macro localización y micro localización	- 12 -
1.1.7 Problemas a los que se enfrenta	- 13 -
1.1.8 Causas que generan esos problemas	- 14 -
1.2 Objetivos del proyecto	- 14 -
1.2.1 Objetivo general.....	- 14 -
1.2.2 Objetivos específicos	- 15 -
1.3 Planteamiento del problema.....	- 15 -
1.4 Justificación	- 16 -
1.5 Alcances y limitaciones	- 17 -
1.5.1 Alcances	- 17 -
1.5.2 Limitaciones.....	- 18 -
1.6 Preguntas de investigación.....	- 19 -
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	- 20 -

2.1	Introducción a la robótica	21 -
2.1.1	Definición de robot.....	21 -
2.1.2	Robótica y automatización	22 -
2.1.3	Tipos de robots según su clasificación	23 -
2.1.4	Brazo robot.....	25 -
2.2	Matemáticas básicas de la robótica	28 -
2.2.1	Sistemas de coordenadas	28 -
2.2.2	Cinemática de un robot	29 -
2.2.3	Dinámica de un robot.	30 -
2.3	Programación.....	31 -
2.3.1	Introducción a la programación.....	31 -
2.3.2	Lenguajes de programación	33 -
2.3.3	Lenguajes de Programación en Robótica.....	33 -
2.4	Manuales	34 -
2.4.1	Manual de capacitación.....	35 -
CAPITULO III	DESARROLLO Y METODOLOGÍA	36 -
3.1	Plan de trabajo.....	37 -
3.2	Hipótesis.....	38 -
3.3	Metodología	38 -
3.3.1	Conocer la audiencia	39 -
3.3.2	Organización del contenido	40 -
3.3.3	Elección de formato.....	41 -
3.3.4	Desarrollo del contenido	44 -
3.3.5	Montaje del producto	46 -

CAPÍTULO IV	RESULTADOS.....	- 51 -
4.1	Manual de programación básica de un brazo robot.....	- 52 -
4.2	Curso “Programación brazo (Cobot UR3)”	- 53 -
4.2.1	Estadísticas del grupo piloto.....	- 54 -
CAPÍTULO V	CONCLUSIONES	- 58 -
5.1	Conclusión del proyecto	- 59 -
5.2	Aportaciones y recomendaciones.....	- 60 -
CAPÍTULO VI	COMPETENCIAS DESARROLLADAS	- 62 -
CAPÍTULO VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	- 64 -
Referencias		- 65 -
CAPÍTULO VIII	ANEXOS.....	- 66 -
8.1	Practica número 5 del manual de capacitación Primer programa.....	- 67 -
8.2	Dictamen	- 74 -
8.3	Carta de Autorización, Consulta y Publicación.....	- 75 -
8.4	Formato de Licencia de uso.....	- 76 -
Índice de tablas		- 77 -
Índice de imágenes		- 77 -

CAPÍTULO I

**GENERALIDADES DEL INSTITUTO
DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN
PARA EL TRABAJO**

1.1 Datos generales de la empresa

Los datos generales de una empresa constituyen el punto de partida esencial para comprender su estructura, identidad y posición en el mercado. Estos elementos proporcionan una visión panorámica que abarca desde la razón de ser de la organización hasta sus características más básicas.

1.1.1 Antecedentes

En octubre de 1994, el presidente Carlos Salinas de Gortari, junto con el Gobernador del Estado Lic. Sócrates Rizzo García, inauguraron formalmente el primer plantel, ubicado en ESCOBEDO, NUEVO LEÓN.

En 1998, el presidente Ernesto Zedillo Ponce de León inauguró el PLANTEL ICET II CIÉNEGA DE FLORES dentro del parque industrial Milimex, especializado en la atención de necesidades de Autotransporte Público Federal y Transporte Urbano de Pasajeros.

El Instituto pasó a depender de la Secretaría del Trabajo del Estado entre los años 1997 y 1998; es ahí cuando se cambian las carreras de un año por los cursos de capacitación técnica específica acelerada.

Desde el año 2002, que el ICET cuenta con la CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL DE CALIDAD BAJO LA NORMA ISO 9001, la cual se ha refrendado año con año, por el servicio de calidad que ofrece ICET; actualmente se cuenta con la CERTIFICACIÓN ISO: 9001:2015, la cual cuenta con la vigencia hasta el año 2023.

Desde 1998 se han inaugurado planteles en diferentes municipios del Estado como Apodaca, Escobedo, Ciénega de Flores, Montemorelos, San Pedro, García, Allende, Cadereyta y en diferentes lugares del área metropolitana. En 2015 nace la Incubadora de Negocios ICET como un mecanismo para acelerar el proceso de creación, crecimiento y consolidación de empresas.

1.1.2 Misión

El ICET, es una institución social, que brinda servicios de capacitación y certificación para el trabajo y en el trabajo, elevando la empleabilidad de nuestros participantes y propiciando la productividad de las empresas, a través de un modelo académico y con estándares de competencia laboral.

1.1.4 Visión

Ser el instituto líder en el Estado de Nuevo León en capacitación y certificación, contando con el reconocimiento y preferencia de las empresas y los usuarios para el año 2020, a través de un modelo de intervención a la comunidad y a las diferentes organizaciones de los sectores de servicio, productivo y gubernamental.

1.1.5 Valores de la empresa

El ICET tiene la responsabilidad con los ciudadanos de brindarles la facilidad de capacitarse en diferentes especialidades a costos accesibles y con programas de becas.

1.1.6 Macro localización y micro localización

El ICET está localizado en el estado de Nuevo León, forma parte del sector gubernamental, cuenta con 7 planteles a lo largo del estado ubicados en los municipios de: Apodaca, Monterrey centro, Guadalupe, San Pedro, Santa Catarina, Ciudad Allende y Escobedo Nuevo león. Operando en el plantel con dirección Av. las Torres 99, Parque Industrial Escobedo, 66062 Cd Gral. Escobedo, N.L. y trabajando en el área de innovación del plantel.

1.1.7 Problemas a los que se enfrenta

Con la creciente demanda exponencial de personal en el sector industrial en el estado de Nuevo León, se han generado nuevas necesidades. Este estado se distingue por su elevada inversión en la industria, lo que ha generado una abundancia de oportunidades laborales impulsadas por diversas empresas. Muchas de estas compañías han implementado equipos automatizados con el objetivo de aumentar la producción y reducir costos. Sin embargo, para operar eficientemente estos equipos, es esencial contar con personal certificado y capacitado en diversas áreas. No cualquier individuo puede manejar estos elementos; se requieren conocimientos previos para su operación.

Es por ello que muchas empresas buscan centros de capacitación especializados para formar a sus operadores. Este enfoque no solo garantiza la eficiencia en el manejo de los equipos, sino que también contribuye a la competencia general de la empresa en el mercado. Este impulso hacia la formación especializada refleja la necesidad de adaptación a las demandas cambiantes del sector industrial, destacando la importancia de contar con un personal altamente calificado y actualizado para mantener la competitividad en el dinámico entorno empresarial de Nuevo León.

Una de las áreas más solicitadas en el actual escenario laboral es la programación de brazos robóticos, dado su creciente uso en diversas líneas de producción. Este sector específico presenta un alto potencial de producción y se encuentra entre las áreas más demandadas por las empresas en la actualidad. La incorporación de brazos robóticos en procesos industriales ha demostrado ser una estrategia eficaz para aumentar la eficiencia y la productividad, lo que ha impulsado la necesidad de profesionales especializados en la programación y operación de estos sistemas.

1.1.8 Causas que generan esos problemas

Al analizar lo mencionado, es evidente que diversos factores contribuyen a la generación de la problemática actual. En primer lugar, observamos el constante crecimiento del sector industrial, que se caracteriza por su desarrollo continuo y rápido. Este crecimiento exponencial tiene como prioridad la mejora constante, lo que impulsa la necesidad de contar con empleados altamente capacitados.

Este énfasis en la formación y competencia del personal abre nuevas áreas de oportunidad tanto para las empresas como para los capacitadores. Las compañías buscan constantemente mejorar y optimizar sus operaciones, lo que se traduce en una demanda sostenida de empleados con habilidades especializadas. A su vez, los centros de capacitación encuentran una creciente demanda de servicios, ya que son fundamentales para proporcionar las habilidades necesarias a los trabajadores y satisfacer las necesidades cambiantes del sector industrial en constante evolución.

En este ciclo de mejora continua, la relación simbiótica entre el sector industrial, las empresas y los capacitadores destaca como un motor clave para el desarrollo y la competitividad en un entorno empresarial dinámico y en constante cambio.

1.2 Objetivos del proyecto

Los objetivos de un proyecto son los pilares fundamentales que sustentan su razón de ser el camino hacia su realización exitosa. Estas metas específicas proporcionan una guía clara para las actividades y tareas que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar material de aprendizaje para la implementación de robots en líneas de producción, mediante la metodología ABC para ser aplicados en el sector industrial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las áreas de oportunidad, los desafíos presentes en la estructura organizativa de la empresa con el fin de comprender a fondo la problemática existente.
- Obtener datos fundamentales y esenciales que contribuyan a una comprensión completa del tema, abordando los aspectos clave necesarios para un análisis detallado.
- Diseñar estrategias para abordar y resolver eficazmente las problemáticas identificadas.
- Implementar actividades prácticas enfocadas en el tema, con el propósito de fortalecer la comprensión de los conceptos identificados.
- Elaborar registros detallados de las actividades llevadas a cabo, asegurando una documentación precisa de cada paso y resultado obtenido.
- Producir el material requerido por la empresa mediante la aplicación de la metodología ABC, garantizando la calidad y alineación con los estándares establecidos.
- Realizar un seguimiento de los resultados y comentarios para la mejora del contenido.

1.3 Planteamiento del problema

El ICET, como institución dedicada a la capacitación de civiles para el trabajo, ofrece diversos cursos que garantizan un aprendizaje óptimo. Su enfoque en capacitar para el empleo ha llevado a que grandes empresas como KIA, Coca Cola, Servicios de Agua y Drenaje, Fanuc, Termiun, entre otras, lo elijan por la calidad de servicio y el nivel de sus egresados.

Sin embargo, se identifica un desafío relacionado con la infrautilización de equipos, lo que implica una pérdida monetaria en costos de mantenimiento de equipos que no generan activos. Ante esta situación, se vislumbra una oportunidad estratégica: el desarrollo de un manual de capacitación.

Este manual no solo podría aprovechar eficientemente los equipos subutilizados, sino que también podría convertirse en un recurso valioso para cubrir la demanda de las empresas en la capacitación de sus empleados en el uso de máquinas automatizadas.

La elaboración de un manual de capacitación no solo sería beneficioso para las empresas, sino que también ampliaría el alcance de la institución al público en general interesado en adquirir habilidades para obtener empleo. Este enfoque diversificado podría contribuir significativamente a maximizar el uso de los recursos existentes y, al mismo tiempo, ofrecer un servicio valioso a una audiencia más amplia. En resumen, la creación de un manual de capacitación se presenta como una estrategia inteligente que aborda tanto la eficiencia interna como las necesidades del mercado laboral.

1.4 Justificación

El desarrollo de un manual de capacitación para la programación del brazo robótico UR3 de Universal Robots. Esta iniciativa surge de la creciente demanda de operadores en el sector industrial que enfrenta el estado de Nuevo León, requiriendo servicios educativos especializados en programación de robots. La idea es proporcionar un recurso comprensible y efectivo que facilite la enseñanza, la toma de decisiones y el desarrollo de habilidades para la operación del robot. Simplificando los conceptos complejos, permitiendo a los participantes comprender y aplicar la programación del robot con mayor eficacia.

Al ofrecer un recurso desde un nivel básico, se fomentará la inclusividad, brindando acceso a la educación en programación de robots a personas con diversos niveles de experiencia beneficiando a los participantes con su contenido, al mismo tiempo al instituto de capacitación para el trabajo con la actualización y desarrollo de un nuevo curso con la creación del manual expandiendo su contenido en la industria 4.0 abriendo la oportunidad para que muchas de las grandes empresas pongan el ojo al contenido que se ofrece en las instalaciones del ICET.

1.5 Alcances y limitaciones

Delimitar un proyecto constituye un paso fundamental en su planificación y ejecución. Estos parámetros actúan como fronteras que definen el terreno en el cual el proyecto operará, estableciendo tanto las metas que busca alcanzar como las restricciones que debe enfrentar.

1.5.1 Alcances

Con la elaboración del manual y el curso se tiene una lista de metas a cumplir, la idea es dar una herramienta nueva a los participantes del curso, esto dependiendo de las necesidades o motivos por los que los participantes se inscriban al curso. Obtenemos los siguientes:

- Competencias técnicas: los participantes serán capaces de programar, operar y calibrar el robot de manera eficiente y segura, utilizando herramientas y software especializado.
- Aplicación práctica: los participantes podrán aplicar sus conocimientos en entornos industriales reales, adaptando la programación de robots a diferentes líneas de producción y tareas específicas.
- Resolución de problemas: los participantes adquirirán habilidades para diagnosticar y resolver problemas relacionados con la programación y operación de robots, optimizando procesos y reduciendo tiempos de inactividad.
- Adaptabilidad: los estudiantes serán capaces de adaptarse a diferentes modelos y marcas de robots, extrapolando los principios y técnicas aprendidos en el curso.
- Seguridad operacional: los participantes tendrán un profundo entendimiento de las normativas y prácticas de seguridad relacionadas con la operación de robots, garantizando operaciones seguras y reduciendo riesgos.
- Integración tecnológica: los estudiantes aprenderán a integrar robots con otros sistemas y tecnologías, como sistemas de visión, sensores adicionales y redes industriales.

- Innovación y desarrollo: a partir del conocimiento adquirido, los participantes podrán explorar nuevas aplicaciones y soluciones innovadoras utilizando robots en áreas emergentes o no convencionales.

1.5.2 Limitaciones

Crear un manual o curso, especialmente en campos técnicos como la robótica, es una tarea que lleva consigo no sólo un gran esfuerzo intelectual, sino también el reto de hacer frente a diversas limitaciones. La finalidad principal es transmitir conocimientos de manera clara, precisa y comprensible, pero este proceso no está exento de barreras y desafíos:

- En primer lugar, la información disponible puede ser vasta, y destilarla a lo esencial sin perder su integridad es un desafío. Además, la tecnología y las técnicas evolucionan a un ritmo vertiginoso.
- El contenido que hoy se considera actualizado puede quedar obsoleto en un corto período, lo que plantea la cuestión de cómo mantener el manual o el curso relevante y actual.
- La diversidad de los aprendices es otra consideración clave, las personas tienen diferentes estilos y ritmos de aprendizaje, lo que funciona para un individuo podría no ser efectivo para otro, adaptar el material para satisfacer las necesidades de todos es un equilibrio difícil de lograr.
- Las limitaciones prácticas, los recursos financieros y tecnológicos, o incluso la disponibilidad de expertos en la materia, pueden afectar la profundidad y amplitud del contenido ofrecido. Esto sucedió con el caso de manipular las E/S para la comunicación con otros dispositivos.

1.6 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es la problemática identificada que ha motivado la creación del manual de capacitación?
- ¿En qué ayudo el anual a la institución?
- ¿Cuál es la efectividad del manual en la facilitación del aprendizaje, especialmente para los participantes sin experiencia previa en robótica?
- ¿Cómo influye la estructura y contenido del manual en la comprensión de conceptos clave relacionados con la programación de robots?
- ¿En qué medida el manual contribuye a la inclusividad educativa al permitir que personas con diversos niveles de experiencia accedan a la programación de robots?
- ¿Cuáles son los desafíos específicos que los estudiantes encuentran al utilizar el manual, y cómo estos desafíos pueden abordarse para mejorar la experiencia de aprendizaje?
- ¿Cómo se compara la eficacia del manual con otros recursos educativos disponibles para la programación de robots, en términos de claridad, accesibilidad y aplicabilidad práctica?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En las últimas décadas, la revolución tecnológica ha transformado profundamente la industria, introduciendo una nueva generación de tecnología que prometen cambiar la forma en que los humanos interactúan con las máquinas. Los robots, son máquinas que cambiaron la historia, han surgido como una solución innovadora para optimizar la productividad, la eficiencia y la seguridad en los entornos de trabajo. A diferencia de sus predecesores mecanismos, los robots están diseñados para colaborar directamente con los seres humanos en tareas industriales o de manera autónoma, lo que abre un abanico de posibilidades para mejorar la producción y la calidad del trabajo.

2.1 Introducción a la robótica

La robótica emerge como un campo interdisciplinario de creciente relevancia, con implicaciones significativas en diversos aspectos de la sociedad contemporánea. La presente exposición se propone brindar una introducción a la robótica, explorando sus fundamentos conceptuales y aplicaciones prácticas que han transformado sustancialmente la interacción entre la tecnología y el entorno humano.

El espectro de la robótica abarca desde sistemas mecánicos de precisión hasta complejos algoritmos de inteligencia artificial que permiten a las máquinas realizar tareas autónomas. Este abordaje integral contempla, por tanto, las dimensiones físicas como las computacionales, con el objetivo de comprender la convergencia de disciplinas que caracteriza a este campo.

2.1.1 Definición de robot

Según el concepto “robot”, es una máquina controlada por una computadora y programado para moverse, manipular objetos y realizar trabajos a la vez que interacciona con su entorno.

Su objetivo principal es el de sustituir al ser humano en tareas repetitivas, difíciles, desagradables e incluso peligrosas de una forma más rápida, segura y precisa.

También es conocido por ser un manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, controlado automáticamente, que puede estar fijo en

un sitio o moverse; y que está diseñado para introducción a la robótica. Puede realizar funciones normalmente adscritas a humanos o maquinas con forma humana. (Zoraida, 2012)

2.1.2 Robótica y automatización

Se define a la robótica como la automatización de procesos o tareas para la simplificación del trabajo del hombre, también podemos decir que la robótica es una rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas repetitivas o peligrosas para el ser humano. (Niku, 2010)

La ciencia y la tecnología de la que podrían ser: las diferentes ramas de la matemática, los autómatas programables, las máquinas, la física principalmente mecánica y electricidad, la electrónica y la informática, entre otras.

Por su parte la automatización consiste principalmente, en diseñar sistemas capaces de ejecutar tareas repetitivas que generalmente eran realizadas por los hombres y ahora serán realizadas por el sistema automatizado, este término también se utiliza para describir los sistemas programables que pueden operar independientemente del control humano. En esta última categoría se encuentran los robots. Es un hecho, que conforme pasa el tiempo se tiene el deseo de dejar las tareas arduas y repetitivas a lo que son las máquinas; procedimientos como: poner en movimiento y variar cantidades se lograban por medio de aparatos “automáticos” controlados e incluso ajustados mecánicamente hace ya 2000 años.

Para el campo industrial, se puede definir a la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos y eléctricos basados en computadoras para la operación y el control de la producción.

Toda producción industrial y económicamente, con una calidad uniforme, En este contexto, uno piensa en la introducción a principios del siglo XX de la línea de producción en serie de Henry Ford; sin embargo, solo se automatizo una de las muchas tareas: el transporte de los automóviles por medio de una banda transportadora. (Armada, 2022)

2.1.3 Tipos de robots según su clasificación

Dependiendo de las capacidades que tenga un robot, es decir, de las operaciones que sea capaz de realizar, en la siguiente tabla podemos comparar los diversos tipos de robots.

Tabla 1 Tipos de robots uso y características, así como su uso en la vida cotidiana

Tipo	Características	Usos
Robots manipuladores	Su diseño mecánico se asemeja a un brazo articulado y su función es la manipular objetos, herramientas, o realizar operaciones repetitivas con gran precisión	La mayoría de los ejemplos los encontramos en la industria manufacturera, por eso se les conoce como robots industriales.
Robots de servicio	Los tradicionales robots industriales se ven modificados para atender a este mercado emergente.	Una vez más, los requerimientos técnicos de los robots de servicios determinan las líneas de investigación. siendo prioritaria la interacción y comunicación con el humano y la seguridad.

Robots SCARA	Se caracterizan por ser articulados en cuatro ejes y su capacidad para moverse rápidamente en un plano horizontal.	Son máquinas usualmente usadas para el proceso de ensamblaje, manipulación de alta velocidad y alta precisión
Robots móviles	Estos dispositivos son útiles en aplicaciones como logística, almacenamiento, inspección y mapeo.	Pueden transportar cargas, navegar en espacios muy pequeños y adaptarse a entornos caminantes utilizando tecnologías como el visón artificial y la navegación autónoma.
Robots colaborativos	A Diferencia de los Robots industriales tradicionales, los Cobots están equipados con sensores avanzados y la tecnología de detección para operar de forma segura y eficiente en entornos compartidos.	Los Cobots encuentran aplicaciones en una amplia gama de industrias, desde la manufactura hasta la atención médica. En la manufactura, los Cobots pueden colaborar con los trabajadores en tareas de ensamblaje.

Fuente: (Armada, 2022)

2.1.4 Brazo robot

El brazo robot es un dispositivo mecánico articulado diseñado para simular y reemplazar la función de un brazo humano. Estos sistemas están compuestos por una serie de segmentos o eslabones conectados por articulaciones que les permiten realizar movimientos complejos y precisos. Los brazos robóticos están equipados con motores, sensores y sistemas de control que les permiten interactuar con el entorno y ejecutar tareas específicas de manera eficiente.

Una de las principales ventajas de los brazos robóticos es su capacidad para realizar tareas repetitivas y tediosas con una precisión y constancia sobresalientes. Estos dispositivos son programables y pueden realizar movimientos complejos con una exactitud milimétrica, lo que mejora la calidad del producto final y reduce los errores humanos. Además, los brazos robóticos pueden operar en entornos hostiles o peligrosos, lo que garantiza la seguridad de los trabajadores. (Niku, 2010)

2.1.4.1 Estructura y características de un brazo robot

La estructura de un brazo robot se compone de varios elementos esenciales que trabajan juntos para permitir la manipulación robótica. Estos elementos incluyen:

Articulaciones: Las articulaciones son los puntos de conexión entre los eslabones del brazo robot. Hay varios tipos comunes de articulaciones utilizadas en brazos robóticos, como las articulaciones de revolución (rotación en torno a un eje), las articulaciones de prisma (traslación lineal) y las articulaciones de rótula (combinación de rotación y traslación).

La cantidad y el tipo de articulaciones determinan los grados de libertad del brazo, es decir, la cantidad de movimientos independientes que puede realizar.

Eslabones: Los eslabones son segmentos estructurales que conectan las articulaciones del brazo robot. Pueden tener diferentes formas y longitudes, dependiendo de la aplicación específica del brazo robot. Los eslabones suelen ser

rígidos y están diseñados para soportar cargas y transmitir el movimiento desde una articulación a otra.

Actuadores: Los actuadores son los dispositivos responsables de proporcionar la energía y el movimiento necesario para el funcionamiento del brazo robot. Pueden ser motores eléctricos, motores hidráulicos o motores neumáticos. Los actuadores convierten la energía en movimiento rotacional o lineal para controlar las articulaciones del brazo y permitir su movimiento preciso.

End-effector: también conocido como herramienta final o efector final, es la parte del brazo robot que interactúa directamente con el entorno. Puede ser una pinza, un dispositivo de soldadura, una herramienta de corte o cualquier otra herramienta diseñada para realizar una tarea específica. El diseño del "end-effector" depende de la aplicación particular del brazo robot y puede incluir características como sensores, cámaras u otros dispositivos para facilitar la manipulación y el control. (Armada, 2022)

2.1.4.2 Herramientas y accesorios de un brazo robótico

Los brazos robóticos son sistemas versátiles que pueden realizar una amplia gama de tareas. Para maximizar su funcionalidad y adaptabilidad, los brazos robóticos pueden equiparse con diversas herramientas y accesorios especializados.

Estas herramientas y accesorios amplían las capacidades de manipulación de los brazos robóticos y les permiten adaptarse a diferentes entornos y aplicaciones. A continuación, una tabla con los accesorios más comunes.

Tabla 2 Herramientas que puede contener un brazo robot

Nombre	Características y uso	Imagen
Pinzas y garras	Las pinzas y garras son herramientas comunes que se utilizan para agarrar y sujetar objetos. Estas herramientas pueden tener diferentes diseños y tamaños, según las necesidades de la aplicación.	
Herramientas de corte y soldadura	Los brazos robóticos también pueden equiparse con herramientas de corte, como cuchillas o láseres, que permiten realizar operaciones de corte precisas en diferentes materiales. Además, las herramientas de soldadura, como antorchas de soldadura o equipos láser de soldadura, se pueden montar en los brazos robóticos para realizar tareas de soldadura automatizada.	
Sensores y sistemas de visión.	Los sensores y sistemas de visión se utilizan para proporcionar retroalimentación en tiempo real y detectar objetos, superficies o características del entorno.	

Plataformas de Trabajo y Transporte	Las plataformas de trabajo y transporte se utilizan para aumentar la movilidad y el alcance de los brazos robóticos.	
--	--	---

Fuente: (Armada, 2022)

2.2 Matemáticas básicas de la robótica

Desde sistemas de ubicación, cinemática y álgebra lineal, las matemáticas básicas se convierten en el lenguaje universal que da vida a la ingeniería robótica.

A lo largo de este análisis, descubriremos cómo las matemáticas proporcionan el andamiaje necesario para transformar la visión de la robótica en realidades concretas, permitiendo a estas máquinas inteligentes superar obstáculos y realizar tareas con precisión y eficacia.

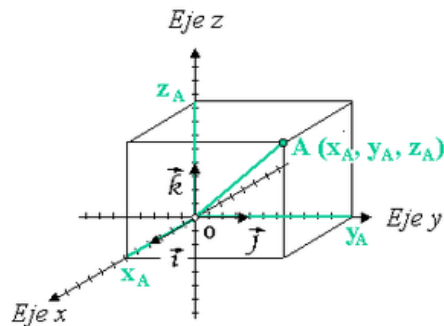
2.2.1 Sistemas de coordenadas

Los sistemas de coordenadas cartesianas son ampliamente utilizados en la robótica para describir la posición y orientación de los objetos en el espacio tridimensional. Estos sistemas se basan en tres ejes ortogonales: X, Y y Z. Cada eje representa una dirección específica y, juntos, forman una base tridimensional. Mediante las coordenadas cartesianas (x , y , z).

Es posible determinar con precisión la ubicación de un punto en el espacio. Además, se utilizan técnicas como los ángulos de Euler o los cuaterniones para describir la orientación en relación con estos ejes.

Por otro lado, los sistemas de coordenadas articulares se basan en las articulaciones del brazo robótico. Cada articulación tiene un valor numérico que representa su posición angular. Estas coordenadas articulares permiten describir la configuración y el movimiento del brazo robótico. La ventaja de este enfoque es que las coordenadas articulares son independientes de la posición y orientación en el espacio. Esto facilita el control y la planificación de movimientos precisos y complejos. (Zoraida, 2012)

Imagen 2. 1 Ejes de coordenadas cartesianas



Sistema de Coordenadas Cartesianas Espaciales

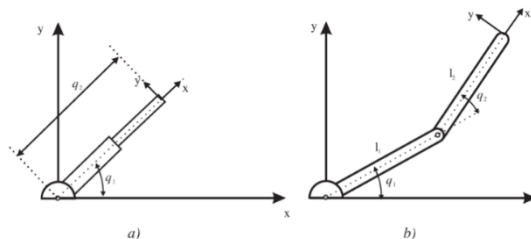
Fuente: (Barrientos, 1997)

2.2.2 Cinemática de un robot

La cinemática se divide en dos aspectos principales: la cinemática directa y la cinemática inversa. La cinemática directa se centra en calcular la posición y orientación del extremo del robot (end-effector) en función de las variables articulares, mientras que la cinemática inversa se ocupa de determinar las variables articulares necesarias para alcanzar una posición y orientación deseadas del extremo del robot.

La cinemática directa se basa en el uso de transformaciones geométricas y matrices de rotación y traslación para describir la relación entre las articulaciones y el extremo del robot en el espacio tridimensional.

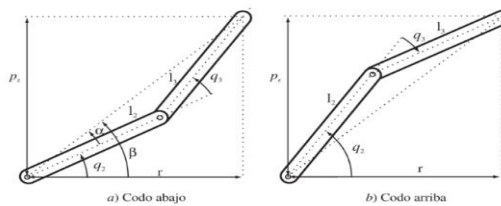
Imagen 2. 2 Cinemática de un robot simple



Fuente: (Barrientos, 1997)

Por otro lado, la cinemática inversa implica encontrar las variables articulares necesarias para lograr una posición y orientación deseada del extremo del robot. Este proceso puede ser más complejo que la cinemática directa, ya que puede involucrar la resolución de ecuaciones no lineales y la consideración de restricciones físicas del robot. (Zoraida, 2012)

Imagen 2. 3 Cinemática inversa de un robot simple



Fuente: (Barrientos, 1997)

2.2.3 Dinámica de un robot.

Para entender la dinámica de un robot, es esencial primero comprender algunos principios básicos de la mecánica clásica. Newton estableció la ley de movimiento que afirma que la fuerza es igual a la masa por la aceleración ($F = ma$). En un robot, estas fuerzas se traducen en torques en las articulaciones, y estos torques se equilibran con las fuerzas externas para determinar el movimiento del robot.

Para modelar adecuadamente la dinámica de un robot, es necesario considerar tanto las propiedades cinemáticas como las dinámicas. La cinemática se ocupa del movimiento de los cuerpos en el espacio sin considerar las fuerzas que lo causan, mientras que la dinámica se ocupa de cómo las fuerzas afectan al movimiento. En la robótica, los modelos dinámicos ayudan a determinar cómo las fuerzas y torques en cada articulación afectan el movimiento general del robot. Estos modelos se basan en ecuaciones diferenciales que describen la relación entre el movimiento, las fuerzas y la estructura del robot.

La comprensión de la dinámica de un robot es esencial para muchas aplicaciones prácticas. Por ejemplo, en la robótica industrial, se requiere que los robots realicen tareas con alta precisión y velocidad. Sin un adecuado control dinámico, el robot podría no seguir la trayectoria deseada o incluso dañarse a sí mismo y a su entorno. Del mismo modo, en robots móviles, comprender cómo las fuerzas afectan el movimiento puede ser crucial para navegar de manera efectiva en un entorno. (Zoraida, 2012)

2.3 Programación.

La programación es el proceso de crear y diseñar instrucciones que permiten a las computadoras realizar tareas específicas. Es un conjunto de reglas y comandos que se utilizan para comunicarse con una máquina y decirle qué hacer.

A través de la programación, los programadores escriben código en diferentes lenguajes de programación, proporcionando instrucciones detalladas para que las computadoras ejecuten tareas de manera eficiente y precisa. (Mathieu, 2014)

2.3.1 Introducción a la programación

La programación se ha convertido en una herramienta fundamental en el mundo moderno, proporcionando soluciones a una variedad de problemas y cambiando la forma en que vivimos y trabajamos. Al desentrañar sus orígenes y entender su relevancia actual, podemos apreciar plenamente su impacto en la sociedad contemporánea.

La programación, en su esencia, es el arte y la ciencia de dar instrucciones a una máquina, específicamente a una computadora, para realizar tareas específicas. Estas instrucciones, conocidas como código, son escritas en lenguajes de programación, los cuales actúan como intermediarios entre los humanos y las máquinas.

Aunque la era digital se asocia generalmente con el siglo XX, los inicios de la programación se remontan al siglo XIX con Ada Lovelace, quien es reconocida como la primera programadora del mundo.

Al trabajar junto a Charles Babbage en la "Máquina Analítica", Lovelace vio más allá de simples cálculos matemáticos y conceptualizó la idea de que las máquinas podrían seguir instrucciones para realizar cualquier tipo de tarea, desde componer música hasta crear arte.

Desde los primeros lenguajes de programación como Fortran y COBOL hasta los modernos Python, Java y JavaScript, los lenguajes de programación han evolucionado para ser más eficientes, versátiles y accesibles.

Estos lenguajes permiten a los programadores escribir código que es luego traducido a instrucciones que la computadora puede entender y ejecutar.

Con la creciente demanda de soluciones digitales en diversos campos, la programación ha trascendido más allá del ámbito tecnológico. Hoy en día, profesionales de diversas áreas, desde la biología hasta las finanzas, utilizan la programación para optimizar procesos, analizar datos y generar innovación.

Vivimos en la era de la información, donde la digitalización de casi todos los aspectos de nuestra vida es una realidad. La programación se encuentra en el corazón de esta transformación, impulsando innovaciones que van desde aplicaciones móviles que facilitan nuestras tareas diarias hasta sistemas complejos que mantienen nuestras ciudades en funcionamiento.

Además, aprender a programar ya no es exclusivo de quienes persiguen carreras en tecnología. Es una habilidad valiosa que fomenta el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad. Muchas escuelas alrededor del mundo están incorporando la programación en sus currículos, reconociendo su importancia en el siglo XXI. (Mathieu, 2014)

2.3.2 Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación son sistemas de reglas y sintaxis que permiten a los programadores comunicarse con las computadoras y darles instrucciones precisas. Cada lenguaje tiene su propia estructura, conjunto de comandos y propósito específico. Algunos ejemplos populares de lenguajes de programación incluyen Python, Java, C++, JavaScript y Ruby. (Villalba, 2021)

2.3.3 Lenguajes de Programación en Robótica

La robótica, al ser una confluencia de múltiples disciplinas, ha experimentado una evolución notable en las últimas décadas. Una pieza central en este desarrollo es la programación, que permite que las máquinas ejecuten tareas con precisión y autonomía. Al abordar el tema de los lenguajes de programación en robótica, nos encontramos ante un paisaje diverso que se adapta a las necesidades específicas de cada proyecto robótico.

Desde sus inicios, la robótica ha requerido de lenguajes y herramientas que permitan a los ingenieros y desarrolladores comunicar instrucciones complejas a los robots. Estas instrucciones varían desde movimientos simples, como girar o avanzar, hasta tareas más complejas como el procesamiento de imágenes o la navegación autónoma.

La elección del lenguaje de programación, por tanto, influirá directamente en cómo se desempeña un robot y en qué tareas puede llevar a cabo. Dentro de la robótica, hay lenguajes de programación de propósito general que son ampliamente utilizados debido a su versatilidad y potencia.

Python, por ejemplo, se ha convertido en uno de los preferidos en la comunidad robótica debido a su simplicidad sintáctica y la amplia variedad de bibliotecas disponibles, como ROS (Robot Operating System) y OpenCV para procesamiento de imágenes.

C++, con su capacidad para programación de bajo nivel y alto rendimiento, es otro lenguaje dominante en el campo, especialmente en aplicaciones que requieren una respuesta rápida y eficiente, como es el caso de los drones o vehículos autónomos.

Además de los lenguajes de propósito general, existen lenguajes diseñados específicamente para la robótica. ROBOTC y Karel son ejemplos de lenguajes que se utilizan principalmente en contextos educativos y para robots específicos.

La elección del lenguaje de programación depende en gran medida del robot y de la tarea que se desea realizar. (Villalba, 2021)

2.4 Manuales

El manual se define como un documento que proporciona instrucciones, orientaciones y referencias sobre cómo realizar una tarea, operar un dispositivo o utilizar un sistema. Su objetivo principal es ofrecer información clara y concisa para guiar a los usuarios en la realización de determinadas actividades. Los manuales pueden encontrarse en diversos ámbitos, como la industria, la educación, la tecnología y la medicina.

En el ámbito educativo, los manuales tienen un papel destacado en la enseñanza y el aprendizaje. Proporcionan una estructura y una guía sistemática que facilita la comprensión y la asimilación de nuevos conceptos.

Los manuales educativos presentan contenidos de manera secuencial, explicando paso a paso los procesos y proporcionando ejemplos prácticos. Esto ayuda a los estudiantes a adquirir conocimientos de manera organizada y a desarrollar habilidades específicas.

La estructura de un manual es clave para su eficacia. Por lo general, consta de una introducción que presenta el propósito y los objetivos del manual, seguida de secciones que detallan los pasos a seguir o las instrucciones específicas.

Además, puede incluir ilustraciones, gráficos y ejemplos para facilitar la comprensión visual y práctica. Algunos manuales también contienen secciones de preguntas y respuestas. (Vera, 2021)

2.4.1 Manual de capacitación

Un manual de capacitación es un documento integral diseñado para orientar a los participantes a lo largo de un programa de aprendizaje específico. Este tipo de material aborda diversos aspectos para asegurar una experiencia formativa efectiva. En primer lugar, establece claramente los objetivos de la capacitación, delineando las metas que se esperan alcanzar al término del proceso. Luego, detalla el contenido del curso, dividiéndolo en módulos o secciones para abordar de manera organizada los temas clave. La metodología de enseñanza también se describe, indicando cómo se impartirá la capacitación, ya sea a través de presentaciones, ejercicios prácticos, estudios de caso, o actividades en grupo.

Asimismo, el manual identifica los recursos necesarios para llevar a cabo la capacitación de manera efectiva, ya sean materiales, equipos o herramientas específicas. También establece un sistema de evaluación y seguimiento para medir el progreso de los participantes y garantizar el logro de los objetivos de aprendizaje.

El cronograma proporciona una estructura temporal, asignando tiempos específicos a cada tema o actividad. Instrucciones detalladas para los instructores o facilitadores pueden incluirse, si es necesario, brindando pautas específicas para la conducción eficaz de la capacitación. Además, el manual puede ofrecer materiales complementarios, como lecturas adicionales o recursos en línea, para enriquecer la experiencia de aprendizaje. (Vera, 2021)

CAPITULO III

DESARROLLO Y METODOLOGÍA

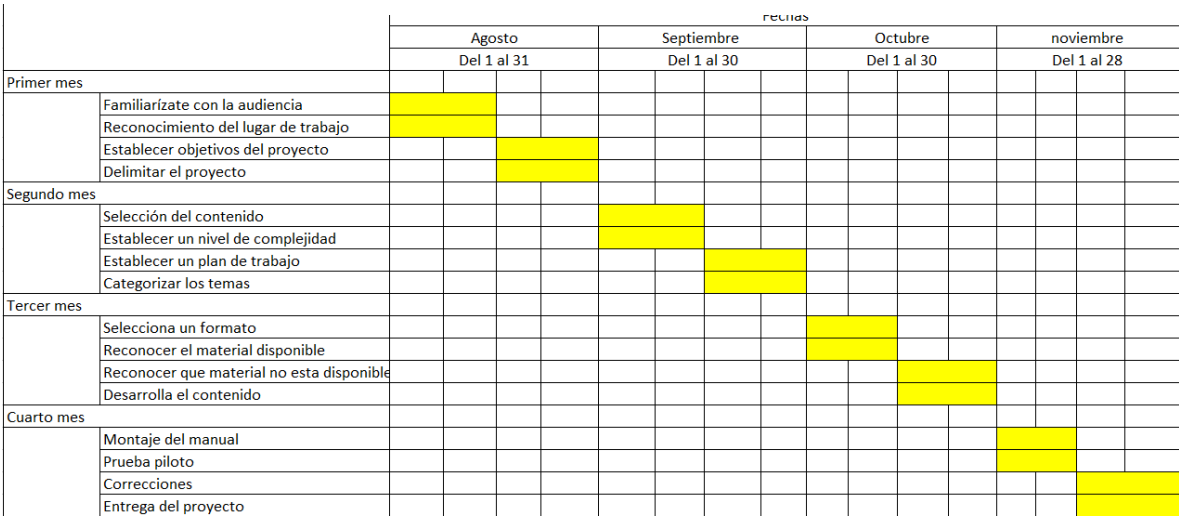
La metodología es el conjunto de prácticas, técnicas y procedimientos aplicados con un propósito, guiar el proceso de desarrollo, asegurando que el proceso no sólo avance, sino que lo haga de una manera eficiente, efectiva y coherente. En este capítulo se presenta la metodología que se siguió para el desarrollo del proyecto, todo el proceso planteado que se siguió para la obtención de resultados.

3.1 Plan de trabajo

Al iniciar el proyecto se tiene que estar familiarizado con las personas a las que va dirigido el manual, el reconocimiento nos ayuda a entender que es lo que está pasando a nuestro alrededor, identificando los problemas de la empresa es como somos capaces de diseñar estrategias.

Se realiza una investigación documental para abordar la problemática, seleccionando la información que es de ayuda, fuentes de información confiable para componer un marco teórico, realizando las prácticas a partir del análisis del equipo de trabajo, documentamos la elaboración de las prácticas para tener un extracto y se conforma el manual de programación básica.

Imagen 3. 1 Diagrama de Gantt sobre las actividades a realizar



Fuente: Propia, 2023

Una investigación, busca responder preguntas o resolver incógnitas sobre un fenómeno en particular. Una hipótesis es una declaración tentativa que propone una posible respuesta o explicación a una pregunta de investigación específica. En el mundo industrial moderno, la adaptabilidad y eficiencia son claves para mantenerse competitivo. La capacidad de cambiar rápidamente entre diferentes productos o configuraciones en una línea de producción es esencial para responder a las fluctuaciones del mercado y las demandas del cliente.

3.2 Hipótesis

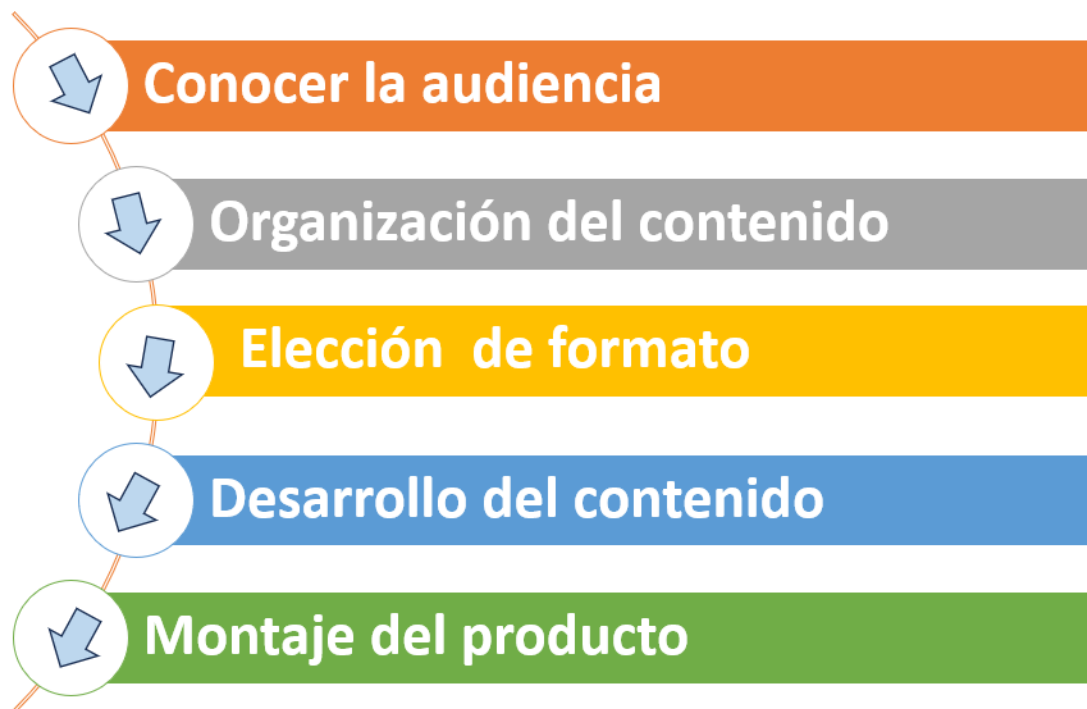
Se plantea que con la elaboración y aplicación de un manual de capacitación enfocado en la programación del brazo robótico UR3 en un curso, los participantes adquieran todos los conocimientos necesarios para operar el robot de manera segura y eficaz.

3.3 Metodología

Para que los participantes puedan programar y operar satisfactoriamente el brazo robot aplicando los principios fundamentales de la robótica, deberán adquirir habilidades prácticas para resolver problemas técnicos y mejorar la eficiencia en distintos entornos que se puedan llegar a presentar.

Los manuales de capacitación son informativos y fáciles de seguir. Presentan los conceptos en un lenguaje claro, con ejemplos e imágenes relevantes. Un manual de capacitación bien hecho constituye un recurso fiable para empleados, encargados o clientes. De acuerdo a las metas establecidas y bajo los protocolos de la empresa se desarrolló la siguiente metodología.

Imagen 3. 2 Metodología del proyecto



Fuente: Propia, 2023

3.3.1 Conocer la audiencia

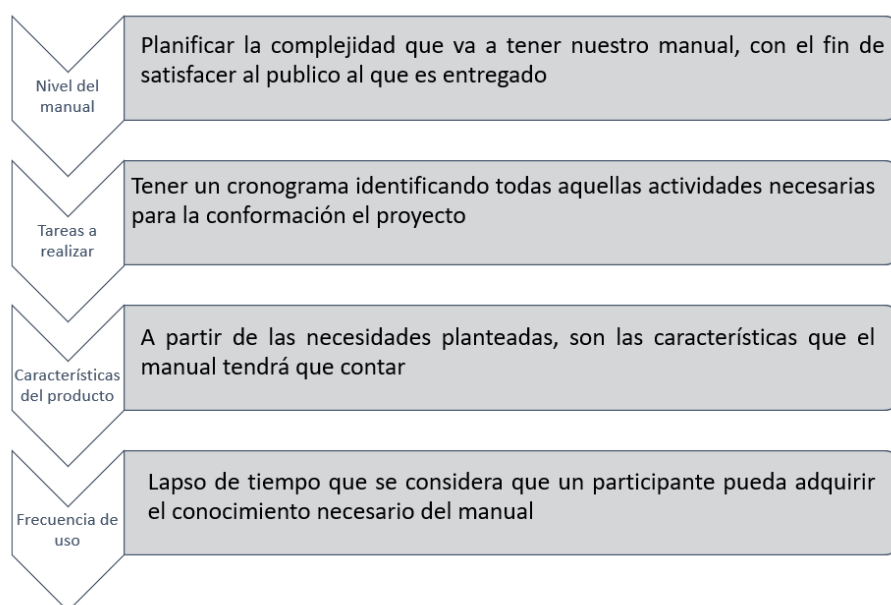
El manual está dirigido a personas mayores de 16 años, población económicamente activa, con una formación académica básica que sean conscientes con el tipo de dispositivos con el que se va a trabajar, de entrada el manual tiene como propósito usarse para capacitar a estudiantes y a futuros trabajadores del sector industrial, que tengan una experiencia mínima o no la tengan en el manejo de estos dispositivos, dando un salto grande a la generación de nuevas oportunidades laborales y o profesionales, para realizar el manual se cuenta con un periodo de 4 meses, el manual debe ser lo suficientemente basto para tener un curso de duración de 50 horas distribuidos en dos semanas.

El material se presentará a los participantes de manera escrita, para su consulta en el momento que se les disponga, el contenido del manual abarca la teoría y prácticas con el brazo, considerando fuentes de información confiables y las prácticas son planeadas estratégicamente al contenido de la teoría.

3.3.2 Organización del contenido

Cuando sabemos para quienes vamos a trabajar o que se espera cuando se ofrece un servicio, es importante la satisfacción del cliente, un buen manual de capacitación es fácil de consultar, quienes lo usan por primera vez deben sentirse cómodos buscando la información que necesitan, mientras que los usuarios que lo utilizan con frecuencia saben encontrar rápidamente contenido y temas específicos. Para conseguirlo, se debe planificar de forma estratégica el contenido del manual, es decir, organizar el material de forma lógica. En el siguiente diagrama se consideran los puntos importantes al momento de organizar nuestro contenido.

Imagen 3. 4 Organización del contenido



Fuente: Propia, 2023

3.3.3 Elección de formato

Para la elaboración del manual previamente se debe tomar un curso con la empresa ICET en el plantel de Monterrey Nuevo León, el curso tiene una duración de dos días, con un total de 10 horas. Durante la capacitación se enseña el formato para un curso, el cual lleva por nombre "metodología ICET" y se basa en el modelo ABC (aprendizaje basado en competencias).

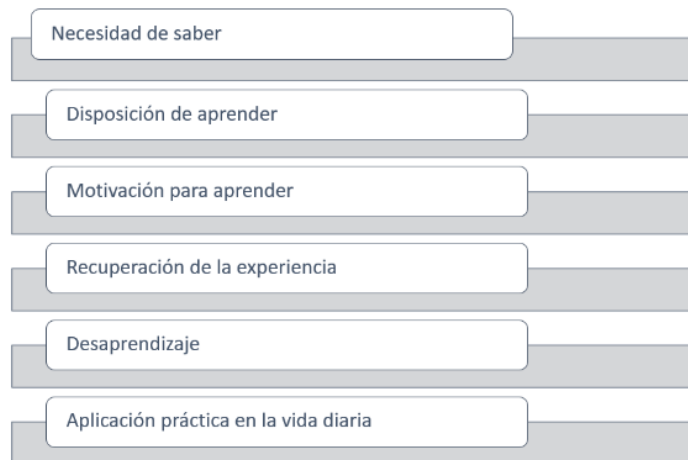
Este modelo describe el conjunto de propósitos y directrices que orientan a la acción. En particular un manual elaborado en ICET tiene los principios de la andragogía, es decir, un adulto mayor pueda adquirir el conocimiento del manual con facilidad.

El modelo "Aprendizaje basado en competencias" ABC por sus siglas, es un enfoque educativo que se centra en que los estudiantes demuestren que poseen un conjunto específico de habilidades, conocimientos o actitudes. Estas habilidades, conocimientos o actitudes son las competencias que se esperan que los estudiantes desarrollen. Distribuyendo el contenido en un 20% teoría y un 80% prácticas.

3.3.3.1 Diseño requerido para el manual

En el primer tema se trata de la definición de lo que es un manual, según el curso, un manual se refiere a aquel libro que recoge lo esencial, básico y elemental de una determinada materia. Un manual de capacitación es uno de los mejores recursos para la instrucción, se elabora como material de consulta permanente para la aplicación de procedimientos e instrucciones. Los principios que se consideran para realizar el manual, está representada en el siguiente diagrama:

Imagen 3. 6 Diagrama de conceptos para la elaboración del manual



Fuente: Propia, 2023

3.3.3.1.1 Características del manual de capacitación

Los parámetros requeridos en un manual son:

- Un diseño que permite al instructor repasar o enriquecer la información necesaria para facilitar la comprensión y el aprendizaje de los participantes de un curso de capacitación.
- A su vez, que contribuya a crear habilidades de lectura, hábitos de estudio e investigación, información actualizada.
- Redacción en un lenguaje accesible y apropiado al requerimiento de la población.
- Ilustrar lo que se expone verbalmente.
- Promover la manifestación de las aptitudes y el desarrollo de habilidades específicas, como lo es el manejo de aparatos por parte de los participantes.

3.3.3.1.2 Elementos del manual de capacitación ICET

Los siguientes elementos que se describen, son los que conforman un manual de ICET.

- Formato: El margen debe ser de 2.5 y 3 en el lado izquierdo, párrafo justificado en 1.5, el tipo de letra es Century Gothic, títulos en Cambria, tamaño 12 y 11 en subtítulos, enumerados según el orden, al centro los títulos y del lado derecho los subtítulos.
- Portada: en ella debemos registrar el título del curso, nombre de la institución y logotipos actualizados, debemos respetar el formato de ICET para dar una imagen de congruencia en la institución.
- Índice: Presenta el contenido del curso ordenado en capítulos o temas. Con su número de página correspondiente.
- Objetivos: se pueden definir como metas o propósitos claros y específicos que se buscan alcanzar dentro de un período determinado. Son enunciados que describen resultados deseables y brindan una dirección y enfoque a actividades, proyectos o decisiones.
Existen dos tipos en el formato ICET, el general que es el objetivo que se tiene al final del curso y el particular que es lo que se espera al final de la práctica.
- Introducción: Es la parte inicial de un texto una presentación cuyo propósito principal es presentar al lector o audiencia el tema o asunto que se abordará. La introducción establece el contexto, brinda una idea general de lo que se discutirá y, a menudo, establece el propósito o la tesis del trabajo.
- Contenido temático: se refiere al conjunto de temas, subtemas y puntos relacionados que se abordan en un documento, curso, presentación o cualquier otra forma de comunicación o instrucción. Está organizado alrededor de un tema o una serie de temas relacionados y proporciona una estructura coherente para presentar información o ideas. Y debe tener un orden según se avance con los temas.
- Practicas a realizar: Son las practicas planeadas y escogidas que se llevaran a cabo con la realización del manual.

- **Conclusión:** En ella se enfatiza los conocimientos, las habilidades y actitudes adquiridas, además podrán darse a conocer recomendaciones para su práctica y aplicación.
- **Bibliografía:** fuentes de información que ha sido utilizada o consultada durante la investigación o elaboración de un trabajo escrito. Su propósito es dar crédito a los autores originales de las fuentes y proporcionar a los lectores la información necesaria para encontrar y acceder a esas fuentes por sí mismos.
- **Anexos:** Sirven como un espacio para información adicional que puede no encajar directamente en el cuerpo principal de un documento pero que sigue siendo relevante y valiosa para el tema o la discusión en cuestión.

3.3.4 Desarrollo del contenido

Para el desarrollo del contenido del manual se consideraron 8 temas, empezando por poner en contexto al participante de lo que es un robot y se da una breve historia del contexto histórico, este tema únicamente es de manera teórica, para los temas restantes aplicamos teoría para posteriormente al final de cada tema, pasar a las prácticas de desarrollo de competencias. El desarrollar prácticas nos ayuda a identificar el equipo que tenemos, el entorno con el cual vamos a trabajar, así como el área de oportunidades y las limitantes con las cuales nos podemos encontrar, esto se ve reflejado al momento de adaptar las prácticas y ofrecer una mejor experiencia a los participantes.

Al organizar la información y desarrollar las prácticas de los temas, obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 3 Temario del manual de capacitación para la programación del brazo UR3 de Universal Robots

Tema	Objetivo	Práctica
Introducción a la robótica	Al finalizar el tema, el participante comparará los distintos modelos de robots que existen, así como sus características.	No aplica
Anatomía del brazo	Al finalizar el tema, el participante reconocerá los elementos anatómicos que conforman un brazo robot.	Práctica 1 Reconocimiento del equipo
Arranque del sistema	Al finalizar el tema, el participante encenderá de manera sencilla y rápida todo el sistema del brazo.	Práctica 2 inicio rápido
Parámetros de seguridad	Al finalizar el tema, el participante conocerá las medidas de seguridad y configuración para un trabajo seguro humano máquina.	Práctica 3 Configuración de seguridad
Sistemas de referencia	Al finalizar el tema, el participante Identificará los sistemas de orientación en el espacio y poder aplicarlos en el movimiento del brazo.	Práctica 4 Ubicación en el espacio

Introducción a la programación del brazo	Al finalizar el tema, el participante aprenderá la programación desde cero de un nuevo proyecto.	Práctica 5 Primer programa
Consola PolyScope	Al finalizar el tema, el participante comprenderá la variedad de comandos que puede ejecutar el brazo.	Práctica 6 Interfaz de programación
Mantenimiento del software	Al finalizar el tema, el participante realizará la actualización del sistema del robot.	Práctica 7 actualización del sistema

Fuente: Propia, 2023

Si se desea consultar como es una práctica con más detalle, consultar el apartado de anexos en el capítulo 8 de este trabajo, ahí se detalla una de las prácticas que se realizaron para conformar el manual.

3.3.5 Montaje del producto

Después de tomar un curso, hacer las prácticas con el robot y conocer todo lo que es capaz de hacer, el siguiente escalón es la elaboración del manual. Basándonos en los lineamientos para la elaboración del manual, se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Primer paso es elaborar una portada, se agrega el título del curso, el nombre de la institución con sus respectivos logos actualizados. En este caso el nombre es "Programación brazo robot (Cobot UR3)", se agregan los logos de ICET, la secretaria del trabajo, de educación pública y del gobierno de Nuevo León.

Imagen 3. 8 Portada del manual



Fuente: Propia, 2023

- **Objetivos del manual:** los objetivos nos ayudan a idealizar lo que esperamos cuando tenemos una meta, de ahí la necesidad de definirlos, el segundo paso es plantear las metas para así redactar los objetivos.

Imagen 3. 10 Objetivos del curso

Al finalizar el curso el participante deberá ser capaz de programar, solucionar problemas y optimizar la eficiencia de un brazo robótico modelo UR3 de Universal Robots, preparándose para una variedad de áreas en la Industria.

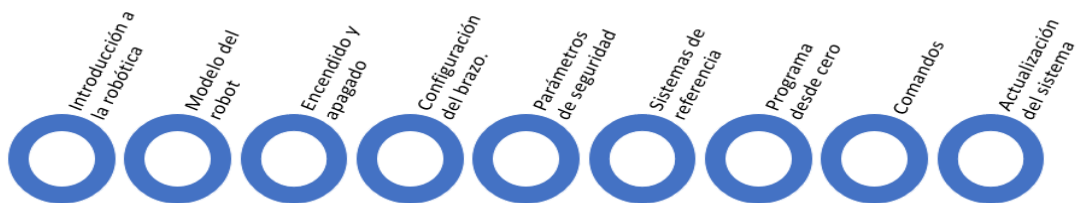
OBJETIVOS PARTICULARES

- Tema 1 al finalizar el tema, el participante comparará los distintos modelos de robots que existen, así como sus características.
- Tema 2 al finalizar el tema, el participante reconocerá los elementos anatómicos que conforman un brazo robot.
- Tema 3 Al finalizar el tema, el participante encenderá de manera sencilla y rápida todo el sistema del brazo.
- Tema 4 al finalizar el tema, el participante conocerá las medidas de seguridad y configuración para un trabajo seguro humano máquina.
- Tema 5 al finalizar el tema, el participante Identificara los sistemas de orientación en el espacio y poder aplicarlos en el movimiento del brazo.
- Tema 6 al finalizar el tema, el participante aprenderá la programación desde cero de un nuevo proyecto.
- Tema 7 al finalizar el tema, el participante comprenderá la variedad de comandos que puede ejecutar el brazo.
- Tema 8 al finalizar el tema, el participante realizará la actualización del sistema del robot.

Fuente: Propia, 2023

A partir de los temas seleccionados, se desarrolla el contenido del manual, el algoritmo, a manera de distribuir los temas según su complejidad y requerimiento de conocimientos previos.

Imagen 3. 12 Temas del manual



Fuente: Propia, 2023

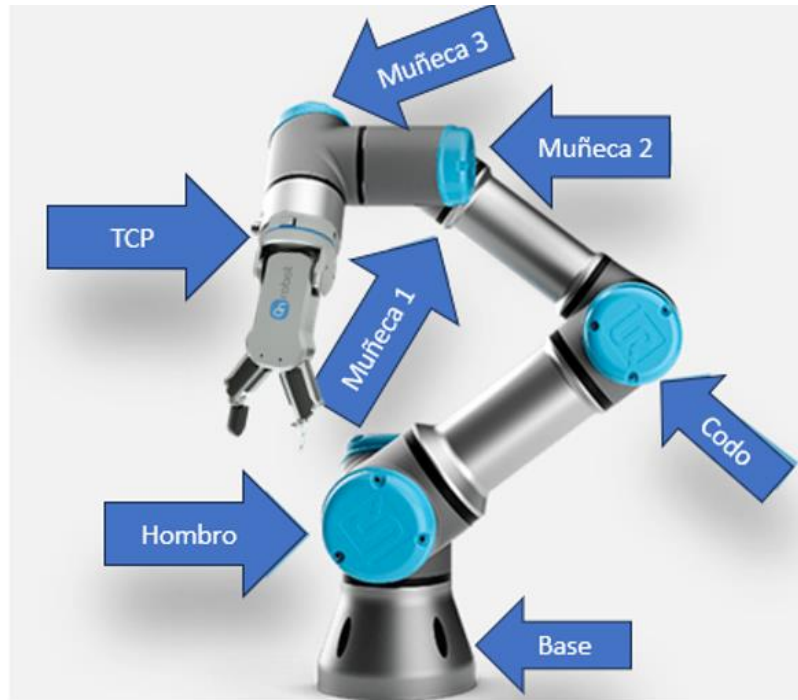
El contenido refleja una serie de temas, pensados para hacer el nivel básico en la programación del brazo, en el primer tema el contenido abarca un poco de la historia de la robótica, modelos que existen en la industria, etc. En el segundo se hace un desglose de todas las características físicas y anatómicas que conforman el brazo, seguido de ese tema un inicio al sistema del robot para después poder hacer las configuraciones si así se lo requiera. Para el quinto tema, los parámetros de seguridad a tomar en cuenta al momento de operar el mecanismo, tanto para el usuario y para el brazo.

Algo importante que servirá en todo momento en la operación del brazo es tener en cuenta un sistema de referencia, una ubicación en el espacio, la orientación juega un papel importante cuando se trata de trabajar con mecanismos de este tipo. Una vez considerado todo lo anterior, es momento de programar el brazo de manera sencilla, para después explicar los comandos seleccionados para este nivel del curso, de manera de retroalimentación, en cada tema se dejan ejercicios para que el participante repase los temas vistos, finalmente se consideró como tema final de este curso la actualización del sistema del brazo.

En la parte final del documento se tiene la conclusión del curso y una serie de anexos, en este caso actividades, prácticas a realizar a lo largo del curso. Cerrando con las referencias bibliográficas.

En lo que a evaluaciones se refiere, se cuenta con una serie de prácticas para el repaso de lo visto de manera teórica, una evaluación diagnóstica de 10 preguntas y un examen final de 15 reactivos donde el cual implica el 100% de su calificación final. Así es como quedo conformado nuestro manual y da apertura a nuestro siguiente capítulo.

Imagen 3. 14 Evidencia de actividades que conforman el manual



Fuente: Propia, 2023

Es así como conformamos nuestro manual para la capacitación en la programación del brazo UR3 de Universal Robots, en el siguiente capítulo, los resultados obtenidos del proyecto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A medida que avanzamos en cualquier investigación, es esencial sintetizar y presentar los hallazgos de manera coherente y objetiva. Este capítulo está dedicado a mostrar los resultados obtenidos a lo largo de la investigación y a ofrecer conclusiones derivadas de estos hallazgos. El propósito de este capítulo es brindar una visión clara y concisa de cómo los resultados encajan en el contexto de nuestro proyecto.

4.1 Manual de programación básica de un brazo robot

La misión fundamental de este proyecto residía en la creación de un manual esperando un óptimo aprendizaje de la programación de un brazo robótico, haciendo accesible esta habilidad a cualquier persona interesada. Con una gran satisfacción, respondemos a las preguntas de investigación, se puede afirmar que la meta central se cumplió con éxito mediante la elaboración de un manual de capacitación de nivel básico.

El manual cumple con el objetivo de ser didáctico, comprensible para una persona que no tiene experiencia previa con el tema, se sometió a un proceso de revisión que garantizó su coherencia. La validez del contenido se reflejó no solo en su aprobación, sino en la rapidez con la que se logró este hito: tan solo una semana después de su creación. Este logro fue posible gracias a la simple redacción del material, diseñada conforme al modelo ABC, asegurando un contenido bien estructurado, lógico, que por su estructura influyendo como un algoritmo que permite a los participantes aprender los conceptos de una manera organizada.

4.2 Curso “Programación brazo (Cobot UR3)”

Durante el curso piloto destinado a evaluar la eficacia del manual de programación diseñado para el brazo robot UR3, se obtuvieron resultados altamente positivos, destacando la efectividad del material en su conjunto. La evaluación se basó en la retroalimentación de los participantes, el rendimiento en las actividades prácticas y la observación del proceso de aprendizaje. Los hallazgos clave son los siguientes:

- **Fácil comprensión:** los participantes destacaron la estructura lógica del contenido, facilitando una progresión natural desde conceptos fundamentales hasta aplicaciones más avanzadas.
- **Aprendizaje práctico:** Se observó que el manual facilitó de manera efectiva la transición de la teoría a la práctica. Los participantes pudieron aplicar los conceptos aprendidos directamente en el entorno de programación del UR3, evidenciando la coherencia entre la teoría presentada y su implementación práctica.
- **Retroalimentación positiva:** la retroalimentación recibida de los participantes fue mayormente positiva. Se destacó la utilidad de los ejemplos prácticos, los escenarios de aplicación y la relevancia de los temas abordados. Los participantes expresaron su satisfacción con la capacidad del manual para guiarlos a través del proceso de programación de manera efectiva.
- **Correcciones mínimas de formato:** se realizaron correcciones mínimas de formato en el manual, principalmente relacionadas con la presentación visual y la organización del contenido. Estas modificaciones no afectaron sustancialmente el flujo de aprendizaje, lo que confirma la solidez del diseño original.

Aplicabilidad a diferentes niveles de habilidades: el manual demostró ser adaptable a diferentes niveles de habilidades, permitiendo que participantes con diversos antecedentes se beneficiaran por igual. La progresión gradual de dificultad y la inclusión de ejemplos prácticos fueron destacadas como factores clave en esta adaptabilidad.

Imagen 4. 1 Evidencia del curso piloto impartido a los voluntarios



Fuente: Propia, 2023

4.2.1 Estadísticas del grupo piloto

Para poder medir el nivel de conocimiento adquirido por parte de los participantes se realizaron dos evaluaciones una diagnóstica y una final. Estas evaluaciones, son un tipo de escala que permite poder medir el nivel de conocimiento alcanzado por los participantes, proporcionaron una valiosa retroalimentación sobre la eficacia del manual como herramienta de aprendizaje.

Tabla 4 Comparación de calificaciones iniciales y finales de los participantes después de la impartición del curso

CURSO DE ROBÓTICA			
N° PARTICIPANTE	Nivel de estudios	Diagnóstico	Final
PARTICIPANTE 1	Preparatoria	5	10
PARTICIPANTE 2	Secundaria	4	9
PARTICIPANTE 3	Secundaria	3	9
PARTICIPANTE 4	Licenciatura	6	10
PARTICIPANTE 5	Secundaria	1	9
PARTICIPANTE 6	Preparatoria	5	9
PARTICIPANTE 7	Preparatoria	4	10
PARTICIPANTE 8	Licenciatura	6	10
PARTICIPANTE 9	Secundaria	4	9
PARTICIPANTE 10	Preparatoria	5	10
	Promedio	4.3	9.5

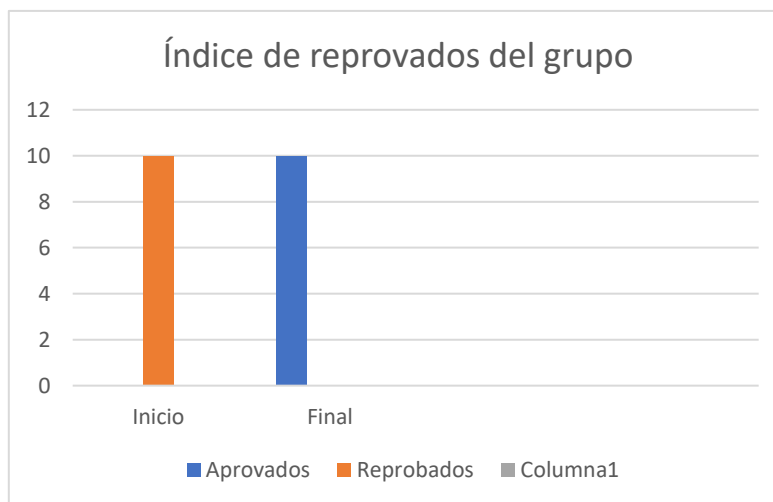
Fuente: Propia, 2023

En la tabla anterior podemos comparar los niveles de conocimientos adquiridos por participantes, antes y después de haber tomado el curso con el manual, podemos ver el impacto que tuvo el manual, cabe mencionar que la mayoría de los participantes de secundaria son personas mayores que buscan superación laboral y mayores oportunidades de trabajo.

Se vio un cambio considerable en sus calificaciones, una mejora que a comentarios de ellos mencionaron que es más entendible el manual a otros materiales que son muy complejos para ellos, complicando su comprensión, pero el manual resulto ser muy efectivo si se les compara a otros medios de educación.

Tan solo basta ver la siguiente grafica donde se ve el índice de aprobación y reprobación del grupo, dejando en evidencia la respuesta a una incógnita que se tenía del manual. En donde la parte roja son los reprobados y su contraparte los aprobados, se ve claro que al inicio nadie aprobó caso contrario al final.

Tabla 5 Estadísticas de reprobación y aprobación del curso que se usó como medidor para ver la efectividad del manual



Fuente: Propia, 2023

Este enfoque integral garantizó que el material no solo fuera instructivo, sino también evaluado de manera objetiva y rigurosa. Cabe destacar que el contenido del manual, se sometió a un proceso de refinamiento para hacerlo más accesible. La revisión incluyó ajustes en el lenguaje técnico, transformándolo en un discurso más digerible y amigable para los participantes.

Las revisiones, aunque escasas, jugaron un papel fundamental al perfeccionar la redacción y garantizar la comprensión universal del material. En resumen, este proyecto no solo se traduce en la creación de un manual; representa el triunfo de una visión educativa inclusiva. La aprobación del material en tan poco tiempo y con mínimas correcciones es un testimonio de la calidad del contenido y su capacidad para transmitir conocimientos complejos de manera accesible. Los participantes del curso demostraron un significativo incremento en sus conocimientos, adquiriendo habilidades requeridas para operar el robot de manera idónea. Durante las prácticas y evaluaciones, se observó que los participantes fueron capaces de:

- Iniciar programas desde cero: lograron crear programas desde cero, evidenciando una comprensión sólida de la sintaxis y estructuras de programación específicas del UR3.
- Manejar variables y datos: la gestión en los programas fue ejecutada con precisión, indicando una comprensión adecuada de cómo manipular la información necesaria para tareas específicas.
- Programar Movimientos y Trayectorias: se observó la habilidad de programar movimientos precisos para definir trayectorias, lo que indica un dominio práctico de la programación de movimientos en el robot UR3.

Estos puntos son evidencia suficiente para demostrar que el área de oportunidad presentado para este proyecto, se cumplió de manera satisfactoria respondiendo a las incógnitas presentadas, concluyendo en su éxito.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

5.1 Conclusión del proyecto

Los resultados obtenidos de este estudio indican claramente que, mediante la combinación de teoría y práctica, es viable dotar a los participantes de los conocimientos esenciales para la programación y manipulación de un brazo, incluso en el caso de aquellos sin experiencia previa en la materia. La estructura del curso, diseñada para guiar gradualmente desde los conceptos más básicos hasta niveles más avanzados, ha demostrado ser efectiva al dirigir el camino para que los participantes alcancen un nivel de competencia satisfactorio.

Este trabajo, va más allá de conceptos, se convierte en un testimonio tangible del potencial educativo, no solo se ha transferido información; se ha cultivado la capacidad de aplicar esos conocimientos en la práctica, consolidando así la comprensión integral del participante.

La relevancia de este trabajo radica no solo en la inmediata aplicabilidad de las competencias adquiridas en el campo industrial actual, sino también en sentar las bases para adaptarse a futuros desarrollos tecnológicos en robótica.

Finalmente, esperamos que este estudio sirva como punto de referencia para futuras investigaciones y cursos en el área. La robótica industrial, y en particular robots como el UR3, continuará moldeando el paisaje de la producción y manufactura en las próximas décadas. Estar al frente de este cambio, armados con conocimiento y competencia, es esencial para enfrentar los desafíos y oportunidades que se avecinan.

5.2 Aportaciones y recomendaciones

El manual de capacitación del robot UR3 de Universal Robots, ha abordado desde fundamentos básicos de programación hasta la operación del mismo, logrando una comprensión práctica de la robótica industrial. Las aportaciones principales del curso incluyen:

- **Formación integral:** El manual proporcionó una visión integral de la robótica, fusionando teoría, práctica, y permitiendo a los participantes dominar no solo las operaciones del robot, sino también los principios.
- **Empoderamiento tecnológico:** con el manual se les equipó a los participantes habilidades esenciales para navegar en un mundo industrial cada vez más automatizado, posicionándolos a la vanguardia de la revolución robótica.
- **Fomento del pensamiento crítico:** A través de ejercicios prácticos y discusiones teóricas, el manual incentivó una mentalidad analítica, permitiendo a los participantes enfrentar y resolver desafíos en entornos robóticos complejos.

Recomendaciones:

- **Actualización continua:** dada la velocidad de innovación en robótica, sería beneficioso que el departamento de innovación continúe actualizando sus conocimientos regularmente, esto para no dejar el manual obsoleto.
- **Exploración de tecnologías complementarias:** el mundo de la robótica no está aislado. Integrar conocimientos de áreas como inteligencia artificial, visión por computadora o internet de las cosas (IoT) puede ampliar aún más las capacidades y aplicaciones de robots como el UR3.
- **Redes profesionales y comunidades Online:** se sugiere que al mismo departamento que se integren en comunidades en línea y redes profesionales especializadas en robótica. La interacción con colegas y expertos puede proporcionar valiosas perspectivas, compartir experiencias y estar al tanto de las últimas tendencias y desarrollos en el campo de la robótica.

- Participación en proyectos colaborativos: incentivar la participación en proyectos colaborativos puede ser beneficioso. La colaboración en proyectos reales no solo fortalece las habilidades técnicas, sino que también ofrece la oportunidad de trabajar en equipo, enfrentarse a desafíos del mundo real y construir un portafolio sólido.
- Participación en eventos y ferias del sector: asistir a eventos, conferencias y ferias relacionadas con la robótica ofrece la oportunidad de mantenerse actualizado sobre las últimas tecnologías, establecer contactos con profesionales de la industria y participar en demostraciones prácticas de nuevos desarrollos en robótica.

CAPÍTULO VI

COMPETENCIAS

DESARROLLADAS

A través del programa de este curso, los participantes han adquirido y refinado una serie de competencias clave que les equipan para enfrentar desafíos en el ámbito de la robótica industrial. Estas competencias abarcan tanto habilidades técnicas como capacidades analíticas y de resolución de problemas:

Competencia Técnica en Robótica: Los participantes han desarrollado un conocimiento de la estructura, funcionamiento y capacidades del robot UR3. Esta competencia técnica les permite operar el robot con precisión y eficiencia en diversas tareas y entornos.

- Programación de robots: a lo largo del curso, se han familiarizado con el lenguaje de programación y la interfaz de la consola del UR3, permitiéndoles diseñar, implementar y depurar programas para automatizar tareas específicas.
- Comprensión matemática y lógica: el curso ha reforzado la capacidad de los participantes para aplicar conceptos matemáticos, algoritmos en la programación y operación del robot, esencial para la resolución de problemas complejos.
- Resolución de problemas en robótica: los participantes han desarrollado la habilidad de identificar desafíos y obstáculos en escenarios robóticos y diseñar soluciones efectivas mediante técnicas de programación y configuración.
- Pensamiento crítico y analítico: a través de ejercicios y discusiones, los participantes han agudizado su capacidad para analizar situaciones, evaluar soluciones potenciales, tomar decisiones informadas en el contexto de la robótica.
- Colaboración y trabajo en equipo: al trabajar en proyectos y desafíos grupales, los participantes han fortalecido sus habilidades de colaboración, aprendiendo a comunicarse eficazmente y a combinar fortalezas individuales para lograr objetivos comunes en el ámbito robótico.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

- Armada, E. G. (2022). *Los robots y sus capacidades*. España: Catarata.
- Barrientos, A. (1997). *Fundamentos de robótica*. Madrid: McGraw-Hill.
- Gil, A. C. (2007). *Comunicaciones industriales: Introducción*. Madrid: UNED.
- Martín, V. C. (2012). *Sistemas de Automatización*. Cuba: Samuel Feijóo.
- Mathieu, M. J. (2014). *Introducción a la pregramación*. México: Grupo editorial Patria
- .
- Niku, S. B. (2010). *Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications*. USA: Pearson.
- Oliva, N. (2013). *Redes de comunicacion industrial* . Madrid: UNED.
- Penin, A. R. (2008). *Comunicaciones industriales* . Barcelona: MARCOMBO.
- Rodriguez, R. L. (2010). *Mecánica* . Madrid: Tébar.
- Universal Robots. (10 de 2023). *Universal Robots* . Obtenido de universalrobots.com
- Vera, M. d. (2021). *Didáctica del manual de instrucciones: Diseño, estructura y evaluación*. España: Organiza.
- Villalba, C. M. (2021). *Lenguajes de Programación* . Madrid: UNED.
- Zoraida, T. V. (2012). *Introducción a la robótica*. México: Exodo.

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

Para entender más a fondo el desarrollo de este proyecto, presentamos el desarrollo de una práctica que contiene el manual.

8.1 Practica número 5 del manual de capacitación

Primer programa

Introducción

Nuestras acciones son el producto de nuestro mismo pensamiento, son ordenes que el cerebro da a nuestro cuerpo, estas acciones son pensadas o planeadas apenas micras de segundo nuestro cerebro percibe estímulos, se basan en un tipo de algoritmo, es decir, son una secuencia a seguir, una persona primero se pone la ropa interior seguido de la de vestir, el orden importa siempre, siempre se tiene una lista de instrucciones que debemos seguir, en el caso del brazo, un programa es una lista de comandos de lo que el robot debe realizar.

Materiales

- Robot UR3: El propio brazo robótico UR3 es esencial para realizar las prácticas. Asegúrate de que esté en buen estado de funcionamiento y actualizado con el software más reciente.
- Teach Pendant: La consola de programación Teach Pendant es la interfaz principal para interactuar y programar el robot. Asegúrate de que esté disponible y en funcionamiento.
- Estación de Trabajo: Una estación de trabajo dedicada para el robot, que incluya espacio para el UR3 y el Teach Pendant. Debe ser un entorno seguro y adecuado para realizar pruebas y experimentos.
- Dispositivos de Medición: Calibradores, reglas o dispositivos de medición para verificar y ajustar las posiciones y movimientos del robot.
- Herramientas Básicas: Un conjunto de herramientas básicas como destornilladores, llaves y alicates para realizar ajustes mecánicos si es necesario.
- Documentación Técnica: Manual de capacitación del UR3. Este recurso es importante para comprender las funciones y capacidades del robot.

Objetivo de la practica

Al final del tema los participantes adquieran habilidades sólidas para crear programas desde cero en el robot UR3 de Universal Robots. Esto incluye aprender cómo usar la pantalla del Teach Pendant, entender el lenguaje de programación del robot, manejar datos, variables, programar movimientos, decisiones, y solucionar problemas en el código. Además, se enfocará en documentar de manera clara los programas para facilitar su comprensión. En resumen, al finalizar, los participantes serán capaces de programar el UR3 de manera autónoma y eficiente.

Desarrollo

El software permite que personas con poca experiencia en programación puedan programar el robot, resulta que se está diseñado para programar el robot sin la necesidad de teclear comandos complejos. Así como a un bebe, hay que enseñar al robot a moverse, en PolyScope, los movimientos de la herramienta se indican utilizando una serie de "puntos de paso", es decir, puntos del espacio de trabajo del robot. Un punto de paso puede establecerse moviendo el robot a una determinada posición o puede calcularse mediante software. Para mover el brazo robótico a una determinada posición, o simplemente colocar el brazo robótico mientras mantiene pulsado el botón "Movimiento libre" de la parte posterior de la consola portátil.

Imagen 8. 1 Botón externo de movimiento libre



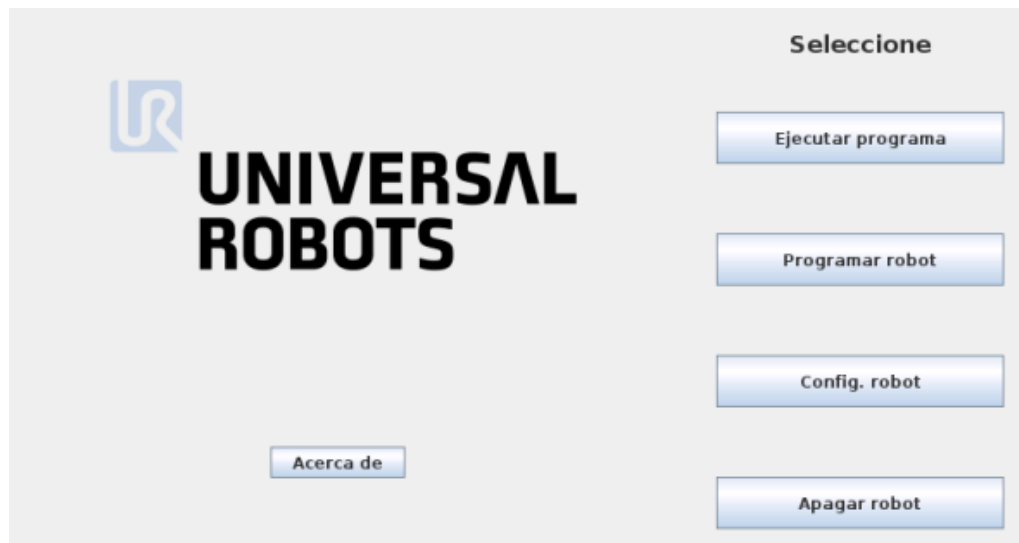
Fuente: Propia,2023

Nuestro robot no solo se limita a moverse por puntos de paso, existen tres tipos de movimientos que puede realizar para llegar a esos puntos, cada uno con su característica propia y con una función de dependiendo de la situación, además, el programa puede enviar señales de E/S (entradas y salidas) a otras máquinas en determinados puntos de la ruta del robot, y ejecutar comandos como "if...then" y "loop", basándose en variables y las señales de E/S.

Sabiendo lo anterior podemos empezar a realizar nuestro primer programa, existe un algoritmo a seguir, la forma más sencilla que se pudo obtener es la siguiente:

- 1) Encienda el robot y acceda al menú principal del Teach Pendant, toque el botón "Programar robot", seleccione la opción "Programa vacío" para iniciar un nuevo programa sin código preexistente, explore la interfaz del programa vacío y familiarícese con las opciones disponibles.

Imagen 8. 2 Pantalla de inicio del software "simulación"



Fuente: Propia, 2023

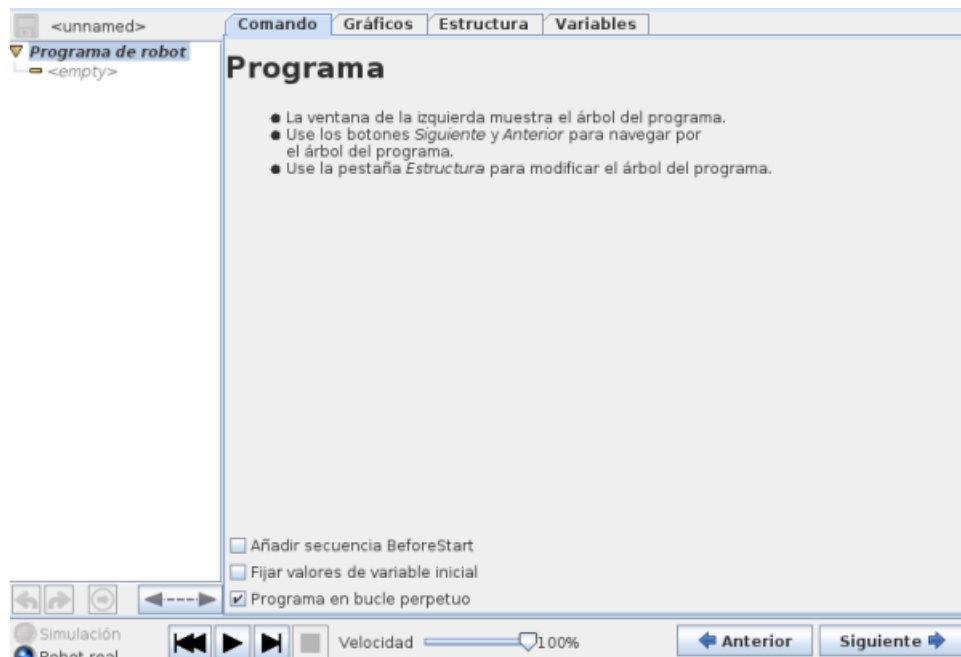
Imagen 8. 3 Pantalla de programa en el software de simulación



Fuente: Propia,2023

- 2) Pulse el botón "Siguiente" de la parte inferior derecha, para que la línea "<empty>" aparezca seleccionada en la estructura del árbol de la izquierda de la pantalla.

Imagen 8. 4 Ficha de un programa en el software de simulación



Fuente: Propia,2023

- 3) Después de seleccionar una línea en la estructura del programa, vaya a la ficha "Estructura". Toque el botón "Mover" para iniciar la operación de mover. Seleccione la nueva posición para la línea moviéndola en la estructura. Confirme la nueva ubicación tocando el botón "Aceptar". Ir a la ficha comando, pulsar el botón "Siguiente" para acceder a los ajustes de Punto de paso.

Imagen 8. 5 Comando "Mover"



Fuente: Propia,2023

- 4) Pulse el botón "Fijar" este punto de paso que hay al lado de la imagen. Después, en la pantalla "Mover", mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flechas azules o manteniendo pulsado el botón "Movimiento libre", localizado en la parte trasera de la consola portátil, al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico. Una vez ubicado en el punto que queramos, pulse "OK". Pulse "Añadir punto de paso", clic al botón "Fijar este punto de paso" que hay al lado de la imagen.

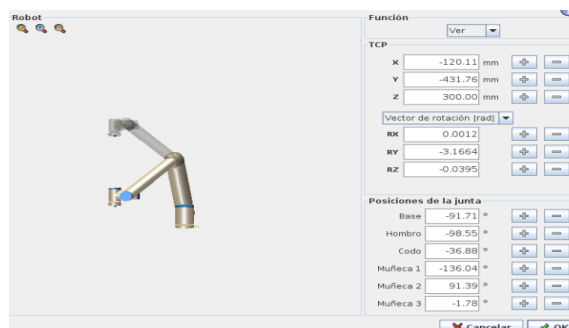
Imagen 8. 6 Pantalla para la edición del punto de paso del brazo



Fuente: Propia,2023

- 5) En la pantalla Mover mueva el robot o bien pulsando los distintos botones de flechas azules o manteniendo pulsado el botón "Movimiento libre", al tiempo que coloca manualmente el brazo robótico, clic de nuevo en "OK". Así es como el primer programa está listo. El robot se moverá entre los dos puntos al pulsar el símbolo "Reproducir". Hay que tener en cuenta los parámetros de seguridad y alejarse del robot antes de ejecutar el programa, tenga a la mano el botón de parada de emergencia y pulse "Reproducir" en la consola.

Imagen 8. 7 Edición por pose del brazo



Fuente: Propia,2023

Puntos importantes que se consideran para la operación del robot son los siguientes:
No direccionar el robot hacia sí mismo ni hacia otra cosa, pues esto un impacto podría dañar al robot. Lo mismo el caso de los dedos, evite colocarlos en un lugar que puedan quedar atrapados.

Conclusión

Al ser un programa simplemente demostrativo, no será el mismo al de un entorno de trabajo industrial, para ello se debe suponer que el entorno es inofensivo por lo que se debe tener mucho cuidado. Tener en cuenta la velocidad y la aceleración en los valores predeterminados. Si es posible, hacer una evaluación de posibles riesgos que se puedan llegar a presentar.

8.2 Dictamen

**EDUCACIÓN**
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO**
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico Superior
de Teziutlán

Asunto: **Asignación de Asesor(a), Comisión Revisora, Entrega de Trabajo Profesional y Dictamen**

Teziutlán, Puebla, **03/enero/2024**

Asesor(a): **JESUS JOAQUIN SALAS**
Integrante de Comisión Revisora: **LUIS JUAREZ RAMIRO**
Integrante de Comisión Revisora: **MONICA ADRIANA ANASTACIO MENDOZA**
Presentes

Por este medio me permito informar que ha sido asignado como asesor(a) y comisión revisora del trabajo profesional que se convertirá en Tesis de:

Alumno(a):	HERNANDEZ DEL CARMEN BRAYAN JESUS		
	Apellido paterno/materno/nombre (s)		
Número de Control:	19TE0350	Licenciatura o Posgrado:	INGENIERIA MECATRONICA
Plan:	2010	Correo Electrónico:	L19TE0350@TEZIUTLAN.TECNM.MX

Cuyo tema es:

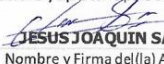
DESARROLLO DE MATERIAL INSTRUCTIVO PARA LA IMPLEMENTACION DE ROBOTS COOPERATIVOS EN LINEAS DE PRODUCCION

25 palabras (máximo)

Se ha enviado a su correo institucional el trabajo profesional o de grado, por lo cual la comisión revisora tendrá 5 días hábiles para realizar las observaciones al alumnado, el(la) interesado(a) tendrá igualmente **5 días** para corregir y las enviará al correo electrónico institucional de la comisión revisora, agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de licenciatura o de posgrado de nuestro alumnado egresado.

Dictamen de Comisión Revisora, Aprobación de Impresión o Grabación y Autorización para subirla al Repositorio del TecNM

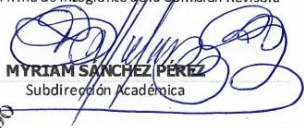
Siendo el día: 9 de febrero de 2024 se reunieron los miembros de la comisión para revisar el trabajo asignado y una vez analizado se decidió liberarlo y aprobarlo para su grabación y programación de examen profesional.


JESUS JOAQUIN SALAS
Nombre y Firma del(la) Asesor(a)


MONICA ADRIANA ANASTACIO MENDOZA
Nombre y Firma de integrante de la Comisión Revisora


ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
GOBIERNO DEL ESTADO
S.E.P.


LUIS JUAREZ RAMIRO
Nombre y Firma de integrante de la Comisión Revisora


MYRIAM SANCHEZ PEREZ
Subdirección Académica

R08/06/2023
Folio:14

F-SAC-18

**TEC**
de Teziutlán

**100% PLÁSTICO**

**PUE**
BLA

Fracción I y II s/n Aire Libre, Teziutlán, Puebla, C.P. 73960 Tels. 231 311 4000 / 4001 / 4002 / 4003
e-mail: itsteziutlan@hotmail.com | www.teziutlan.tecnm.mx

**2024**
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA

8.3 Carta de Autorización, Consulta y Publicación

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe:

BRAYAN JESÚS	HERNÁNDEZ	DEL CARMEN
---------------------	------------------	-------------------

Con Número de Control: **19TE0350**

Pertenciente al Programa Educativo: **INGENIERÍA MECATRÓNICA**

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el producto: **TESIS**

Cuyo Tema es:

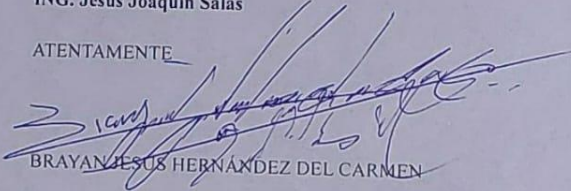
DESARROLLO DE MATERIAL INSTRUCTIVO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ROBOTS EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Correspondiente al periodo: **AGOSTO-DICIEMBRE 2023**

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

ING. Jesús Joaquín Salas

ATENTAMENTE


BRAYAN JESÚS HERNÁNDEZ DEL CARMEN

Nombre y firma

Fecha de emisión: **14/02/2024**
c.c.p. Subdirección Académica

8.4 Formato de Licencia de uso

LICENCIA DE USO OTORGADA POR Brayan Jesús Hernández Del Carmen, de nacionalidad mexicana, mayor de edad, con domicilio ubicado en la calle privada de la capilla sin número, San Francisco Municipio de Xiutetelco, Puebla, en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor(a) de la tesis denominada "Desarrollo de material instructivo para la implementación de robots en líneas de producción" en adelante "LA OBRA" quien para todos los fines del presente documento se denominará "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", a favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, la cual se registrará por las cláusulas siguientes:

PRIMERA –OBJETO: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de "LA OBRA", para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalti.mx/>).

SEGUNDA - TERRITORIO: La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

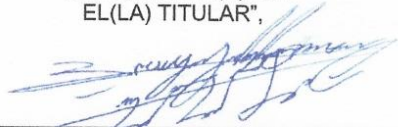
TERCERA -ALCANCE: La presente licencia contempla la autorización para formato uso de "LA OBRA" en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (en red), mensaje de datos o similar, conocido o por conocerse.

CUARTA – EXCLUSIVIDAD: La presente licencia de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán; por lo tanto, "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" conserva los derechos patrimoniales y morales de "LA OBRA", objeto del presente documento.

QUINTA – CRÉDITOS: El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" es el(la) único(a), primigenio(a) y perpetuo(a) titular de los derechos morales sobre "LA OBRA"; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

SEXTA – AUTORÍA: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" manifiesta ser el(la) único(a) titular de los derechos de autor que derivan de "LA OBRA" y declara que el material objeto del presente fue realizado por él(ella), sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el(la) único(a) responsable. Dado en la Ciudad de Teziutlán, Puebla, a los treinta y un día del mes enero de 2024.

"EL(LA) AUTOR(A) Y/O
EL(LA) TITULAR",



Brayan Jesús Hernández Del Carmen
Nombre y Firma

"EL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN"



Arminda Juárez Arroyo
Directora General
Nombre, Firma y Sello

Índice de tablas

TABLA 1 TIPOS DE ROBOTS USO Y CARACTERÍSTICAS, ASÍ COMO SU USO EN LA VIDA COTIDIANA	- 23 -
TABLA 2 HERRAMIENTAS QUE PUEDE CONTENER UN BRAZO ROBOT	- 27 -
TABLA 3 TEMARIO DEL MANUAL DE CAPACITACIÓN PARA LA PROGRAMACIÓN DEL BRAZO UR3 DE UNIVERSAL ROBOTS	- 45 -
TABLA 4 COMPARACIÓN DE CALIFICACIONES INICIALES Y FINALES DE LOS PARTICIPANTES DESPUÉS DE LA IMPARTICIÓN DEL CURSO - 55	
-	
TABLA 5 ESTADÍSTICAS DE REPROBACIÓN Y APROBACIÓN DEL CURSO QUE SE USÓ COMO MEDIDOR PARA VER LA EFECTIVIDAD DEL MANUAL.....	- 56 -

Índice de imágenes

IMAGEN 2. 1 EJES DE COORDENADAS CARTESIANAS	- 29 -
IMAGEN 2. 2 CINEMÁTICA DE UN ROBOT SIMPLE	- 29 -
IMAGEN 2. 3 CINEMÁTICA INVERSA DE UN ROBOT SIMPLE	- 30 -
IMAGEN 3. 1 DIAGRAMA DE GANTT SOBRE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	- 37 -
IMAGEN 3. 2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO	- 39 -
IMAGEN 3. 2 METODOLOGÍA DEL PROYECTO	- 39 -
IMAGEN 3. 3 ORGANIZACIÓN DEL CONTENIDO.....	- 40 -
IMAGEN 3. 3 ORGANIZACIÓN DEL CONTENIDO.....	- 40 -
IMAGEN 3. 4 DIAGRAMA DE CONCEPTOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL	- 42 -
IMAGEN 3. 4 DIAGRAMA DE CONCEPTOS PARA LA ELABORACIÓN DEL MANUAL	- 42 -
IMAGEN 3. 5 PORTADA DEL MANUAL	- 47 -
IMAGEN 3. 5 PORTADA DEL MANUAL	- 47 -
IMAGEN 3. 6 OBJETIVOS DEL CURSO	- 48 -
IMAGEN 3. 6 OBJETIVOS DEL CURSO	- 48 -
IMAGEN 3. 7 TEMAS DEL MANUAL	- 48 -
IMAGEN 3. 7 TEMAS DEL MANUAL	- 48 -
IMAGEN 3. 8 EVIDENCIA DE ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL MANUAL	- 50 -
IMAGEN 4. 1 EVIDENCIA DEL CURSO PILOTO IMPARTIDO A LOS VOLUNTARIOS	- 54 -
IMAGEN 8. 1 BOTÓN EXTERNO DE MOVIMIENTO LIBRE	- 68 -
IMAGEN 8. 2 PANTALLA DE INICIO DEL SOFTWARE "SIMULACIÓN"	- 69 -

IMAGEN 8. 3 PANTALLA DE PROGRAMA EN EL SOFTWARE DE SIMULACIÓN	- 70 -
IMAGEN 8. 4 FICHA DE UN PROGRAMA EN EL SOFTWARE DE SIMULACIÓN.....	- 70 -
IMAGEN 8. 5 COMANDO "MOVER"	- 71 -
IMAGEN 8. 6 PANTALLA PARA LA EDICIÓN DEL PUNTO DE PASO DEL BRAZO.....	- 72 -
IMAGEN 8. 7 EDICIÓN POR POSE DEL BRAZO.....	- 72 -