



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE:**

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO
DE UN BRAZO ROBÓTICO DE 5 GRADOS DE LIBERTAD
(GDL) Y UN SCARA PARA PRÁCTICAS ACADÉMICAS.**

AUTOR:

JOSE MANUEL NAVARRO OYARVIDE

TUTOR:

ING. ORLANDO BARCIA MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, José Manuel Navarro Oyarvide, estudiante de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, certifico que los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Guayaquil, septiembre del 2020



José Manuel Navarro Oyarvide

C.I.: 0927640730

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS

A través del presente certificado, yo José Manuel Navarro Oyarvide, cedo el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y por su normativa institucional vigente.

Guayaquil, septiembre del 2020



José Manuel Navarro Oyarvide

C.I.: 0927640730

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE UN BRAZO ROBÓTICO DE 5 GRADOS DE LIBERTAD (GDL) Y UN SCARA PARA PRÁCTICAS ACADÉMICAS realizado por el estudiante JOSE MANUEL NAVARRO OYARVIDE con cédula de identidad 0927640730 obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y demás requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Guayaquil, septiembre 15 del 2020



Ing. Orlando Barcia Ayala MSc

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado en primer lugar a Dios, ya que sin él no estaría en esta etapa de vida y culminación.

Pero, principalmente dedico este proyecto de titulación a mis padres Annabelle Oyarvide y Manuel Navarro ya que, con el apoyo, aprendizaje, esfuerzo y dedicación de ambos, he podido culminar este proyecto técnico.

Dedico, además, este proyecto de titulación a mis hermanas Maritza, Diana, Sirena y demás familiares por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

Uds. mis grandes amigos y compañeros de la carrera ing. Electrónica que, sin sus locuras, enseñanzas mutuas se pudo culminar este periodo en la carrera llamada vida.

José Manuel Navarro Oyarvide

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios siempre, le agradezco por sus inmensas bendiciones, su protección, por levantarme el ánimo siempre y la fuerza que siempre necesitaba para seguir motivándome, agradezco a mi familia por ser la parte esencial de mi vida y por el apoyo que me han dado, siempre estaré agradecido por darme el regalo de la educación y enseñarme a ser una persona de bien, agradezco a mi madre Annabelle Oyarvide por ser una madre maravillosa y por su inmenso afecto que me muestra, y por apoyarme en todo, por el esfuerzo hacia nosotros sus hijos , a mi padre Manuel Navarro por ser un padre ejemplar ya que nos ha enseñado lo bueno y malo de la vida y me ha dado ese apoyo hacia los estudios, a mis hermanas Maritza, Diana y Sirena Navarro por apoyarme emocionalmente en los retos que he participado a lo largo de la carrera.

Agradezco también a mi tutor del proyecto de titulación al Ing. Orlando Barcia MSc ya que gracias a él y sus tutorías hemos culminado este proyecto.

Agradezco a mis docentes de la carrera de Electrónica y automatización por su firme enseñanza y actitudes a mostrar y convertirme en un profesional capaz de tomar decisiones firmes y correctas en el ambiente laboral y personal.

Y a la universidad Politécnica Salesiana, por abrir sus puertas hacia un mejor futuro profesional y ético que nos presenta en cada momento en la vida.

José Manuel Navarro Oyarvide

RESUMEN

Este proyecto de titulación consiste en mostrar el diseño e implementación de 1 módulo de 2 brazos robóticos, en la cual consiste de 1 brazo robótico a escala del RV-2AJ y un SCARA KUKA R550. Los brazos fueron diseñados en solid work tomando de referencia las medidas originales de los autómatas de KUKA y Mitsubishi, ya que con dicha información se logró imprimir su estructura en una impresora 3D.

Sus movimientos mecánicos angulares los realizan 5 servomotores para el brazo robótico RV-2AJ y 3 servomotores para el KUKA R550, la cual su movimiento es de 180 grados.

El proyecto consta además de una tarjeta de control, la cual realiza la adquisición de datos por medio de un microcontrolador Arduino MEGA 2560, un módulo PCA 9685 para control de servomotores, un módulo bluetooth HC-05, LCD para visualización del ángulo que se mueven los brazos y un teclado principalmente. Se manejará todo el módulo mediante un software diseñado y estructurado desde cero con base en LabVIEW la cual se llama RAS y permitirá manipular a los brazos robóticos automáticamente por toda el área de trabajo y se podrá ejecutar comando para realizar movimientos lineales. Y su propósito principal es realizar 10 prácticas en donde se conocerá desde cero su manejo respectivo del brazo, hasta realizar movimientos de ambos brazos al mismo tiempo.

PALABRAS CLAVES: Modulo de control / Labview/ Control /Matlab / Driver.

ABSTRACT

This project consists of showing the design and implementation of 1 module with 2 robotic arms, which consists of 1 robotic arm at the RV-2AJ scale and a SCARA KUKA R550. The arms were designed in solid work taking as a reference the original measurements of the KUKA and Mitsubishi automatons, since with this information it was possible to print their structure on a 3D printer.

Its angular mechanical movements are performed by 5 servomotors for the RV-2AJ robotic arm and 3 servomotors for the KUKA R550, which its movement is 180 degrees.

The project also consists of a control card, which performs the data acquisition by means of an Arduino MEGA 2560 microcontroller, a PCA 9685 module for control of servomotors, a HC-05 Bluetooth module, LCD for viewing the angle that is set. they move the arms and a keyboard mainly. The entire module will be managed by means of a software designed and structured from scratch based on LabView which is called RAS and will allow the robotic arms to be manipulated automatically throughout the work area and command to perform linear movements can be executed. And its main purpose is to perform 10 practices where you will know from scratch your respective arm handling, to perform movements of both arms at the same time.

KEYWORDS: Module control / Labview/ Control /Matlab / Driver.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
TERMINOS UTILIZADOS.....	XVI
INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción del Problema.....	2
1.2. Importancia y Alcance.....	2
1.3. Delimitación del Problema.	2
1.3.1. Delimitación Temporal.	2
1.3.2. Delimitación Espacial.	2
1.3.3. Delimitación Académica.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO.	5
2.1. Brazo Robótico.....	6
2.2. RV-2AJ.....	6
2.3. KUKA R550.....	7

2.4.	Servo Motor.....	8
2.5.	Grados de Libertad (GDL)	8
2.6.	Arduino MEGA.....	8
2.7.	LabVIEW.....	9
2.8.	Filamento PLA (Polylactic acid).....	9
2.9.	Módulo de bluetooth HC-05.....	10
2.10.	LCD 20x4.....	10
2.11.	Servo driver PCA 9685 de 16 canales.....	11
2.12.	Teclado matricial.....	11
2.13.	Impresora 3D Ender 3 pro.....	12
2.14.	Fuente de poder 6V 15A.....	12
2.15.	Botones	13
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	14
3.1.	Diseño de los dos brazos robóticos.....	16
3.1.1.	Impresión de los brazos robóticos.....	17
3.2.	Diseño de la tarjeta módulo de control.....	23
3.2.1.	Borneras de conexión.....	23
3.2.2.	Joystick.....	24
3.2.3.	Botones y LEDS.....	24
3.2.4.	Diseño de la tarjeta board módulo de control	24
3.2.5.	Construcción de la tarjeta del módulo de control.....	25
3.3.	Construcción de modulo con brazos robóticos.....	26
4.	RESULTADOS	27
4.1.	Análisis y resultados de encuestas.....	27
4.2.	Análisis y resultados practica #1	32
4.3.	Análisis y resultados practica #2	33
4.4.	Análisis y resultados practica #3	34

4.5.	Análisis y resultados practica #4	36
4.6.	Análisis y resultados practica #5	36
4.7.	Análisis y resultados practica #6	36
4.8.	Análisis y resultados practica #7	37
4.9.	Análisis y resultados practica #8	38
4.10.	Análisis y resultados practica #9	39
5.1.	Análisis y resultados practica #10	40
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación espacial del prototipo del Proyecto Técnico.....	2
Figura 2. Diagrama de flujo del brazo robótico.....	5
Figura 3. Brazo robótico [3].....	6
Figura 4. RV-2AJ [5]	7
Figura 5. KUKA R550. [7]	7
Figura 6. Estructura servomotor. [9].....	8
Figura 7. Arduino MEGA 2560 [11]	9
Figura 8. LabVIEW [13].....	9
Figura 9. Filamento Rojo PLA [15]	10
Figura 10. Módulo Bluetooth HC-05 [1]	10
Figura 11. LCD 20x4 [17].....	11
Figura 12. PCA 9685 [19].....	11
Figura 13. Teclado matricial 4x4 [21]	11
Figura 14. Creality Ender 3 Pro [23].....	12
Figura 15. Fuente de poder 6v 15 Amp	12
Figura 16. Proceso de armada de brazo robótico	14
Figura 17. Diagrama estructural del módulo de control.	14
Figura 18. Diagrama estructural RV-2AJ	15
Figura 19. Diagrama estructural de KUKA R550.....	15
Figura 20. Diseño del robot RV2AJ.	
Figura 21. Diseño del robot KUKA R550.	16
Figura 22. Filamento PLA.	17
Figura 23. Impresión para el movimiento de la pinza en vertical.	
Figura 24. Impresión y unión con el servo para movimiento del eslabón 3.	17
Figura 25. Impresión base de robot SCARA.	18
Figura 26. Disco para movimiento robot RV2AJ.	18
Figura 27. Base del brazo RV2AJ unido al disco de movimiento.	18
Figura 28. Impresión del eslabón 2 unido a la base.....	19
Figura 29. Impresión del eslabón 4 unido al mecanismo de la pinza.	19
Figura 30. Impresión del eslabón 3 RV2AJ.....	20
Figura 31. Unión del eslabón 3, 4 y 5 lado izquierdo	20
Figura 32. Armado del brazo RV2AJ.	20

Figura 33. Impresión de la tapa del eslabón 2.....	21
Figura 34. Impresión del eslabón 1 del robot SCARA.	21
Figura 35. Impresión de la tapa del eslabón 2.....	22
Figura 36. Impresión del eslabón 2 con colocación de la pinza.	22
Figura 37. Impresión de la tapa del eslabón 2.....	23
Figura 38. Diagrama esquemático de la tarjeta de control.....	23
Figura 39. Impresión de joystick.....	24
Figura 40. Tarjeta board del módulo de control.....	24
Figura 41. Tarjeta del módulo de control.....	25
Figura 42. Modulo implementado.....	26
Figura 43. Encuesta hacia los estudiantes sobre la problemática del tema.....	28
Figura 44. Gráfico 1 encuesta del 22 de junio 2020.	28
Figura 45. Gráfico 2 encuesta del 22 de junio 2020.	29
Figura 46. Gráfico 3 encuesta del 22 de junio 2020.	29
Figura 47. Gráfico 4 encuesta del 22 de junio 2020.	29
Figura 48. Gráfico 5 encuesta del 22 de junio 2020.	30
Figura 49. Gráfico 6 encuesta del 22 de junio 2020.	30
Figura 50. Gráfico 7 encuesta del 22 de junio 2020.	30
Figura 51. Gráfico 8 encuesta del 22 de junio 2020.	31
Figura 52. Gráfico 9 encuesta del 22 de junio 2020.	31
Figura 53. Gráfico 10 encuesta del 22 de junio 2020.	31
Figura 54. Brazo robótico RV-2AJ.....	32
Figura 55. Brazo robótico KUKA R550	32
Figura 56. Tarjeta de control.....	32
Figura 57. Codificación math script.....	33
Figura 58. Simulación de movimiento.....	34
Figura 59. Modificación de control de movimientos.....	34
Figura 60. Captura de variables para el movimiento de punto a otro con el RV-2AJ.	35
Figura 61. Tarjeta del módulo de control.....	35
Figura 62. Movimiento Interpolado.....	36
Figura 63. Movimiento lineal.....	36
Figura 64. Pantalla de conexión a bluetooth.	37
Figura 65. Opciones de control de brazos robóticos en la app.	37

Figura 66. Grafico de resultado de practica #7.....	38
Figura 67. Gráfico resultado de la practica #8.....	39
Figura 68. Gráfico resultado de la practica #9.....	40
Figura 69. Gráfico resultado de la practica #10.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de elementos utilizados para elaboración de los brazos robóticos..... 16

Tabla 2. Lista de elementos utilizados para elaboración de tarjeta de control..... 25

TÉRMINOS UTILIZADOS

GDL: Grados de libertad. Es la movilidad de articulación de un mecanismo

RAS: Robotic Automation Software. Es el software a utilizar creado por medio de una APP para el control de los brazos robóticos desde un celular.

RAC: Robotic Automation Control. Es el software a utilizar creado desde LabVIEW por el integrante de titulación para el control de los brazos robóticos por el ordenador.

USB: Universal serial bus. Es un puerto de comunicación que permite conectar diferentes periféricos.

DH: Denavit-Hartenberg. Nombrado así por el filósofo científico, que invento el método mecánico para analizar el movimiento articulado de un eslabón.

LCD: Liquid Crystal Display.

KUKA: Nombre de una de las grandes marcas en la robótica industrial.

INTRODUCCIÓN

En la universidad politécnica Salesiana de Guayaquil, se encuentra una de las carreras más significativas a nivel técnico como es Electrónica y automatización encontrándose específicamente la materia de manipuladores industriales la cual es el estudio teórico y práctico de los diferentes tipos de robots y nos muestran el funcionamiento del mismo, para que llevemos el estudio practico y teórico a nivel industrial en el país.

Este proyecto está enfocado en los estudiantes de la carrera de Electrónica y Automatización en donde ellos tengan acceso a practicar la parte teórica de las materias dictadas como son: manipuladores industriales, como el Arduino que será el controlador para adquisición de datos y así realizar las diferentes prácticas hacia los brazos robóticos con LabVIEW y Matlab.

Con las prácticas desarrolladas en este documento, se pueden demostrar varios temas del pensil académico, dependiendo de la materia que se esté haciendo uso del proyecto de titulación, como tiene que ver en temas de programación de LabVIEW, comunicación por medio del controlador Arduino, adquisición y proceso de señales provenientes de los sensores, unas de las principales practicas serán el movimiento del brazo robótico por medio de un teach-in utilizando como programa de interfaz LabVIEW, así como además obtener los diferentes puntos DH para la posición de los diferentes tipos de eslabones en el brazo robótico, cumpliendo la mayoría de temas dictados en las diferentes materias.

1. PROBLEMA.

1.1. Descripción del Problema.

En la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, en el laboratorio de fabricación flexible se encuentra actualmente 1 brazo robótico RV2AJ de Mitsubishi, la cual se dificulta para la enseñanza de los estudiantes, ya que con un prototipo el docente no logra captar la atención total, por el gran número de estudiantes que cursan la carrera.

1.2. Importancia y Alcance.

El módulo del proyecto técnico es de mucha importancia para el desarrollo de aplicaciones en las que se necesite control y programación de los brazos robóticos ya que las materias a la que dará su disposición están ligadas directamente en el tema de robótica, el alcance que tendrá en el itinerario 1 robótica en la carrera de Ingeniería Electrónica y Automatización para justificar los conocimientos realizados en clases.

1.3. Delimitación del Problema.

1.3.1. Delimitación Temporal.

La puesta en práctica del proyecto técnico fue realizada en el 2019-2020.

1.3.2. Delimitación Espacial.

El prototipo del proyecto técnico se encuentra en el laboratorio de fabricación flexible del Edificio de laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana de la Sede Guayaquil.



Figura 1. Delimitación espacial del prototipo del Proyecto Técnico.

1.3.3. Delimitación Académica.

El proyecto tiene un alcance académico que se sustenta mediante su empleo en las prácticas de laboratorio del itinerario 1 de robótica y que encierra conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera.

Innovación: Los prototipos y sus aplicaciones tienen como propósito hacer que los estudiantes puedan controlar y manejar de manera autónoma los brazos robóticos obteniendo los diferentes parámetros en DH (Denavit-Hartenberg) para la posición de los brazos y a su vez puedan analizar y visualizar el funcionamiento del mismo.

Impacto: Mejorará la calidad de aprendizaje, ya que con un mayor número de módulos disminuye la demanda de estudiantes por la materia y podrán tener una mejor interacción con los brazos robóticos.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

Diseñar e implementar un módulo didáctico de un brazo robótico de 5 GDL y un SCARA impreso en 3D con una tarjeta electrónica para prácticas académicas utilizando software Matlab, LabVIEW y un Arduino MEGA para adquisición de datos.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Diseñar y construir en escala 1:0,5 la estructura del brazo robótico de 5 GDL con la apariencia del robot manipulador RV-2AJ y el brazo tipo SCARA de 3GDL con apariencia del robot KUKA R550 mediante impresión en 3D.
- Evaluar el comportamiento de los brazos robóticos utilizando el controlador de Arduino MEGA.
- Diseñar y fabricar una tarjeta electrónica para el control de entradas y salidas analógicas y/o digitales del brazo robótico.
- Programar en LabVIEW y Matlab como softwares principales para el control del robot.
- Verificar el funcionamiento y flexibilidad del brazo robótico de 5GDL y el SCARA mediante la elaboración de prácticas con su respectivo manual guiado de los manipuladores industriales.

- Validar el funcionamiento del módulo junto a los estudiantes que se encuentren cursando la respectiva materia ya indicada.

2. MARCO TEÓRICO.

El prototipo a realizar, se manejará por un módulo de control que funciona en una tarjeta electrónica y está tendrá a su vez los diferentes tipos de botones, teclado matricial, LCD, bluetooth, comunicación con los servomotores para lograr un mayor control de manejo.

Además, el funcionamiento del brazo robótico se visualiza mediante las prácticas de laboratorio que se realizan junto al brazo ya mencionado. Cada practica tendrá su grado de dificultad para obtener así el reto de lograr cada objetivo propuesto en la guía de prácticas y alimentar su conocimiento.

Se ha tomado para la implementación del prototipo el trabajo vinculado de Diseño e implementación de un brazo robótico basado en la plataforma Arduino, la cual el objetivo que tuvo fue de realizar prácticas académicas para la universidad de Guayaquil en el año 2015 realizando prácticas con herramientas de APP inventor, módulos de bluetooth para el manejo de su comunicación. [1]

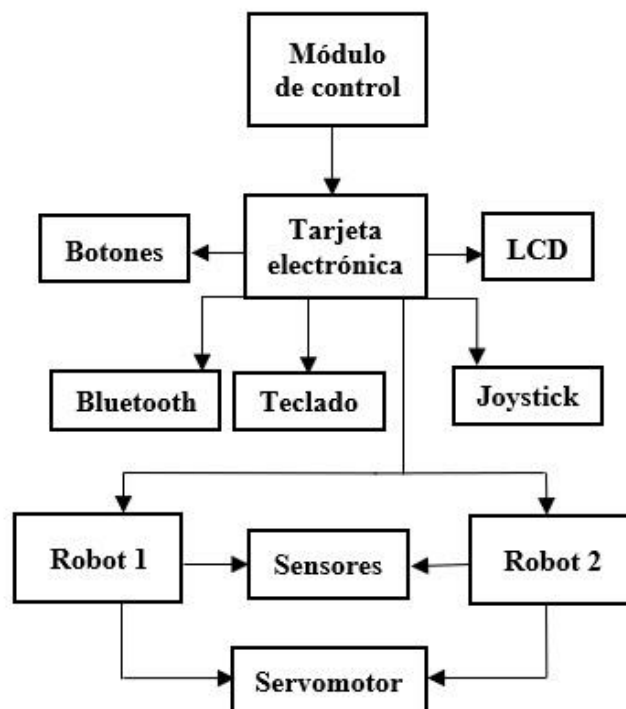


Figura 2. Diagrama de flujo del brazo robótico.

2.1. Brazo Robótico.

Los robots manipuladores son un equipo mecánico de multifunciones que puede programarse y diseñados para mover algún tipo de material, pieza, con el fin de poder culminar alguna tarea.

Los robots por lo general sirven para realizar alguna función que indique inseguridad, peligro o a su vez de manera repetitiva. [2] Al tener muchas utilidades, como por ejemplo ensamblaje, soldadura por arco, funciones de carga y descarga de cualquier tipo de peso. Un gran número de robots están configurados para una función mediante técnica de enseñar y repetir con el propósito que el operador del equipo le indique valores para su utilidad. Todo movimiento del brazo será capaz de controlarse y adaptarse al campo que se requiera. [2]



Figura 3. Brazo robótico [3]

2.2. RV-2AJ.

El modelo RV-2AJ de la compañía Mitsubishi está desarrollado con alta tecnología, Este brazo robótico incorpora 5 servomotores de corriente alterna trifásica con enconders absolutos los cuales garantizan una mejor precisión incorpora una pinza neumática con la cual se logra un alcance de 410mm

Con estas prestaciones el brazo robótico Mitsubishi RV-2AJ se encuentre en el rango de robots industriales con las mejores características del mercado. [4]



Figura 4. RV-2AJ [5]

2.3. KUKA R550.

Los robots pequeños KUKA son ideales para casi todas las aplicaciones que requieren la máxima precisión y rapidez como por ejemplo para el manejo de componentes delicados. Las herramientas especiales se pueden adaptar fácilmente, ya que todas las líneas de suministro de energía y fluido estas integradas en los robots para que no haya restricciones en los rangos de movimiento del eje.

Una fortaleza adicional es su controlador KUKA de fácil uso y servicio comprobado. Esto asegura la compatibilidad del sistema con otros modelos KUKA, proporciona un concepto de control uniforme en todo

Toda la gama permite una puesta en servicio rápido y un mantenimiento sencillo. [6]



Figura 5. KUKA R550. [7]

2.4. Servo Motor.

Es un tipo especial de motor especiales de control de posición. Se da una referencia al conversar sobre un servomotor a un sistema compuesto por componentes electromecánicos y electrónicos.

Internamente del servomotor es un motor DC común y corriente. El eje del motor se acopla a una caja de engranajes similar a una transmisión. Esto se hace para potenciar el torque del motor y permite mantener una posición fija cuando se requiera. De forma similar a un automóvil, a menor mayor velocidad, menor torque. El diagrama electrónico es el encargado de manejar el movimiento y la posición del motor. [8]

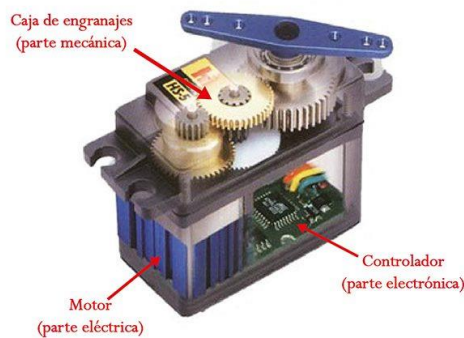


Figura 6. Estructura servomotor. [9]

2.5. Grados de Libertad (GDL)

Grados de libertad por sus siglas en inglés (Degrees of Freedom “DOF”) es una de las variables necesarias para obtener los movimientos en el espacio tridimensional en los 3 ejes perpendiculares (adelante, atrás, izquierda, derecha, arriba y abajo). El número máximo de variables de movimiento en un robot es de 6 ya que si sobrepasa esta cantidad se denomina redundancia

2.6. Arduino MEGA.

El Arduino MEGA 2560 está diseñado para proyectos que requieren más líneas de E / S, más memoria de boceto y más RAM. Con 54 pines de E / S digitales, 16 entradas analógicas y un espacio más grande para su boceto, es la placa recomendada para impresoras 3D y proyectos de robótica.

El Arduino Mega 2560 se programa utilizando el software Arduino (IDE) , nuestro entorno de desarrollo integrado común a todas nuestras placas y que se ejecuta tanto en línea como fuera de línea. [10]



Figura 7. Arduino MEGA 2560 [11]

2.7. LabVIEW.

LabVIEW es un software de ingeniería de sistemas que requiere pruebas, medidas y control con acceso rápido a hardware e información de datos.

LabVIEW ofrece una programación grafica que puede ayudar a visualizar cada aspecto de su aplicación, incluyendo configuración de hardware, datos de medidas y depuración. Esta visualización hace que sea más fácil de integrar hardware de medidas de cualquier proveedor, representar una lógica compleja en el diagrama, desarrollar algoritmos de análisis de datos y diseñar interfaces de usuario personalizadas [12] .



Figura 8. LabVIEW [13]

2.8. Filamento PLA (Polylactic acid).

Es un material fuerte y versátil biodegradable ya que su componente principal es el almidón y es mucho mejor que usar fuentes derivados del petróleo. Su uso principalmente es mediante filamentos formados por una bobina o carrete de un peso comercial, servirá como material principal de impresión por 3D, ya que por su forma amigable con la impresora 3D brinda cualquier objeto que se diseñe y/o forme. [14]



Figura 9. Filamento Rojo PLA [15]

2.9. Módulo de bluetooth HC-05.

El módulo bluetooth HC-05 permitirá comunicar el brazo robótico mediante una aplicación en cualquier dispositivo móvil, dándole los parámetros necesarios para que pueda recibir los datos enviados por un dispositivo móvil, ya que estará conectado por la computadora [1]



Figura 10. Módulo Bluetooth HC-05 [1]

2.10. LCD 20x4.

LCD (Liquid crystal display) tiene 20 caracteres de columnas y 4 filas además tiene una escritura o letra en blanco y azul el fondo. Se alimenta a 5v y es ajustable el brillo con un potenciómetro o salida PWM, además construye letras en inglés y japonés. [16]

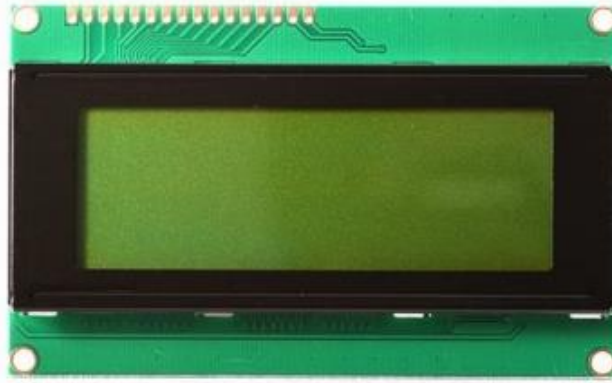


Figura 11. LCD 20x4 [17]

2.11. Servo driver PCA 9685 de 16 canales.

El servodriver es un módulo de comunicación I2C que consta de 16 canales, cada salida led tiene su función de frecuencia y que se controla independientemente a 4096 pasos, es decir 12 bits que funcionan a una frecuencia programable. [18]



Figura 12. PCA 9685 [19]

2.12. Teclado matricial.

Teclado matricial con 12 segmentos rígidos que son ideales para colocación en cajas o paneles. [20]



Figura 13. Teclado matricial 4x4 [21]

2.13. Impresora 3D Ender 3 pro.

Brinda una mayor facilidad de obtener los diferentes diseños con su material principal de impresión PLA (para el prototipo) y una calidad versus precio. Los diseños pueden ser realizados en AutoCAD, SolidWorks o de su mismo software de la impresora. [22]



Figura 14. CreaLITY Ender 3 Pro [23]

2.14. Fuente de poder 6V 15A.

La fuente de poder ayuda alimentar a los servomotores y parte de la tarjeta de control, ya que los servomotores se alimentan con una corriente mínima de 1 Amp para que puedan energizarse, con esto alimentamos al módulo controlador para poder utilizar el conjunto de servomotores. [24]



Figura 15. Fuente de poder 6v 15 Amp

2.15. Botones

Los botones se utilizan para dar inicio, paro, dar direcciones, entre otras funciones para maniobrar los brazos robóticos, están direccionados como entradas analógicas. Los leds se encuentran ubicados en la sección de salidas digitales.

3. MARCO METODOLÓGICO.

La realización del Proyecto técnico está dividido por dos secciones, la estructura de los dos brazos robóticos y un módulo de tarjeta de control la cual controlará los brazos robóticos.

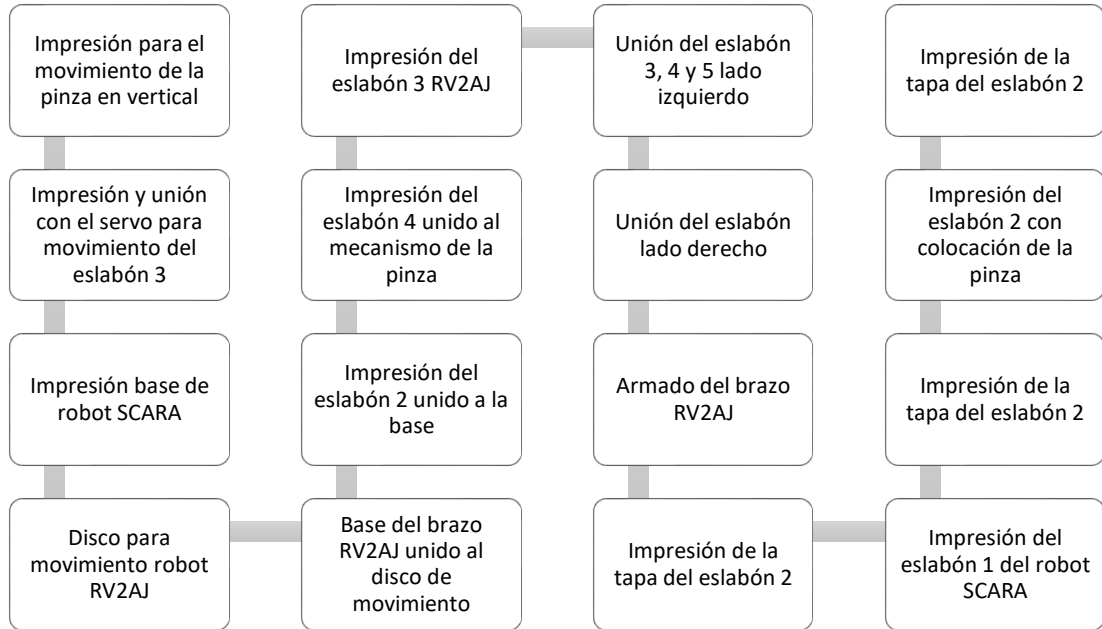


Figura 16. Proceso de armada de brazo robótico

En la construcción de la tarjeta de control, se implementa los diferentes dispositivos principales que son el Arduino MEGA, el módulo de bluetooth, teclado y LCD, que servirá para el control, adquisición de datos y visualización de los robots.

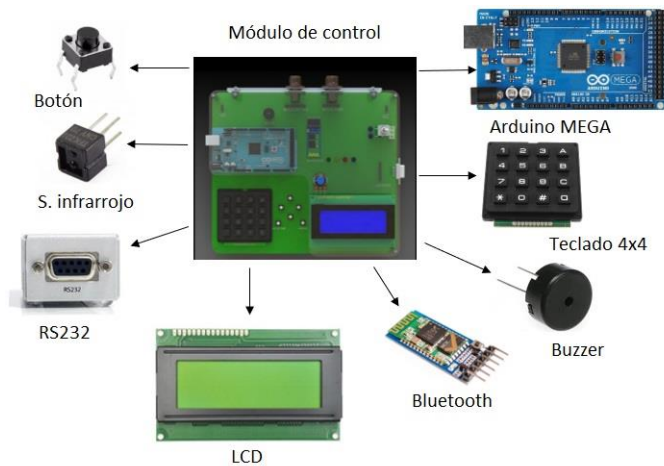


Figura 17. Diagrama estructural del módulo de control.

Para la construcción del brazo robótico RV-2AJ se toma el diseño original del mismo brazo robótico, con la escala 0.5:1 con su impresión en filamento PLA e instalando los servomotores de 20kg para un mayor torque.

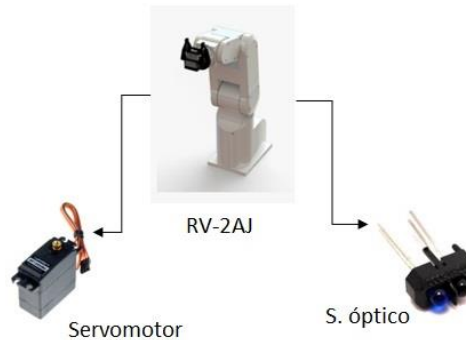


Figura 18. Diagrama estructural RV-2AJ

Para la construcción del brazo robótico KUKA R550 se toma el diseño original del mismo brazo robótico, pero en escala 0.5:1 con su material principal interno de servomotores e impreso con filamento PLA en una impresora 3D.



Figura 19. Diagrama estructural de KUKA R550

Además, se realizan 10 prácticas para el funcionamiento de los brazos robóticos los cuales son:

1. Reconocimiento del área de trabajo.
2. Análisis mediante parámetros en DH del robot R550.
3. Movimiento de un punto A hacia un punto B mediante el brazo robótico SCARA.
4. Simulación del brazo robótico RV-2AJ mediante el software Matlab.
5. Dibujo con el brazo robótico RV-2AJ.
6. Comunicación vía bluetooth mediante la app RAC.
7. Análisis de comportamiento en movimiento del brazo robótico KUKA 550

8. Clasificación de pieza mediante el brazo robótico SCARA.
9. Movimiento de pieza mediante el brazo robótico RV-2AJ.
10. Movimiento de pieza con los dos brazos robóticos.

3.1. Diseño de los dos brazos robóticos.

Para este diseño se realizó un boceto en el software SolidWorks, revisando en los diferentes libros y hoja de datos de los dos brazos robóticos. El diseño fue hecho con color rojo para la estructura general que son los eslabones y negra las piezas de movimiento y base de los robots.

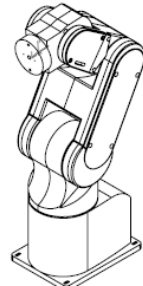
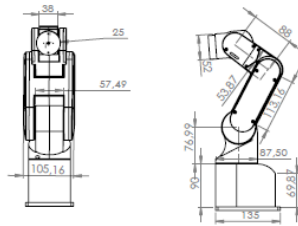


Figura 20. Diseño del robot RV2AJ.

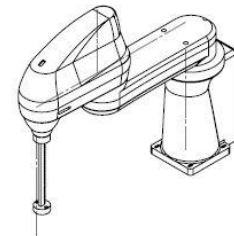
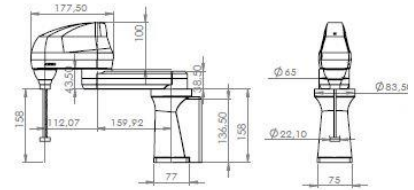


Figura 21. Diseño del robot KUKA R550.

Tabla 1. Lista de elementos utilizados para elaboración de los brazos robóticos.

Nº	Nombre	Cantidad
1	FILAMENTO PLA ROJO	2
2	FILAMENTO PLA NEGRO	4
3	SERVOMOTOR METALICO 15 KG/CM	6
4	SERVOMOTOR METALICO 20 KG/CM	2
5	CABLE EXTENSOR PARA SERVOMOTOR	6
6	TERMINALES DE CONEXIÓN	2
7	TORNILLOS CON TUERCAS	30
8	DISCO METALICO PARA SERVOMOTOR	6

3.1.1. Impresión de los brazos robóticos.

El módulo diseñado se lo procedió a imprimir con filamento PLA ya que es resistente y no demanda un alto grado de temperatura para el calentado con la impresora 3D. Primero se adquirieron PLA negro para las impresiones de piezas pequeñas.



Figura 22. Filamento PLA.

Se realizaron las primeras impresiones con el filamento negro la cual fue utilizado para imprimir las secciones de la pinza, engranes, uniones.



Figura 23. Impresión para el movimiento de la pinza en vertical.



Figura 24. Impresión y unión con el servo para movimiento del eslabón 3.

Para la sección de la base de los brazos robóticos utilizamos un segundo carrete de filamento, se demoraba aproximadamente 22 a 24 horas en imprimir la pieza, al final que estaba listo, se colocaba los respectivos servos con su engrane metálico.



Figura 25. Impresión base de robot SCARA.

Se realiza la impresión con el filamento rojo para realizar el disco de movimiento de 0 a 180 grados el robot RV2AJ.



Figura 26. Disco para movimiento robot RV2AJ.

Se realiza la impresión de la base del brazo RV2AJ con el filamento del color negro, colocamos el servo y sus terminales de conexión.



Figura 27. Base del brazo RV2AJ unido al disco de movimiento.

Se realiza la impresión del movimiento de abajo del brazo RV2AJ con el filamento rojo, añadiéndole el respectivo servo. Se imprimió dos piezas para luego ser unidas mediante tornillos.



Figura 28. Impresión del eslabón 2 unido a la base.

Se realiza la impresión del movimiento 4 del brazo robótico y se une la pinza con la pieza impresa para acabar dicho eslabón.



Figura 29. Impresión del eslabón 4 unido al mecanismo de la pinza.

Se realiza la impresión de la sección media del brazo RV2AJ, para ello se imprimen dos piezas para unir las por medio de tornillos ya que se debe de colocar un servo que del movimiento.



Figura 30. Impresión del eslabón 3 RV2AJ.

Al unir las piezas impresas del eslabón 4 y el servomotor con tornillos completamos el movimiento medio o el eslabón 3 del brazo robótico.



Figura 31. Unión del eslabón 3, 4 y 5 lado izquierdo

Se unen las piezas armadas por secciones para armar el brazo RV2AJ y tome la figura deseada.



Figura 32. Armado del brazo RV2AJ.

Se imprime la tapa que requiere en el centro del brazo para culminar la impresión de ese eslabón. Aproximadamente se demoró en imprimir todas las piezas de este brazo 8 a 9 días contando las piezas negras.



Figura 33. Impresión de la tapa del eslabón 2.

Se realiza la impresión del movimiento principal del robot SCARA y se lo añade a la base impresa anteriormente, se demoró aproximadamente 16 horas de impresión, ya que tomaba medidas milimétricas para una mejor impresión y exactitud.



Figura 34. Impresión del eslabón 1 del robot SCARA.

Se realiza la impresión de la tapa del eslabón 1 y puesto en el final su respectivo servo para el movimiento del eslabón 2.



Figura 35. Impresión de la tapa del eslabón 2

Se realiza la impresión del eslabón 2 y se lo une con el cuerpo del eslabón 1, además se le añade el servomotor para el movimiento angular del eslabón 2. Todas las uniones que se realizaron fueron por tornillos para una mayor fijación.



Figura 36. Impresión del eslabón 2 con colocación de la pinza.

Se realiza la impresión final de la tapa que cubre el eslabón 2 y 3. Todo el brazo quedará sujeto en la base ya que al estar el mayor peso en el eslabón 2 se deberá ajustar en la base.



Figura 37. Impresión de la tapa del eslabón 2.

3.2. Diseño de la tarjeta módulo de control.

Se realizó el diseño esquemático en EAGLE Soft para el control de los brazos añadiéndole los elementos de requeridos por el proyecto y así enviar los archivos GERBER y que se pueda realizar la tarjeta físicamente.

Los brazos robóticos se controlarán mediante el controlador Arduino MEGA 2560 la cual receptorá los datos enviados de los servos para que ellos mediante el software Matlab o LabVIEW ejecuten los comandos y ellos puedan moverse.

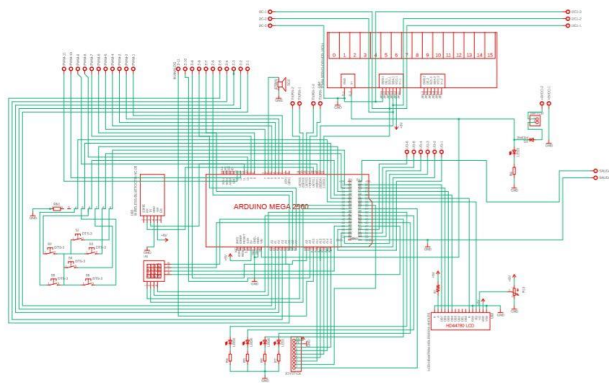


Figura 38. Diagrama esquemático de la tarjeta de control.

3.2.1. Borneras de conexión.

Las borneras serán para conectar los diferentes tipos de entradas y salidas del Arduino directamente y no desde la tarjeta controladora para mayor facilidad.

3.2.2. Joystick.

El joystick brindará el movimiento manual de los brazos robóticos, para que puedan ser manipulados con los ángulos dados manualmente al moverse el joystick en diferentes posiciones, la construcción del joystick será por medio de impresión 3D.

Figura 39. Impresión de joystick

3.2.3. Botones y LEDS

Los botones podrán ser utilizados para el dar inicio, paro, dar direcciones, entre otras funciones para maniobrar los brazos robóticos, están direccionados como entradas analógicas.

Los leds se encuentran ubicados en la sección de salidas digitales.

3.2.4. Diseño de la tarjeta board módulo de control

Se realiza el diseño una vez pasado el diagrama esquemático hacia el board, con doble cara para ahorrar espacio ya que el diseño se encontraba con un gran numero significativo de conexiones y se opta realizarlo con doble cara haciendo que las líneas TOP sean líneas horizontales, la cual irán cara arriba y las líneas BUTTOM se encuentran verticales en la superficie de abajo.

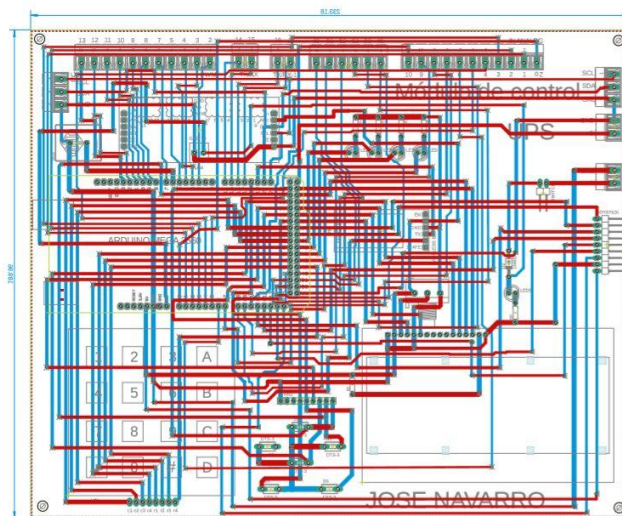


Figura 40. Tarjeta board del módulo de control.

3.2.5. Construcción de la tarjeta del módulo de control.

Se manda a fabricar la tarjeta electrónica con las especificaciones dadas, más los archivos GERBER que se generan para que así el fabricante logre realizar la impresión de la tarjeta. La tarjeta fue impresa en fibra de vidrio y a su vez con los respectivos orificios para la implementación de los componentes electrónicos. Los componentes principales, los cuales son el Arduino MEGA, el bluetooth, el LCD, el teclado matricial y el servodriver son conectados por medio de espadines para su mayor facilidad al momento de cambiar algún componente si este estuviera dañado.

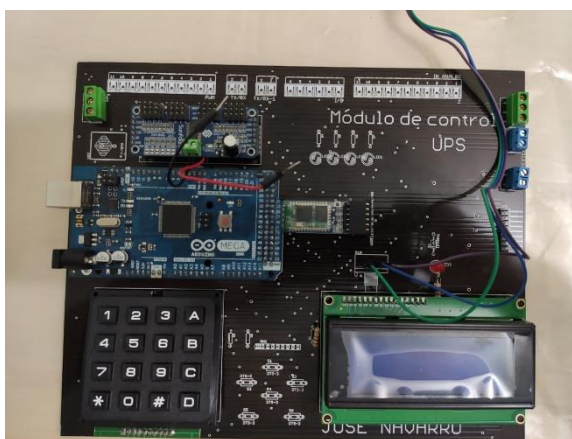


Figura 41. Tarjeta del módulo de control.

Tabla 2. Lista de elementos utilizados para elaboración de tarjeta de control.

Nº	Nombre	Cantidad
1	ARDUINO MEGA 2560	1
2	LCD 20X4	1
3	MODULO DE BLUETOOTH HC-05	1
4	SERVO DRIVER PCA 9685	1
5	TECLADO MATRICIAL 4X4	1
6	DIODO LED	5
7	RESISTENCIA DE 1000 OHMS	2
8	BORNERAS DE CONEXIÓN	9
9	BUZZER	1
10	DIODO RECTIFICADOR	1
11	FUENTE DE PODER 6V 15AMP	1

3.3. Construcción de módulo con brazos robóticos.

Se coloca cada brazo robótico a una medida respectiva en todo el espacio de trabajo para así ellos puedan tomar las piezas y se logre una mejor forma didáctica en realizar los movimientos de los mismos.

Se añade la tarjeta de control de manera que pueda ser de manera más visible e que pueda interactuar con el operador de los brazos robóticos.

Como último punto, se coloca la fuente de poder de 6v a 15 amp junto a la tarjeta de control para su alimentación respectiva.

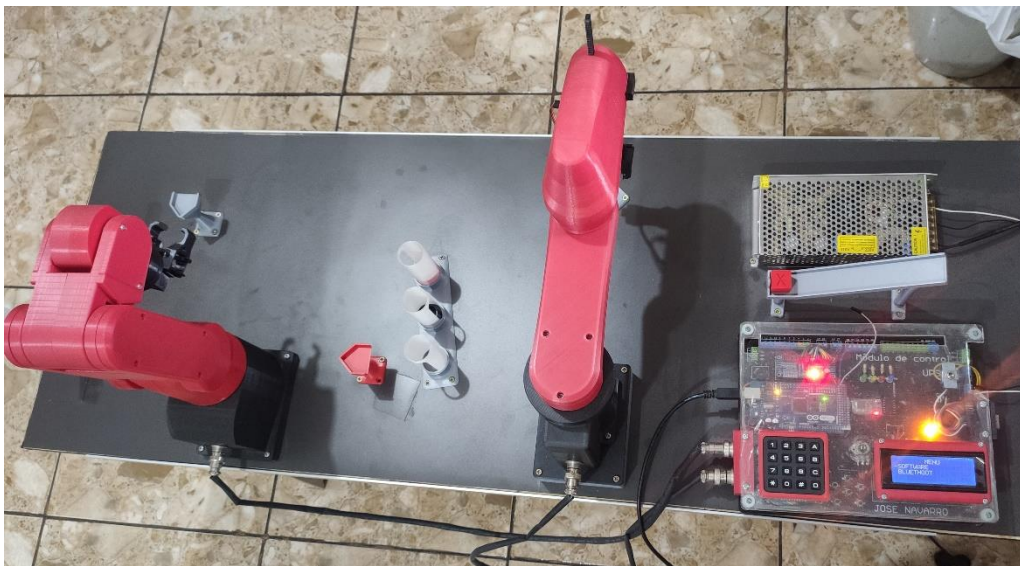


Figura 42. Módulo implementado.

4. RESULTADOS

A base de los diseños que se realizaron en solid work se logró imprimir todas las estructuras para los brazos robóticos, además se logra armar cada eslabón rojo con base negra. La conexión de los servomotores dio como resultado los movimientos angulares de los brazos, ya que se tuvo que calibrar cada servomotor en posición 0 para su movimiento a 180 grados.

Con las medidas para el espacio de trabajo dio como resultado la colocación de las materias de ayuda, la cuales son piezas de ensamblaje, colocación de fuente de poder y tarjeta de control.

Además, el módulo de control diseñado por el software Eagle soft, se realizo el ensamblaje respectivo de los componentes electrónicos e interconectarlos para su respectiva prueba.

Se concluye además con el resultado de dos encuestas realizadas hacia los estudiantes en inicio del semestre y finales del segundo semestre ya que se detalla en el siguiente apartado de análisis de resultados encuesta.

Todo lo indicado y realizado durante el apartado de resultados, se logra elaborar 10 practicas estudiantes para el funcionamiento respectivo de los brazos robóticos, así mismo, da como resultado un análisis detallado de las practicas realizadas.

4.1. Análisis y resultados de encuestas.

Se realizó una primera encuesta el 8 de agosto 2019 la cual fue a mediados de sus actividades semestrales, en donde se realizaron 7 preguntas que conformaban la problemática dirigida de este documento hacia los estudiantes. Se tomaron a 40 estudiantes, la cual se llegó a los resultados de la figura 41 en donde se indica que, un gran número de estudiantes aprueban la implementación de los nuevos prototipos para un mayor aprendizaje para la materia de robótica.

Indique el nivel de comprensión que usted tuvo de la clase impartida				
1	alto	medio	bajo	
	34	6		
Cual es la dificultad que tuvo usted en las practicas de la materia				
2	facil	normal	dificil	muy dificil
	19	21		
Considera usted que con grupos pequeños las practicas de la materia serian mas eficientes				
3	totalmente de acuerdo	de acuerdo	indeciso	desacuerdo totalmente desacuerdo
	37	3		
Dentro del tiempo de estudio con que frecuencia ha realizado practicas fisicas con los modulos de robotica				
4	siempre	normalmente	a veces	nunca
	8	8	15	9
Considera usted que debe existir un mayor numero de practicas fisicas dentro del tiempo de estudio				
5	si	no		
	40			
Considera usted que la materia de robotica posee suficientes recursos para el buen aprendizaje de la materia				
6	totalmente de acuerdo	de acuerdo	indeciso	desacuerdo totalmente desacuerdo
	9	16	6	4 5
Esta de acuerdo en que se implementen mas modulos de robotica				
7	totalmente de acuerdo	de acuerdo	indeciso	desacuerdo totalmente desacuerdo
	35	5		

Figura 43. Encuesta hacia los estudiantes sobre la problemática del tema.

Además, se realizó una segunda y última encuesta en donde se realizaba una prueba hacia los estudiantes que estaban cursando dicho semestre con fecha de 22 de junio del 2020, la cual se les realizo a 48 estudiantes. La encuesta fue realizada virtualmente y luego, se recopilo los datos y se lograron obtener los siguientes gráficos por cada pregunta realizada:

1. El uso y manejo del módulo parece:
38 respuestas

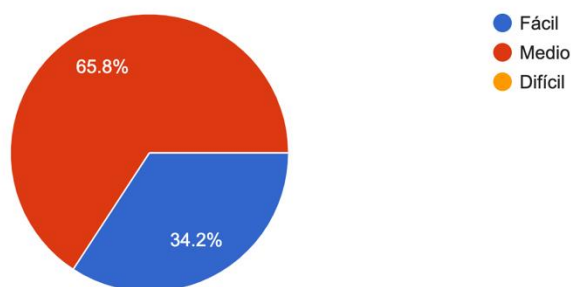


Figura 44. Gráfico 1 encuesta del 22 de junio 2020.

2. ¿Cree usted que con los nuevos módulos implementados beneficiaría su aprendizaje de la materia?

38 respuestas

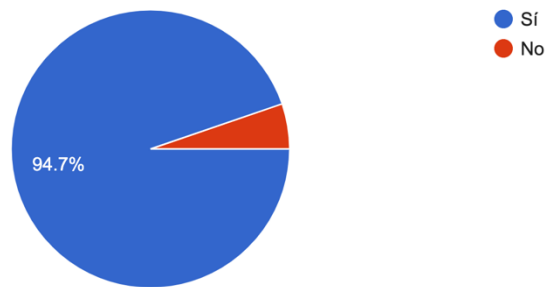


Figura 45. Gráfico 2 encuesta del 22 de junio 2020.

3. Indique el nivel de dificultad en el uso del software para controlar los brazos robóticos:

38 respuestas

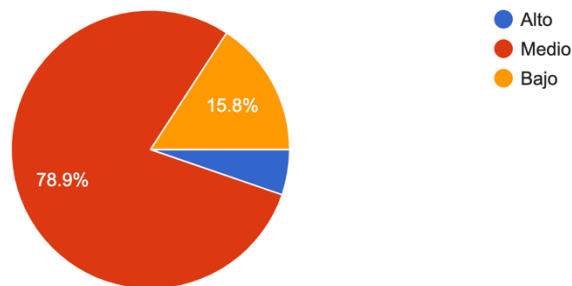


Figura 46. Gráfico 3 encuesta del 22 de junio 2020.

4. ¿Les da una mejor comprensión al elaborar las prácticas de manera física en comparación de las prácticas virtuales?

38 respuestas

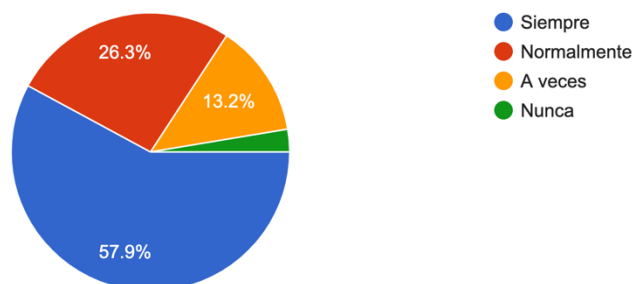


Figura 47. Gráfico 4 encuesta del 22 de junio 2020.

5. ¿Facilitará el aprendizaje práctico de la materia al tener mas de un módulo de práctica?
38 respuestas

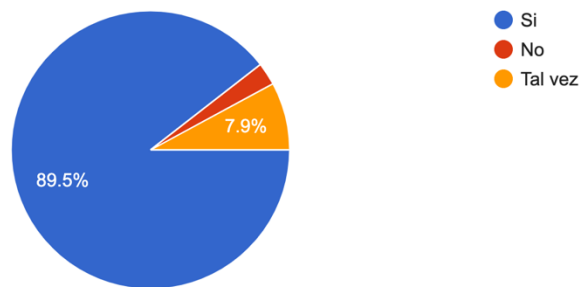


Figura 48. Gráfico 5 encuesta del 22 de junio 2020.

6. Según los módulos mostrados, ¿considera que su manejo es practico y fácil de entender?
38 respuestas

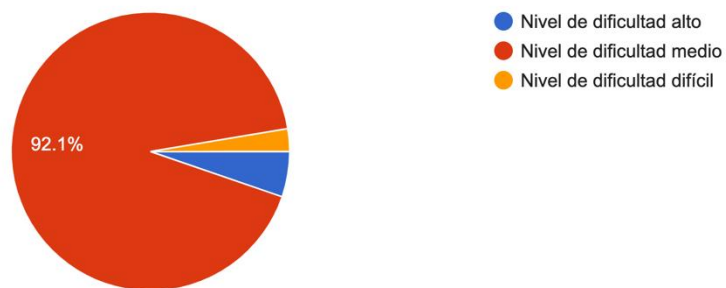


Figura 49. Gráfico 6 encuesta del 22 de junio 2020.

7. Indique el nivel de dificultad de las prácticas presentadas:
38 respuestas

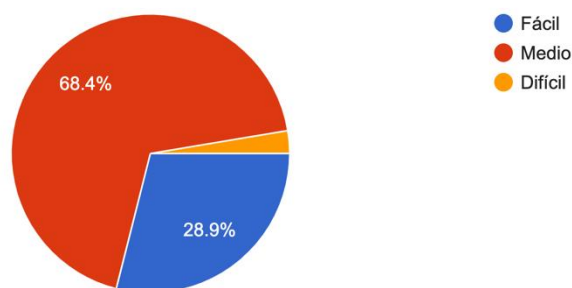


Figura 50. Gráfico 7 encuesta del 22 de junio 2020.

8. ¿Prefiere realizar prácticas físicas con el nuevo módulo para la materia o solo realizar prácticas virtuales?

38 respuestas

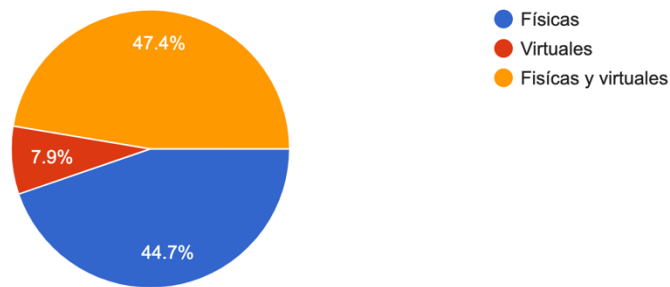


Figura 51. Gráfico 8 encuesta del 22 de junio 2020.

9. ¿Podría realizar proyectos personalizados referentes a la materia de robótica con los nuevos módulos ?

38 respuestas

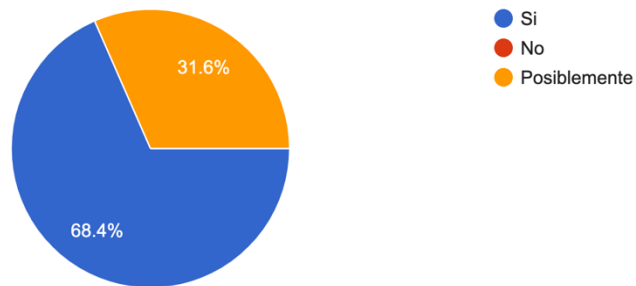


Figura 52. Gráfico 9 encuesta del 22 de junio 2020.

10. En general, ¿Qué les parece la propuesta del proyecto para su uso en la materia de robótica?

38 respuestas

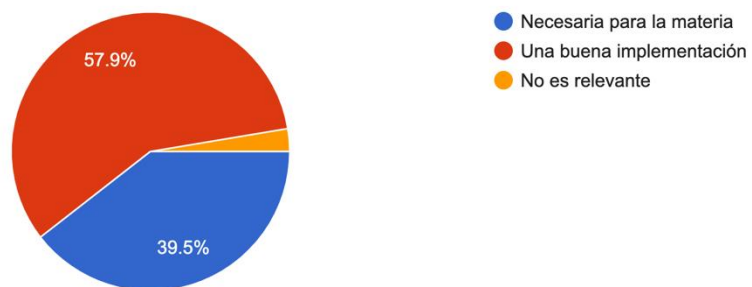


Figura 53. Gráfico 10 encuesta del 22 de junio 2020.

Con ambos datos que se lograron recopilar se analiza que efectivamente el módulo de 2 brazos robóticos que se diseñaron e implementaron serán de gran ayuda para el reconocimiento y aprendizaje del estudiante para el ambiente industrial.

4.2. Análisis y resultados practica #1

Se analizó el comportamiento de reconocer los diferentes mecanismos de funcionamiento del brazo robótico, así como sus diferentes grados de libertad que contiene el brazo RV-2AJ y KUKA R550.



Figura 54. Brazo robótico RV-2AJ



Figura 55. Brazo robótico KUKA R550

Se estableció conexión de alimentación con la tarjeta electrónica y los brazos robóticos, observando los indicadores de encendido.



Figura 56. Tarjeta de control

Se reconoció el software a utilizar para las simulaciones que se generarán para las siguientes prácticas a tratar. La aplicación RACS nos brindará una mayor forma de aprendizaje para los movimientos de las articulaciones.

4.3. Análisis y resultados practica #2

En esta práctica se debe tener instalado en el ordenador Matlab y las librerías a utilizar que se encontrarán aquí en este enlace <https://petercorke.com/toolboxes/robotics-toolbox/>

Una vez que se cargue la Librería, se debe arrastrar al command Windows de Matlab para que pueda instalarse.

La instalación es similar con cualquier programa de Windows, sin embargo, debe codificarse en el math script como se demuestra en el modelo de práctica #2.

```
%%UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA%%
%%
%%PRACTICA #2
%%PARAMETROS DH DEL BRAZO ROBOTICO KUKA R550
%%SE SEFINE EL VALOR DE L EN CADA JOIN

l1=158;
l2=159.92;
l3=112.07;
d1=0;

%Se crean los Link o join
L(1)=Link ([0 l1 l2 0 0 0]);
L(2)=Link ([0 0 l3 pi 0 0]);
L(3)=Link ([0 d1 0 0 1 30]);

Rob = SerialLink(L)
Rob.name= 'KUKA R550';

q1=0;
q2=0;
d3=50;

%%
Rob.plot([q1,q2,d3], 'workspace', [-350 350 -400 400 -100 500]);
```

Figura 57. Codificación math script

Para comprobar el análisis de los parámetros en DH del robot R550, una vez realizado todos los pasos y codificar el math scrip y guardar el programa, se selecciona “evaluate selection” o de manera más sencilla se presiona la tecla F9, culminado toda la programación y evaluación mediante pruebas en computadoras, se obtiene un cuadro de resultados que evidencia la valides de la codificación mediante una simulación.

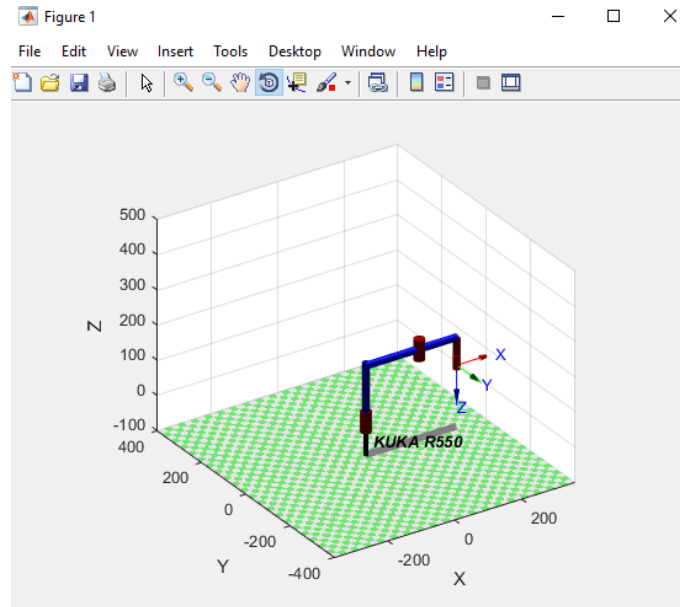


Figura 58. Simulación de movimiento

4.4. Análisis y resultados practica #3

Se observó el movimiento del brazo robótico RV-2AJ con el IDE Arduino, ya que para la programación que se codificó, se debía de incluir varias librerías, una de ellas fue para el módulo PCA 9685, la cual nos sirve principalmente para el control de los servos motores con sus 16 canales respectivos. Es por eso que, se agrega en la codificación de la programación dicha librería.

Se agregaron diferentes variables como contador, pulso y ángulo, ya que para realizar los diferentes casos de movimientos, requerimos de asignar variables e iniciarlas en 0.

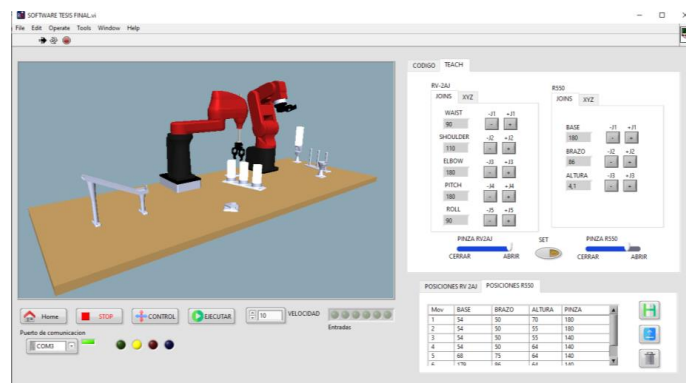


Figura 59. Modificación de control de movimientos

Se ajustaron, longitudes de pulso por segundo para el movimiento continuo de los servos motores y obtener una mayor fluidez de velocidad en comunicación versus movimiento.

```

PRACTICA_MOVER_DE_UN_PUNTO_A_OTRO_sara
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_PWMServoDriver.h>

Adafruit_PWMServoDriver pwm = Adafruit_PWMServoDriver();

int vel =0;
int SERVOMIN [4]= {135,135,125,150};
int SERVOMAX [4]= {425,445,400,340};
uint8_t servocount = 0;
int angulo1=0;
int angulo2=0;
int angulo3=0;
int pulso1;
int pulso2;
int conet1=SERVOMIN[0];
int conet2=SERVOMIN[1];
int conet3=SERVOMAX[2];
int conet4=SERVOMIN[3];
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pwm.begin();
  pwm.setPWM(0,0,40);
  angulo1=0;
  angulo2=0;
  delay(10);
  angulo1 = 40;
  angulo2 = 150;
  pulso1= map (angulo1, 0,180, SERVOMIN[0],SERVOMAX[0]);
  pulso2= map (angulo2, 0,180, SERVOMIN[1],SERVOMAX[1]);
}

void loop() {
  //INICIA MOVIMIENTO
  while(conet2<=pulso2){
    if (conet1<=pulso1){
      pwm.write(0, 0, conet1);
    }
    if (conet2<=pulso2){
      pwm.write(1, 0, conet2);
    }
  }
  conet1++;
  conet2++;
  delay(vel);
  //INICIA BATA PINZA
  while (conet3<=SERVOMIN[2]){
    pwm.write(2, 0, conet3);
    conet3--;
    delay(5);
  }
  //ABRE PINZA
  while (conet4<=SERVOMIN[3]){
    pwm.write(3, 0, conet4);
    conet4++;
    delay(5);
  }
  //CIERRA PINZA
  while (conet4<=SERVOMIN[3]){
    pwm.write(3, 0, conet4);
    conet4--;
    delay(5);
  }
  while (conet3<=SERVOMAX[2]){
    pwm.write(2, 0, conet3);
    conet3++;
    delay(5);
  }
  //Finaliza ABERTURA pinza
}

```

El Sketch usa 5668 bytes (17%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las variables Globales usan 415 bytes (20%) de la memoria dinámica, dejando 1433 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

Figura 60. Captura de variables para el movimiento de punto a otro con el RV-2AJ.

La codificación principal se basa con el comando while o mientras en su significado al español, que adapta cada movimiento que va a realizar el brazo robótico, manejándose con conteos de movimientos. Se usa en cada conteo una variable descrita en la librería de Adafruit PCA 9685, [25] la cual es SERVOMIN y SERVOMAX la cual nos sirve para identificar el valor mínimo y máximo en donde el servo podrá moverse.

```

PRACTICA_MOVER_DE_UN_PUNTO_A_OTRO_sara
void loop() {
  //INICIA MOVIMIENTO
  while (conet2<=pulso2){
    if (conet1<=pulso1){
      pwm.write(0, 0, conet1);
    }
    if (conet2<=pulso2){
      pwm.write(1, 0, conet2);
    }
  }
  conet1++;
  conet2++;
  delay(vel);
  //INICIA BATA PINZA
  while (conet3<=SERVOMIN[2]){
    pwm.write(2, 0, conet3);
    conet3--;
    delay(5);
  }
  //ABRE PINZA
  while (conet4<=SERVOMIN[3]){
    pwm.write(3, 0, conet4);
    conet4++;
    delay(5);
  }
  //CIERRA PINZA
  while (conet4<=SERVOMIN[3]){
    pwm.write(3, 0, conet4);
    conet4--;
    delay(5);
  }
  while (conet3<=SERVOMAX[2]){
    pwm.write(2, 0, conet3);
    conet3++;
    delay(5);
  }
  //Finaliza ABERTURA pinza
}

```

El Sketch usa 5668 bytes (17%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las variables Globales usan 415 bytes (20%) de la memoria dinámica, dejando 1433 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.

Figura 61. Tarjeta del módulo de control.

4.5. Análisis y resultados practica #4

Como se había dicho en el análisis y resultados de la práctica #2, se requiere tener Matlab instalado ya que con la codificación ya definida de la misma practica #2 vamos a obtener la simulación del brazo robótico RV-2AJ la cual nos ayudará con un análisis detallado con los grados de libertad que contiene.

4.6. Análisis y resultados practica #5

A través del software RACS se puede diseñar un modelo en 3D del brazo robótico, a través de este sistema se puede programar los movimientos que ejecutara el brazo robótico, y poder evaluar si la codificación que se realizó en la práctica #2 se realizó con éxito, de forma sencilla el brazo debe moverse de manera similar al de tractor, es decir girar entre 180° de su eje, y poder contraer y estirar su mecanismo, sin embargo debido a la labor que debe cumplir el brazo robótico, la programación de movimiento será limitada ya que solo rotará desde un punto a) a un punto b), como se puede mostrar en las figuras.

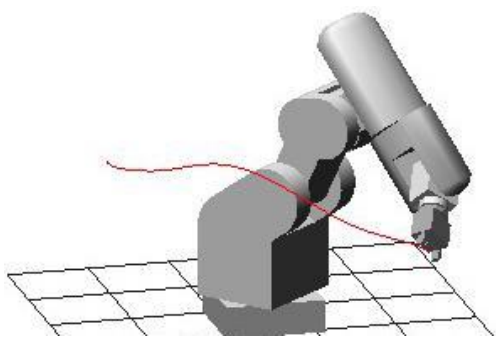


Figura 62. Movimiento Interpolado.

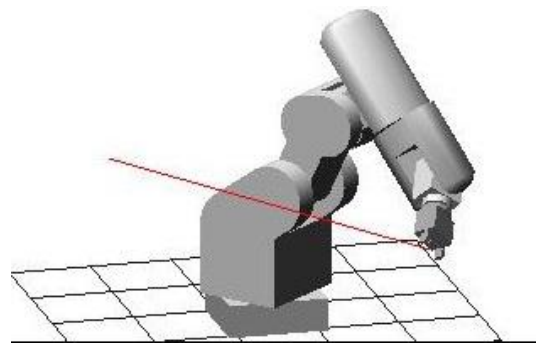


Figura 63. Movimiento lineal.

4.7. Análisis y resultados practica #6

Para realizar esta práctica es necesario contar con un dispositivo móvil que tenga descargada la aplicación RAC, para poder emparejarlo con el brazo robótico; en el módulo de control, específicamente en el LCD se debe seleccionar la opción bluetooth, para esta acción el módulo se llama “MÓDULO 3”.



Figura 64. Pantalla de conexión a bluetooth.

Para poder emparejar el dispositivo en la aplicación RAC del teléfono móvil, la misma aplicación buscará los dispositivos, una vez se haya seleccionado el MÓDULO 3 en el tablero de control parpadeará una luz que indica que la conexión vía bluetooth se ha realizado con éxito.

En la ventana de la aplicación saldrá las opciones para poder controlar el brazo robótico, donde se podrán modificar el tiempo de los movimientos que ejecutará.

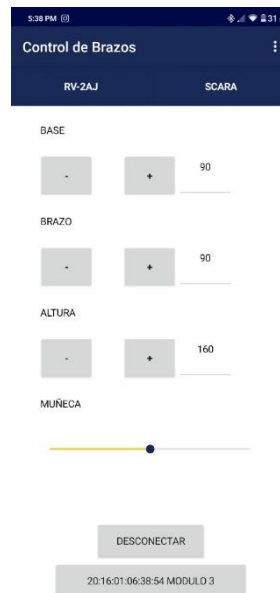


Figura 65. Opciones de control de brazos robóticos en la app.

4.8. Análisis y resultados practica #7

En la practica 7 se analiza la programación y codificación del brazo robótico KUKA 550, se comprueba si la programación realizada en el math script ha sido correcta y cumpliría con los movimientos programados, caso contrario se debe realizar una reprogramación y proceder a la evaluación, los estudiantes solo evalúa el programa a través de los software, donde se mostraras gráficos que permitirán analizar la

factibilidad de la programación, por último los estudiantes deben guardar los cambios realizados en el sistema.

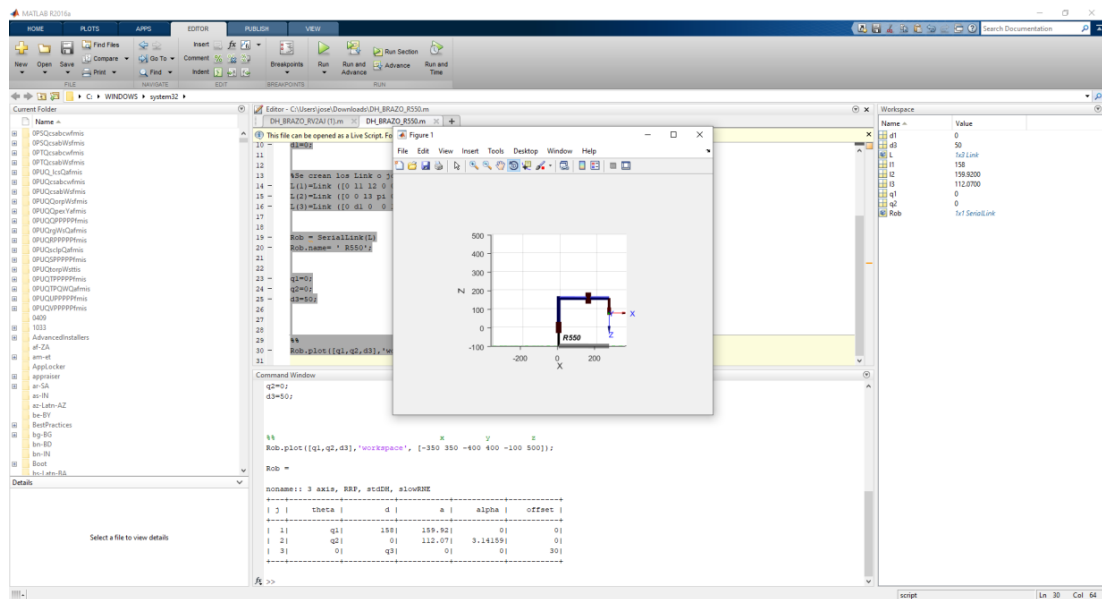


Figura 66. Gráfico de resultado de practica #7.

4.9. Análisis y resultados practica #8

Una vez evaluada la codificación del brazo robótico y tener resultados favorables se procede a ejecutar los movimientos del brazo robotice KUKA r550, la herramienta se enlaza a los sistemas y programas, los estudiantes deben ejecutar la programación verificar los movimientos y el tiempo en que se toma hacerlos, deben guardar relación con lo programado, de lo contrario verificar la programación o si existe alguna interferencia en el circuito interno del brazo robótico, como alguna variación de voltaje o alguna pieza mal instalada, ya que los puertos USB tienden a estas fallas.



Figura 67. Gráfico resultado de la practica #8

4.10. Análisis y resultados practica #9

Al igual que en la practica 7 se evalúa la programación, pero esta ocasión al brazo robótico RV-2AJ, los estudiantes deben revisar la programación conectar la herramienta con los sistemas correspondientes y verificar su funcionabilidad, se debe tomar en cuenta el tiempo de ejecución de los movimientos, si existe alguna anomalía es necesario revisar la programación y los circuitos electrónicos del brazo robótico.



5. **Figura 68.** Gráfico resultado de la practica #9

5.1. Análisis y resultados practica #10

Una vez revisado la ejecución de movimientos se puede en práctica la ejecución de los brazos robóticos RV-2AJ y SCARA, para este caso el agarre de las piezas correspondientes, aquí se debe observar si los brazos sujetan la pieza con la presión adecuadas, evitando que se deforme o que se deslice, caso contrario se debe ajustar la presión de las manivelas. Los estudiantes al culminar todas estas prácticas tendrán el conocimiento académico y en cierta medida profesionales, donde al observar una falla sabrán en que proceso resolverla.

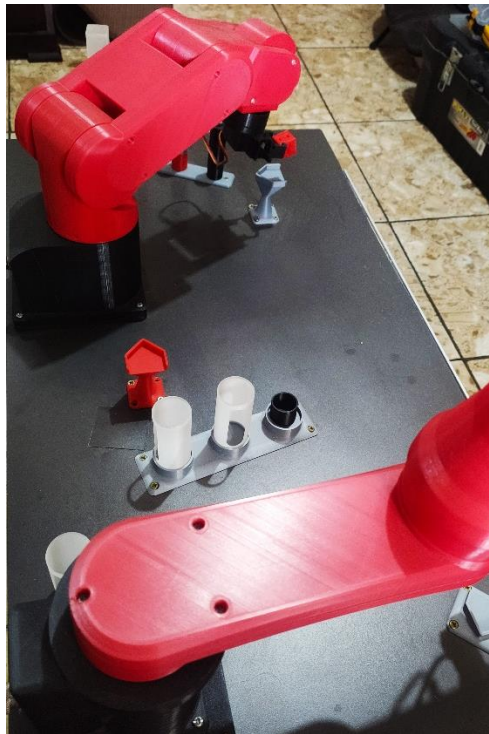


Figura 69. Gráfico resultado de la practica #10

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se ha podido cumplir con el objetivo principal del proyecto de titulación, la cual fue de realizar el diseño e implementación de un módulo didáctico con dos brazos robóticos a escala del RV-2AJ y un SCARA para realizar prácticas universitarias, en donde la programación fue diseñada en base a LabVIEW y estructurada desde cero.
- Matlab nos ayuda analizar el comportamiento de ambos brazos robóticos definiéndole sus respectivos parámetros en DH, la cual su librería de Robotics Tool nos permite realizar la cinemática directa simulada en el mismo software.
- Al utilizar el microcontrolador de Arduino nos permite de manera fácil y gratuitamente realizar la debida construcción de la adquisición de datos de los brazos robóticos para la ejecución de los brazos robóticos.
- El controlador PCA 9685 de Adafruit es compatible con Arduino gracias a su librería entonces nos ayuda a controlar un número máximo de 16 servomotores de 1 amperio, ya que con su facilidad de manejo y aplicaciones múltiples se pueden mejorar la versatilidad de los brazos robóticos.
- La fuente de poder que se encarga de alimentar los brazos robóticos y además a la tarjeta de control, es manejada con una tensión de 6v a 15 amperios para administrar una corriente a cada servomotor en 1 amperio cada uno para su correcto funcionamiento y además 2 amperios que maneja la tarjeta de control con sus dispositivos conectados.
- Al utilizar el módulo de bluetooth HC-05 se pudo conectar mediante una aplicación en APP inventor la cual se la diseñó desde cero para el control

manual de cada eslabón de los brazos para su demostración del mismo de una manera mucho más fácil.

- Durante el desarrollo de este proyecto se pudo obtener de manera exitosa la implementación del módulo didáctico manejándolo mediante el software creado llamado RAS y en una aplicación para dispositivos móviles llamado RAC para el propósito de cada practica a desarrollar.

Recomendaciones:

- Concientizar en no manipular internamente la tarjeta de control, retirando ningún cable jumper que se encuentra en la tarjeta PCA 9685, ya que, si se retiran, perderán comunicación con el módulo y los servomotores.
- Descargar e instalar los programas y aplicaciones subidos en el repositorio para su respectivo uso, los dos programas esenciales fueron revisados de manera que puedan ser compatibles con cualquier dispositivo móvil (en el caso de la app RAC) y ordenador (software RAS) ya que contienen todo lo necesario para que puedan manejar los brazos en su correcta forma.
- Tener en cuenta que se debe tener un requisito mínimo de conocimiento sobre manipuladores industriales, su comportamiento ya que a lo largo del estudio del módulo estarán capacitados para la manipulación del mismo.
- Tomar en consideración cuando se vaya a realizar la codificación el apartado de código en el software RAS, revisar correctamente la codificación, al no tener ningún comando incompleto o mal colocado o saltarse una secuencia de posición que se realizó.
- Mantener siempre los brazos robóticos en posición home cuando se vaya a energizar los brazos ya que pueden hacer un cambio brusco porque toma su posición inicial.

- Se recomienda no alimentar la tarjeta de control y los brazos robóticos, con ninguna fuente de poder que no sea de 6v a 15 amp, ya que si aumenta su tensión puede afectar a los servomotores y demás componentes electrónicos.


7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- [1] F. B. Lleti, Comunicacion bluetooth entre Arduino UNO y Android aplicado en un detector de mentiras, Gandia, 2015, pp. 26-27.
- [2] D. d. s. y. s. ocupacional, «Robots industriales y seguridad del sistema de robots,» de *Manual técnico de OSHA*, Estados Unidos, p. Capítulo 4.
- [3] Esneca, «Esneca business school,» 5 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.esneca.com/blog/brazo-robotico-industrias/>. [Último acceso: 21 Diciembre 2019].
- [4] P. A. Cajamarca Jorge, «Implantación de un controlador para la cinemática inversa del brazo robot mitsubishi RV-2AJ a través de una tarjeta arma y matlab,» Quito, 2016, p. 7.
- [5] M. Mario, «Blog de Merinox,» 13 04 2015. [En línea]. Available: <https://mariuszmerinox.wordpress.com/2015/04/13/brazo-robotico-mitsubishi-melfa-rv-2aj/>. [Último acceso: 21 12 2019].
- [6] KUKA, «KR 5 scara,» Gersthofen, p. 2.
- [7] «AZO ROBOTICS,» Manipulantes del scara R550 del KR 5 de KUKA Roboter GmbH, [En línea]. Available: <https://www.azorobotics.com/equipment-details.aspx?EquipID=258&lang=es>. [Último acceso: 21 12 2019].
- [8] G. Antony, «PANAMAHITEK,» 2 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>. [Último acceso: 21 12 2019].
- [9] G. Antony, «PANAMAHITEK,» 2 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>. [Último acceso: 21 Diciembre 2019].

- [10] Arduino, «Arduino Mega 2560,» Arduino, [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560>. [Último acceso: 21 Diciembre 2019].
- [11] Arduino, «National Instruments Certification Testing,» Pearson Education, [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560>. [Último acceso: 21 Diciembre 2019].
- [12] NATIONAL INSTRUMENTS, «Qué es LabVIEW,» [En línea]. Available: <https://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>. [Último acceso: 21 Diciembre 2019].
- [13] NATIONAL INSTRUMENTS, «National Instruments Alliance Partner,» Rovisys, [En línea]. Available: <https://www.rovisys.com/about/platforms/national-instruments/>. [Último acceso: 21 Diciembre 2019].
- [14] «Filamento PLA,» 24 mayo 2007. [En línea]. Available: <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/alberto/pla.htm>. [Último acceso: 27 Diciembre 2019].
- [15] «3D Market,» [En línea]. Available: <https://www.3dmarket.mx/p/filamento-rojo-pla-3mm/>. [Último acceso: 27 Diciembre 2019].
- [16] Adafruit, «LCD 20X4,» [En línea]. Available: <https://www.adafruit.com/product/198>. [Último acceso: 4 ENERO 2020].
- [17] Adafruit. [En línea]. Available: <https://www.adafruit.com/product/198>. [Último acceso: 4 enero 2020].
- [18] SunFounder, «Wiki SunFounder,» NXP, [En línea]. Available: http://wiki.sunfounder.cc/images/e/ea/PCA9685_datasheet.pdf. [Último acceso: 4 enero 2020].
- [19] S. Founder, «Wiki Sun Founder,» [En línea]. Available: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=PCA9685_16_Channel_12_Bit_PWM_Servo_Driver. [Último acceso: 4 enero 2020].

- [20] Hetpro, «Teclado matricial,» [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/teclado-matricial-alfanumerico-rigido-4x4/>. [Último acceso: 4 enero 2020].
- [21] Hetpro, «teclado matricial,» [En línea]. Available: <https://hetpro-store.com/teclado-matricial-alfanumerico-rigido-4x4/>. [Último acceso: 4 enero 2020].
- [22] Creality, «Ender 3 Pro,» [En línea]. Available: <https://creality.com/creality-ender-3-pro-3d-printer-p00251p1.html>. [Último acceso: 4 enero 2020].
- [23] Creality, «Ender 3 Pro,» [En línea]. Available: <https://creality.com/creality-ender-3-pro-3d-printer-p00251p1.html>. [Último acceso: 4 enero 2020].
- [24] Krasnodar, «Aliexpress,» [En línea]. Available: https://es.aliexpress.com/item/4000119077711.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.69238b6aU2MeSC&algo_pvid=e54c0b4f-b7a2-486b-a16d-2be7895fd389&algo_expid=e54c0b4f-b7a2-486b-a16d-2be7895fd389-12&btsid=31600e1c-38b8-48ff-ba48-f3b1ba9467d1&ws_ab_test=searchweb0_0. [Último acceso: 4 enero 2020].
- [25] Solidworks, «Solidworks,» 08 Mayo 2018. [En línea]. Available: http://www.solidworks.es/sw/183_ESN_HTML.htm. [Último acceso: 08 Mayo 2018].
- [26] N. Instruments, «NI DAQ,» National Instruments Corporation, 2016. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>. [Último acceso: 29 Noviembre 2016].
- [27] N. I. Corporation, «National Instruments,» National Instruments Corporation, 2016. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/labview/why/esa/>. [Último acceso: 29 Noviembre 2016].
- [28] Arduino , «Arduino,» 18 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. [Último acceso: 18 Mayo 2018].

8. ANEXOS

		REVISION 1/1	Página 1 de 13
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PRÁCTICA # 1

NÚMERO DE ESTUDIANTES


JOSÉ NAVARRO O.

TIEMPO ESTIMADO 1 HORA

TEMA:

**“RECONOCIMIENTO DEL AREA DE
TRABAJO”**

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 2 de 13
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

- Reconocer el espacio de trabajo de los brazos robóticos

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Analizar las medidas de trabajo de los brazos robóticos.
- Manipular y observar el funcionamiento de la tarjeta del módulo de control


c. MARCO TEÓRICO

- **RV-2AJ**

Mitsubishi RV-2AJ es un brazo robot de 5 ejes. Cada eje cuenta con un servomotor y un encoder diferencial. El extremo del brazo está preparado para la inserción de diversas herramientas. En el caso del FMS-207, el brazo cuenta con un destornillador eléctrico y una garra neumática. El propio brazo cuenta con cableado y mangueras internas para acercar alimentación eléctrica y aire comprimido a las herramientas.



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 3 de 13
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- **Kuka R550**


Velocidad máxima en espacio mínimo: los robots pequeños KUKA son ideales para casi todas las aplicaciones que requieren el máximo de precisión y rapidez, como para el manejo de componentes delicados. Las herramientas especiales se pueden adaptar fácilmente, ya que todas las líneas de suministro de energía y fluido están integradas en los robots para que no haya restricciones en los rangos de movimiento del eje.



- **Arduino MEGA 2560**

El Arduino Mega 2560 es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 15 pueden ser usadas como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs, un cristal de 16Mhz, conexión USB, jack para alimentación DC, conector ICSP, y un botón de reseteo.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 4 de 13
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




- **Tarjeta de control**

Una tarjeta de control es aquella que controla diversas funciones y además puede controlar otras tarjetas tipo microprocesadores para así tener un mayor control a la hora de manejar sus entradas y salidas. En este caso, nos encontramos con una tarjeta fabricada para obtener el funcionamiento de un Arduino Mega, un LCD 20x4, un módulo bluetooth HC-05, un teclado 4x4, un módulo controlador de servomotor 9685, Leds, botones y puerto RS232.



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 5 de 13
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

d. MARCO PROCEDIMENTAL

Se enciende el módulo de control para observar lo que indica el LCD mediante la conexión USB. Se podrá ajustar el contraste del LCD, girando la perilla del potenciómetro.




Se visualiza que los brazos estén conectados correctamente con la tarjeta de control en cada uno de sus sockets.



Se enciende y se energiza los brazos robóticos, utilizando el interruptor principal. Se visualizará que estarán energizados, ya que, al moverlos manualmente con una ligera fuerza, estarán fijos.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 6 de 13
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Para seleccionar las diferentes funciones que contiene el menú. Presionar el botón 5 para subir, 0 para bajar, el signo # para ingresar a la función a realizar y el signo * para retroceder.



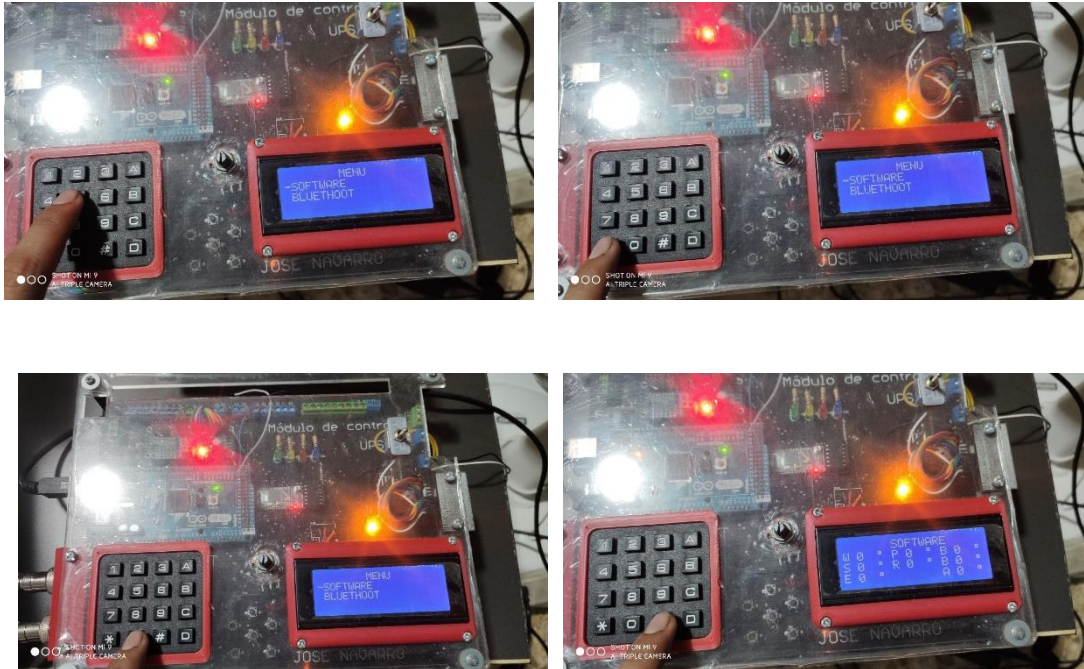
e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

- Computadores.
- Toma corriente de 120v.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 7 de 13
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

f. REGISTRO DE RESULTADOS




g. ANEXOS

h. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Google sites, “Robot Mitsubishi rv-2aj”. Último acceso, 04/07/2020.
- KUKA Robotics, “KR 5 scara PDF”, Alemania.

i. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 1 de 11
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 2

NÚMERO DE ESTUDIANTES


JOSE MANUEL NAVARRO

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

“Análisis mediante parámetros en DH del robot R550”

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 2 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

Realizar el análisis de obtención de parámetros DH con el software Matlab para el brazo R550

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:


- Analizar la orientación de los diferentes eslabones del brazo robótico en Matlab.
- Obtener los parámetros en DH del brazo robótico de 3 grados de libertad en Matlab

c. MARCO TEÓRICO

- **Software Matlab**

La plataforma de MATLAB está optimizada para resolver problemas científicos y de ingeniería. El lenguaje de MATLAB, basado en matrices, es la forma más natural del mundo para expresar las matemáticas computacionales. Las gráficas integradas facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellos. Una vasta biblioteca de herramientas (*Toolboxes*) integradas le permite empezar a trabajar inmediatamente con algoritmos esenciales para su dominio. El entorno de escritorio invita a experimentar, explorar y descubrir. Todas estas herramientas y funciones de MATLAB están probadas rigurosamente y diseñadas para trabajar juntas.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 3 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- **Parámetros DH**


En el estudio de la Robótica, se encuentra un algoritmo, denominado algoritmo de Denavit–Hartenberg, que nos permite definir los sistemas de referencia para cada uno de los eslabones con los que cuenta el robot.

Algoritmo

Paso 0.

Determinar el número de eslabones y el número de articulaciones. En nuestro caso se tiene que el número de eslabones es $n+1$, con $n=7$ y el número de articulaciones es n ; por lo tanto hay 8 eslabones en este ejemplo. Para los eslabones, la numeración comienza en 0, el eslabón 0 es la base y el eslabón $n=7$ es el efector final. Las articulaciones comienzan a numerarse en 1.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 4 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

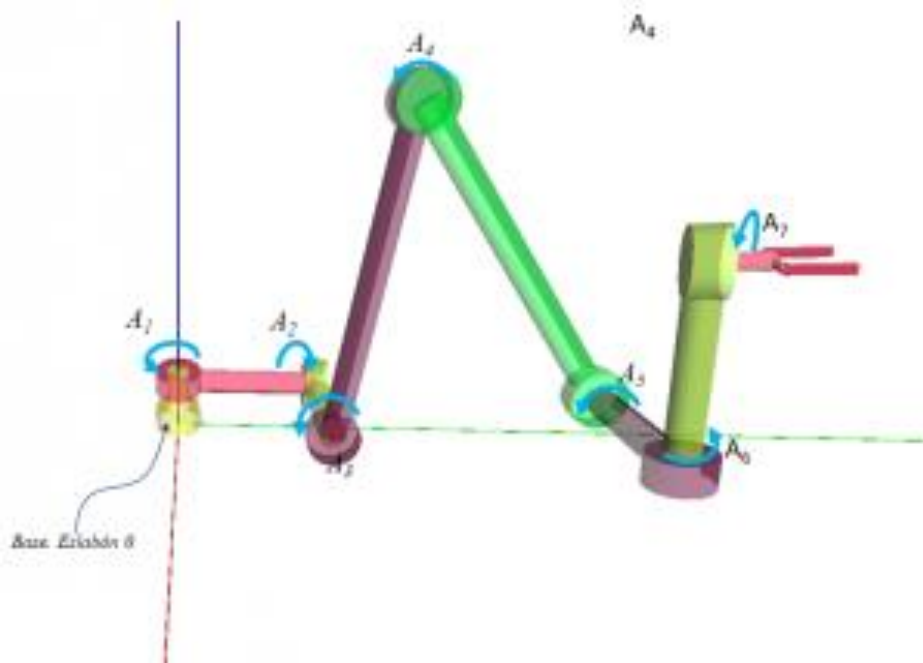



Figura 0. Identificación de las articulaciones del robot. Siempre hay un eslabón más que el número de articulaciones.

Caso especial. Base (eslabón 0)

Determinar la dirección del eje \mathbf{z}_0 .

El eje \mathbf{z}_0 se escoge de tal forma que este alineado (es decir además de paralelo debe estar en la misma línea) con el eje de la articulación \mathbf{A}_1 (figura 3), el origen del sistema de referencia \mathbf{B}_0 (base) se sitúa en cualquier punto del eje \mathbf{z}_0 .

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 5 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Los ejes \mathbf{x}_0 , \mathbf{y}_0 , \mathbf{z}_0 del sistema de referencia \mathbf{B}_0 situado en el eslabón $\mathbf{0}$ (base) son fijos (no rotan), se escogen de tal manera que sea un sistema que **obedece a la regla de la mano derecha** (figura 2).

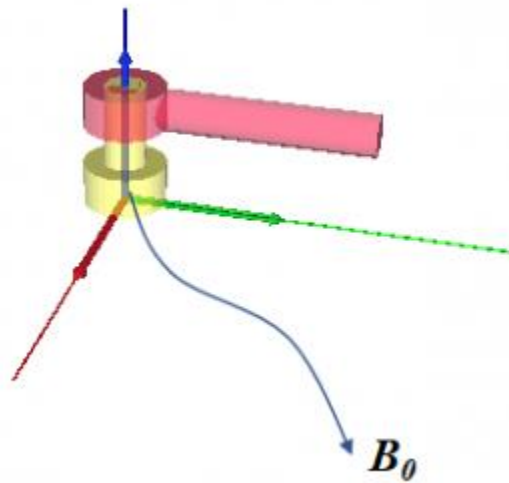



Figura 2. Eje z de eslabón 0 (base) que coincide con la dirección de la siguiente articulación

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 6 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

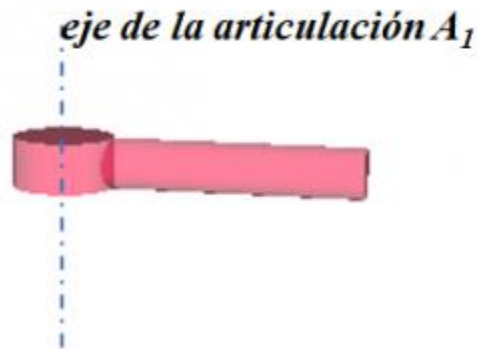


Figura 3. Articulación A1


Caso especial. Efactor final (eslabón n)

Para el último eslabón la elección del sistema de referencia \mathbf{B}_n el eje \mathbf{x}_n debe ser perpendicular al eje \mathbf{z}_{n-1} ; si la articulación es revoluta el eje \mathbf{z}_n está alineado (coincide) con el eje \mathbf{z}_{n-1} (ver figura 8).

Paso 1.

Para cada eslabón $i=1,2,3\dots n-1$ (en este ejemplo $n-1=6$, el $i=0$ es la base y para el efector final $i=7$, véase paso 0) hay tres pasos a realizar para elegir la dirección \mathbf{z}_i y la dirección \mathbf{x}_i , con ello el eje \mathbf{y}_i se elige simplemente de tal forma que el sistema de referencia \mathbf{B}_i sea un sistema que obedece a la regla de la mano derecha (dextrógiro).

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 7 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Determinar la dirección de los ejes \mathbf{z}_i con $i=1,2,3\dots n-1$.

El eje \mathbf{z}_i se escoge de tal forma que esté alineado (**en la misma línea**) con el eje de la articulación \mathbf{A}_{i+1} .

Cada eje \mathbf{z}_i está montado sobre el eslabón i .

Para el eslabón 1, según el robot SSRMS de ejemplo en estudio, a continuación se muestra la configuración del eslabón 1 con el eslabón 2, aún sin representar el eje \mathbf{z}_1 .

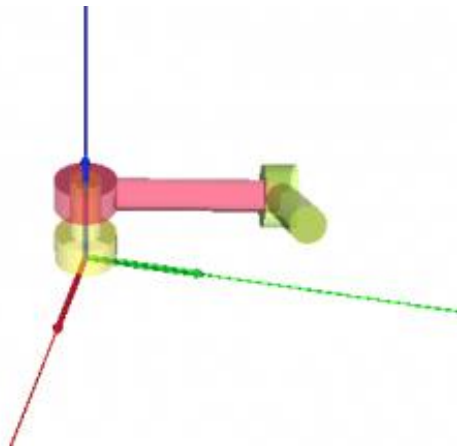



Figura 4. Aún no se ha especificado la dirección del eje z_1 montando en el eslabón 1.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

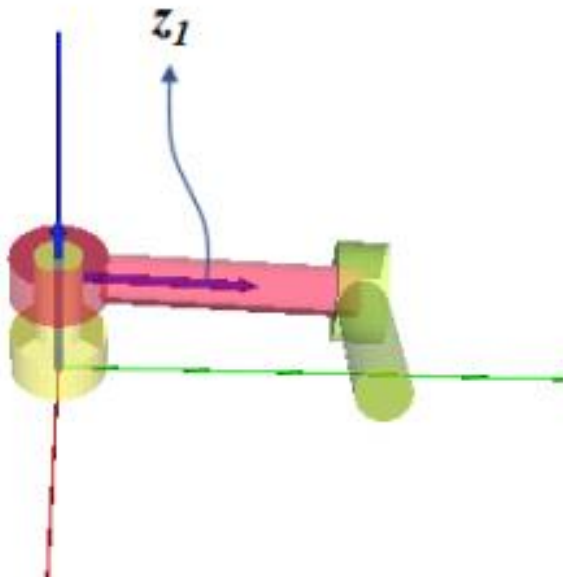
		REVISION 1/1	Página 8 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

eje de la articulación A_2



Figura 5. Eslabón 2

De acuerdo con la figura 5, el eje z del eslabón 1 queda como se muestra en la figura 6, es decir, de tal manera que al ensamblar el robot el eje \mathbf{z}_1 esté alineado con el eje de la articulación \mathbf{A}_2



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 9 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Figura 6. Ilustración de la elección correcta del eje z del eslabón 1.

Continuando de esta manera el conjunto de ejes \mathbf{z}_i con $i=0,1,2,3\dots n-1$, se ilustra en la figura 7.

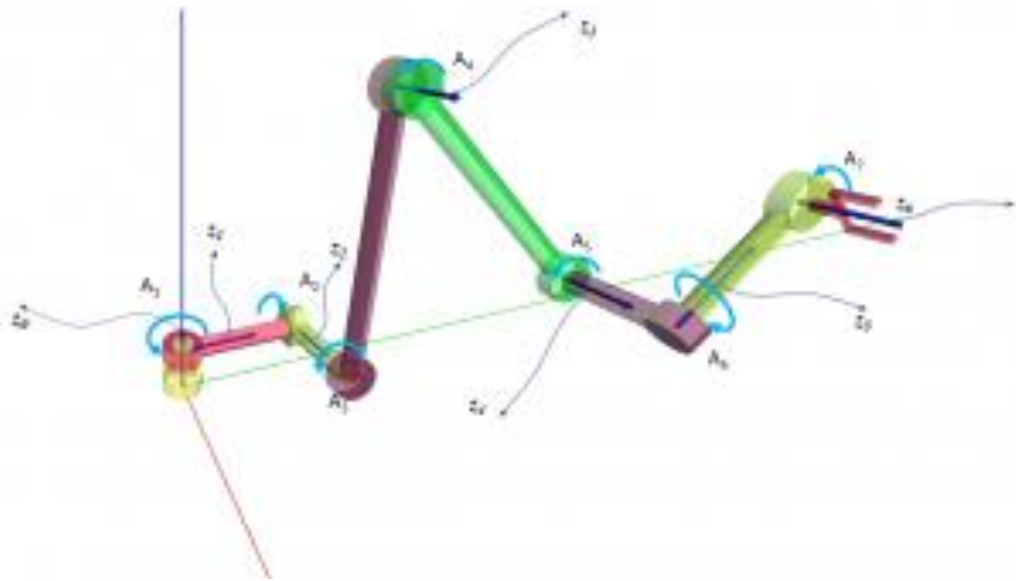



Figura 7. Ejes z_i alineado con eje de articulación A_{i+1}

Paso 2.

Determinar la dirección de los ejes \mathbf{x}_i con $i=1,2,3\dots n-1$.

Caso 1.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 10 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Si los ejes \mathbf{z}_i y \mathbf{z}_{i-1} se **intersecan**, la dirección del eje \mathbf{x}_i esta dada por la dirección del vector $\mathbf{x}_i = \mathbf{z}_i \times \mathbf{z}_{i-1}$.

Para el caso 1, donde ocurre tal intersección se coloca el origen del sistema de referencia \mathbf{B}_i .

De la figura 8, observe que este caso se cumple para los ejes \mathbf{x}_i con $i=1,2,5,n-1$.

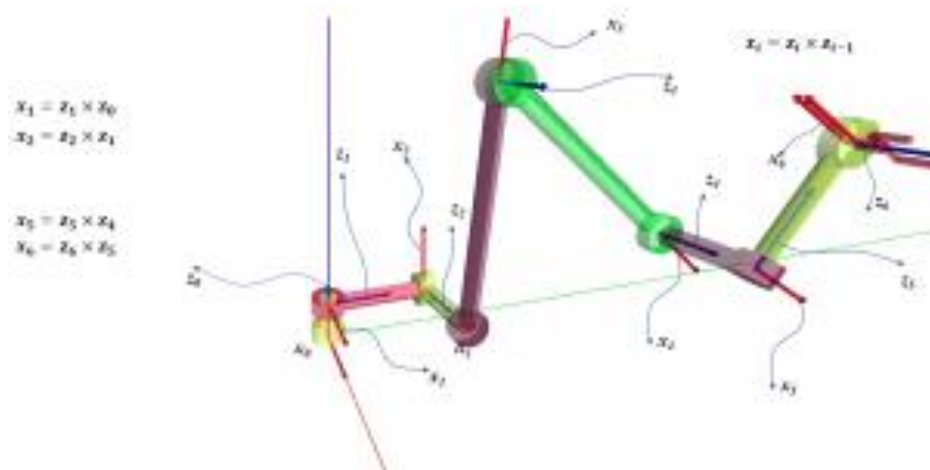



Figura 8.

Caso 2.

Si los ejes \mathbf{z}_i y \mathbf{z}_{i-1} son paralelos, hay un número infinito de normales comunes, escoja alguna de ellas (la más adecuada o cómoda), la dirección del

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 11 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

eje \mathbf{x}_i esta dada por la dirección de la normal común que eligió, ésta se dirige del eje \mathbf{z}_{i-1} al eje \mathbf{z}_i .

De la figura 8, observe que los ejes \mathbf{z}_2 y \mathbf{z}_3 , así como los ejes \mathbf{z}_3 y \mathbf{z}_4 son paralelos y por lo tanto esto implica que este caso aplica para definir la dirección de los ejes \mathbf{x}_3 y \mathbf{x}_4 .


Caso 3.

Si los ejes \mathbf{z}_i y \mathbf{z}_{i-1} no son paralelos ni se intersecan, la dirección del eje \mathbf{x}_i esta dada por la dirección de la normal común entre dichos ejes, ésta se dirige del eje \mathbf{z}_{i-1} al eje \mathbf{z}_i , en el robot SSRMS no ocurre este caso.

Para el caso 2 y 3 el origen del sistema de referencia \mathbf{B}_i se elige donde ocurre la intersección de la normal común de los ejes \mathbf{z}_i y \mathbf{z}_{i-1} con el eje de la articulación \mathbf{A}_{i+1} .

En la figura 9 se ilustra la ubicación de los orígenes para cada uno de los sistemas de referencias \mathbf{B}_i con $i=1,2,\dots,n-1$; observe que el origen \mathbf{B}_3 se ubica en la intersección del eje de la articulación \mathbf{A}_4 con la normal común entre el eje \mathbf{z}_2 y \mathbf{z}_3 . Análogamente, el origen \mathbf{B}_4 se ubica en la intersección del eje de la articulación \mathbf{A}_5 con la normal común entre el eje \mathbf{z}_3 y \mathbf{z}_4 .

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 12 de 11
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

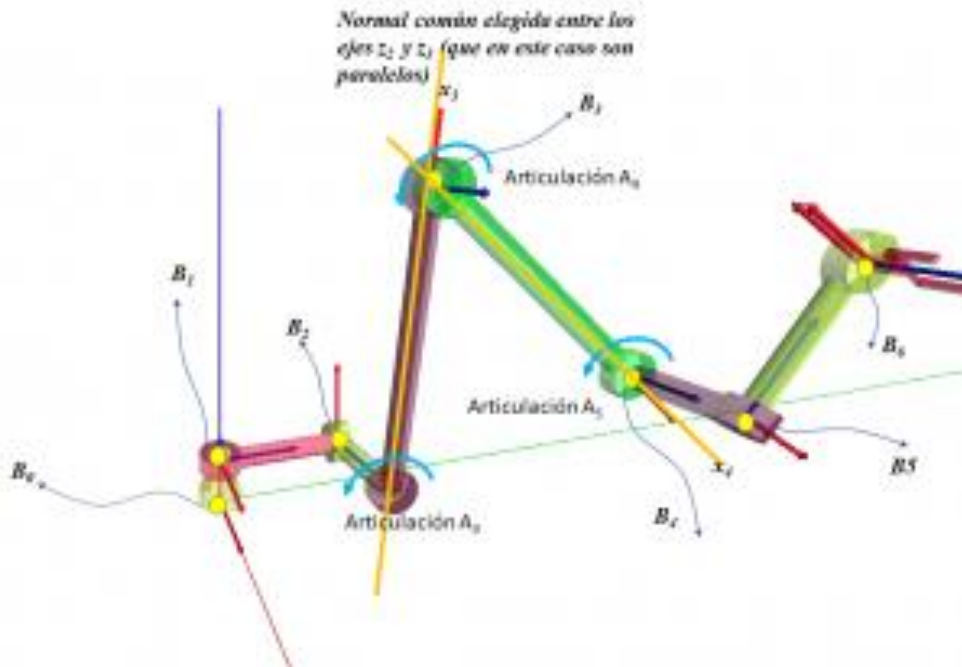



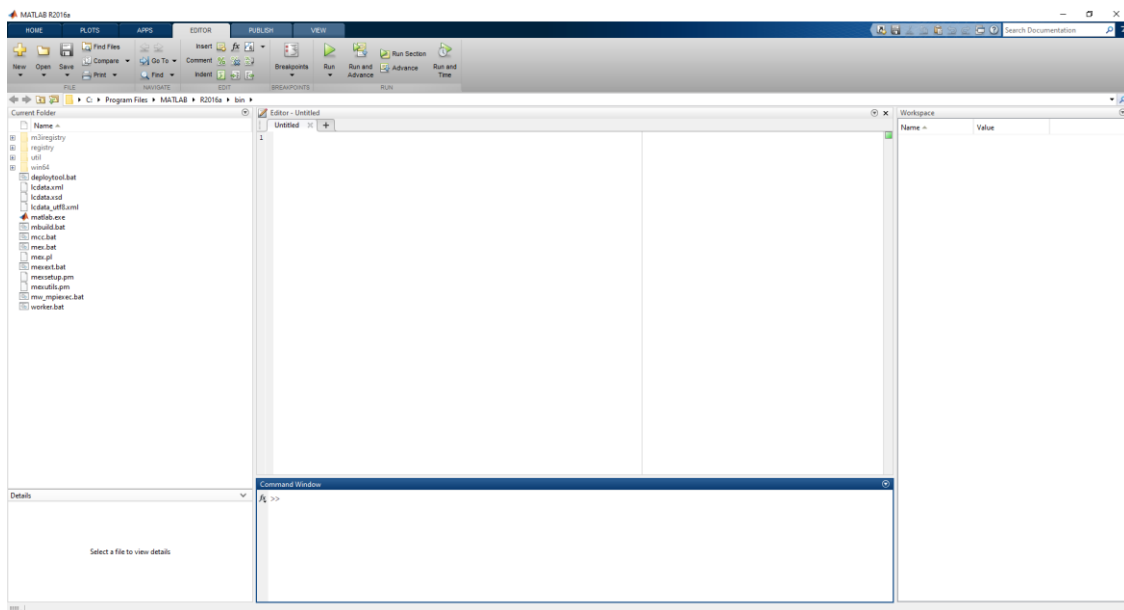
Figura 9. La elección de los orígenes se ha realizado según el caso correspondiente. Observe que no siempre se coloca un origen en cada articulación.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 13 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


d. MARCO PROCEDIMENTAL

Abrir el Software Matlab se requiere que la versión sea desde 2014, cargar la librería de robotics toolbox, que se encuentra en este link. <https://petercorke.com/toolboxes/robotics-toolbox/>



Como se muestra en la imagen, descargar la librería en el recuadro gris.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 14 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PeterCorke.com

HOME ABOUT TOOLBOXES BOOKS RESOURCES

- Click on the appropriate link below and an invitation to share will be emailed to the address associated with your MATLAB account:
 - RVC 1st edition: RTB9+MYTB3 (2011)
 - RVC 2nd edition: RTB10+MYTB4 (2017)
- Accept the invitation.
- A folder named RVC1 or RVC2 will appear in your MATLAB drive
- Using the MATLAB file browser to navigate to the folder RVCx/rvctools and double-click the script named startup_rvc.m

Note that this is a combo-installation that includes the Machine Vision Toolbox (MYTB) as well.

Install from .mltbx file

This installation includes the Robotics Toolbox for MATLAB and the required Spatial Math Toolbox.

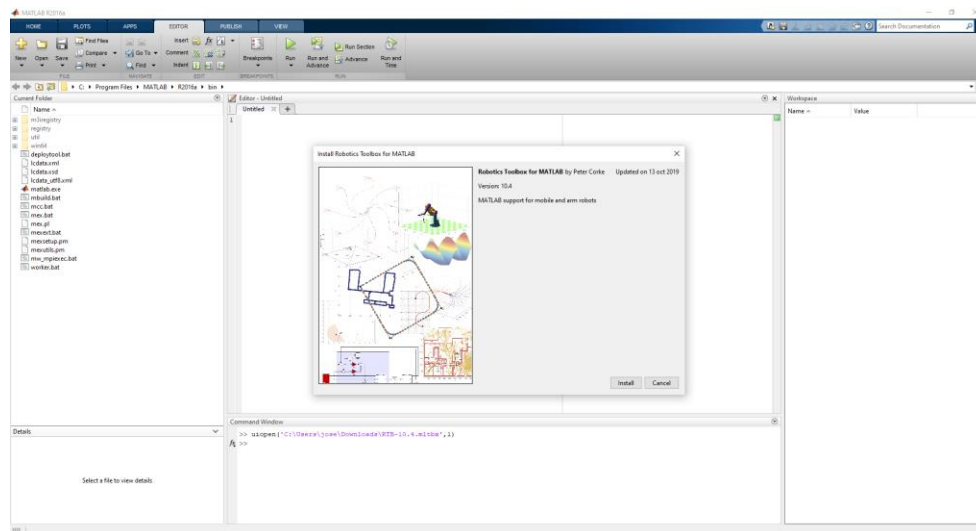
- Download the following file which is the latest build on GitHub
- From within the MATLAB file browser double click on each file, it will install and configure the paths correctly
- Run


```
>> rtdemo
```
- Run the demo to see what it can do


```
>> rtdemo
```


[RTB10.4.mltbx](#)
Size: 1.00 GB Format: MLTDX

Cuando se descargue la librería, se la debe arrastrar en el command Windows de Matlab para que pueda instalarse.



Se realiza la instalación normalmente como una instalación sencilla de cualquier programa.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 15 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Codificar el siguiente código en el math script:

```

%%UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA%%
%%
%%PRACTICA #2
%%PARAMETROS DH DEL BRAZO ROBOTICO KUKA R550
%%SE SEFINE EL VALOR DE L EN CADA JOIN

l1=158;
l2=159.92;
l3=112.07;
d1=0;

%Se crean los Link o join
L(1)=Link ([0 l1 l2 0 0 0]);
L(2)=Link ([0 0 l3 pi 0 0]);
L(3)=Link ([0 d1 0 0 1 30]);


Rob = SerialLink(L)
Rob.name= 'KUKA R550';

q1=0;
q2=0;
d3=50;

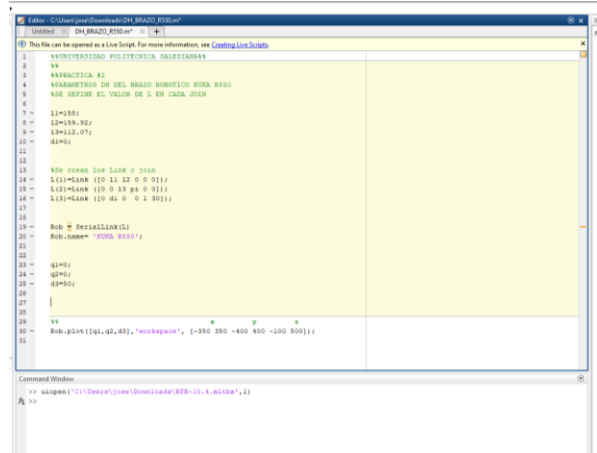
%%
Rob.plot([q1,q2,d3], 'workspace', [-350 350 -400 400 -100 500]);

```

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 16 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Comprobar cada línea de código realizando una compilación en este caso revisar que cada línea de código tenga una secuencia tenga sus números sus puntos y comas estén bien definido los valores

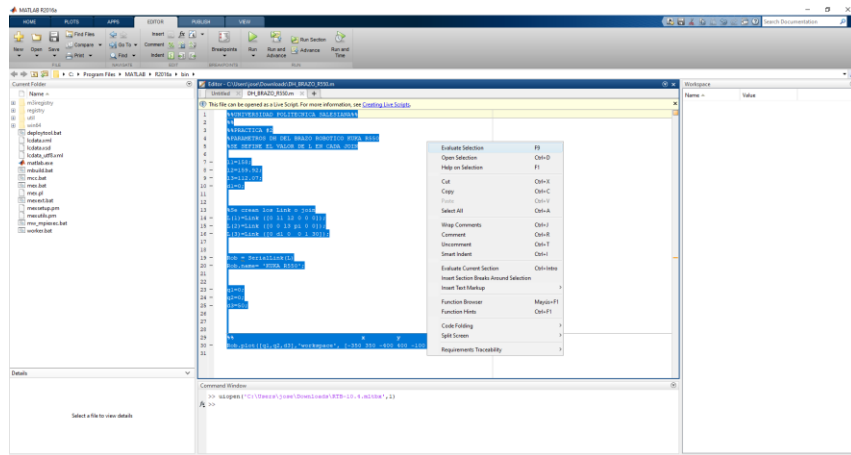


```


1  UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
2  **
3  NÁUTICA 42
4  PARÁMETROS DE DEL BRAZO ROBOTICO JOBA BASS
5  *SE DEFINE EL VALOR DE S EN CADA JOBA
6
7  S1=100;
8  S2=100;
9  S3=100;
10 S4=100;
11
12
13 *Se crean los Link 0 3000
14 L1=LINK (10 11 32 0 0 0);
15 L2=LINK (10 0 30 0 0 0);
16 L3=LINK (10 41 0 0 1 30);
17
18
19 Rob = SerialLink(L);
20 Rob.name= "JOBA_BASS";
21
22
23 q1=0;
24 q2=0;
25 q3=0;
26
27
28 **
29 Rob.pln([q1,q2,q3],"workspace", [-300 300 -600 400 -100 500]);
30
31

```

Guardamos el programa y evaluamos las líneas de código, sombreándolas completamente y damos clic derecho y seleccionamos “evaluate selection” o presionamos la tecla F9.



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

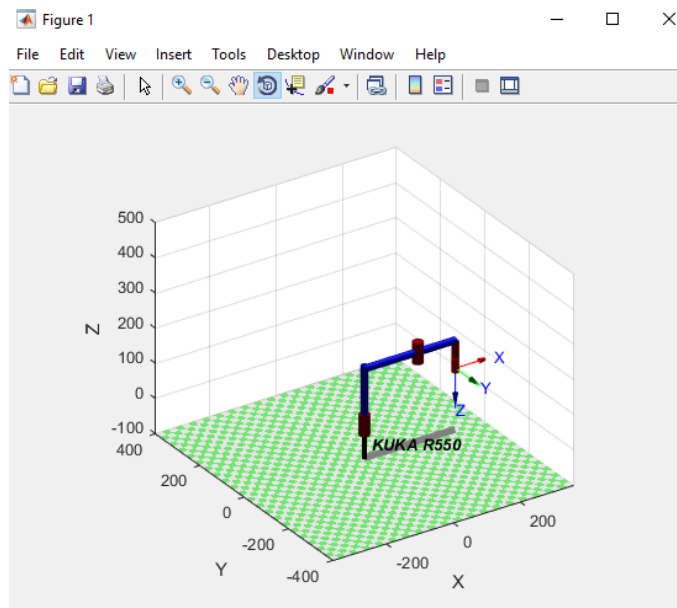
		REVISION 1/1	Página 17 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)


- Computadores con el software MATLAB.
- Robotics Toolbox de Peter I. Corke.

f. REGISTRO DE RESULTADOS

```
Rob =
noname:: 3 axis, RRP, stdDH, slowRNE
+-----+-----+-----+-----+-----+
| j |   theta |   d |   a |   alpha |   offset |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 |    q1 | 158 | 159.92 |    0 |    0 |
| 2 |    q2 |   0 | 112.07 | 3.14159 |    0 |
| 3 |    0 | q3 |    0 |    0 |   30 |
+-----+-----+-----+-----+-----+
```



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 18 de 11
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


g. ANEXOS

h. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Mathworks, “Descripción del producto matlab”. Ultimo acceso, 12/08/2020.
- Mafer Tech, “Algoritmo de Denavit Hartenberg”, noviembre, 2017.

i. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 1 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 3

NÚMERO DE ESTUDIANTES


JOSE MANUEL NAVARRO O.

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

“Movimiento de un punto A hacia un punto B mediante el brazo robótico SCARA.”

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 2 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

Realizar y comprobar el funcionamiento del movimiento A hacia B mediante el software RACS.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:


- Descargar e instalar el programa RAS.
- Conectar el brazo robótico mediante USB con el software.
- Obtener las posiciones del brazo robótico mediante el software RAS.
- Realizar la programación de las posiciones obtenidas por el software.
- Analizar el funcionamiento del brazo físicamente, como simulado.

c. MARCO TEÓRICO

- Comunicación USB

El USB (Bus de serie universal), como su nombre lo sugiere, se basa en una arquitectura de tipo serial. Sin embargo, es una interfaz de entrada/salida mucho más rápida que los puertos seriales estándar. La arquitectura serial se utilizó para este tipo de puerto por dos razones principales: la arquitectura serial le brinda al usuario una velocidad de reloj mucho más alta que la interfaz paralela debido a que este tipo de interfaz no admite frecuencias demasiado altas (en la arquitectura de alta velocidad, los bits que circulan por cada hilo llegan con retraso y esto produce errores); los cables seriales resultan mucho más económicos que los cables paralelos.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 3 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

El estándar **USB 2.0** permite alcanzar velocidades de hasta 480 Mbit/s. Los dispositivos certificados por el estándar USB 2.0 llevan el siguiente logotipo:




- **Software de comunicación en LabVIEW**

Son herramientas diseñadas específicamente para dispensar a gestar prototipos rápido de sistemas de comunicaciones inalámbricas. Con una jerga de programación visor preparado para sistemas hardware y programa de pruebas, control y diseño simulado o real y embebido

La cinemática del robot trata con el estudio analítico de la geometría del movimiento de un robot con respecto a un sistema de coordenadas de referencia

fijo, como una función del tiempo, sin considerar las fuerzas/momentos que originan dicho movimiento, así pues, trata de la descripción analítica del desplazamiento espacial del robot como función del tiempo, en particular las relaciones entre variables espaciales de tipo articulación y la posición y orientación del efector final del manipulador.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

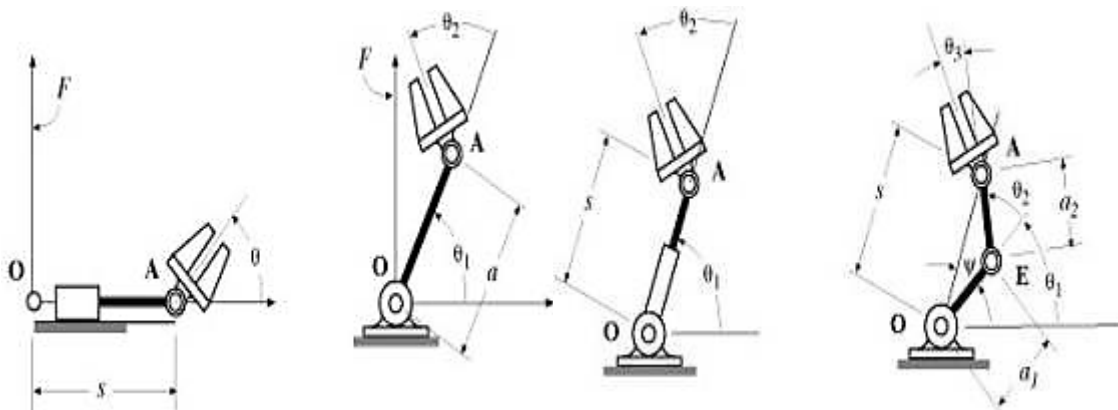
		REVISION 1/1	Página 4 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

El problema cinemático directo.


Se utiliza fundamentalmente el álgebra vectorial y matricial para representar y describir la localización de un objeto en el espacio tridimensional con respecto a un sistema de referencia fijo.

Dado que un robot puede considerarse como una cadena cinemática formada por objetos rígidos o eslabones unidos entre sí mediante articulaciones, se puede establecer un sistema de referencia fijo situado en la base del robot y describir la localización de cada uno de los eslabones con respecto a dicho sistema de referencia.

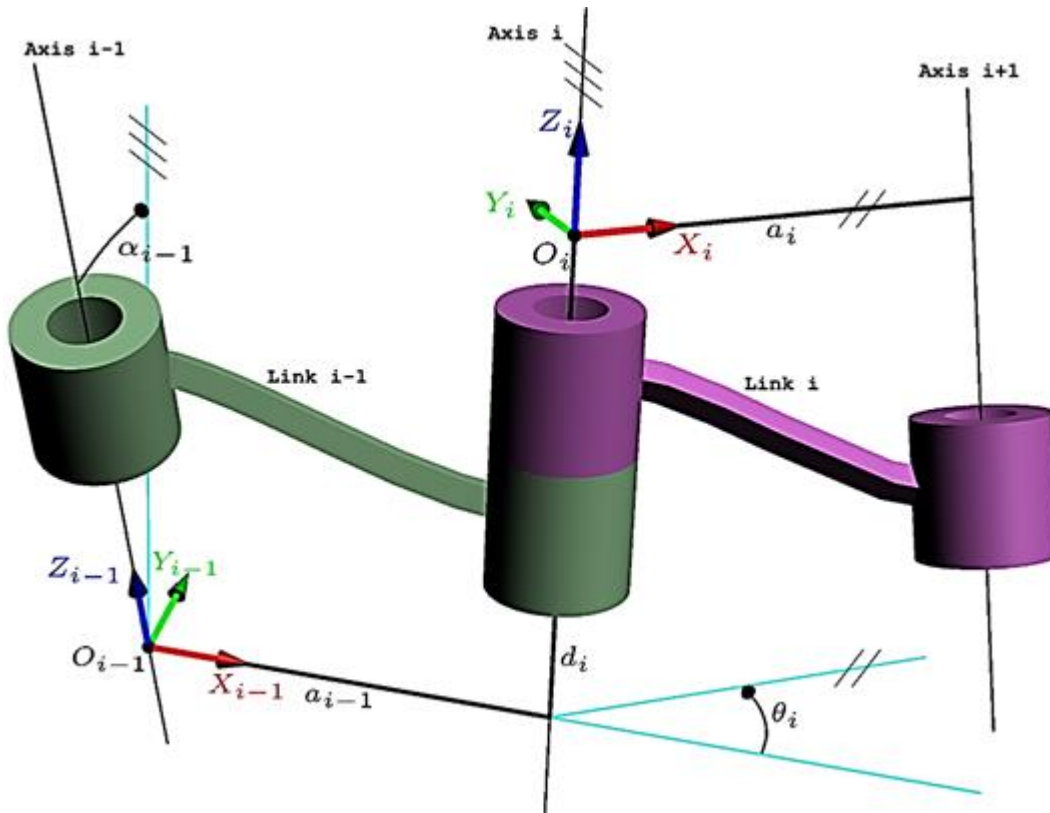
De esta forma, el problema cinemático directo se reduce a encontrar una matriz homogénea de transformación T que relacione la posición y orientación del extremo del robot respecto del sistema de referencia fijo situado en la base del mismo. Esta matriz T será función de las coordenadas articulares.



Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 5 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


Parámetros Denavit-Hartenberg



Los pasos del algoritmo genérico para la obtención de los parámetros DH se detallan a continuación:


1. **Numerar los eslabones:** se llamará “0” a la “tierra”, o base fija donde se ancla el robot. “1” el primer eslabón móvil, etc.
2. **Numerar las articulaciones:** La “1” será el primer grado de libertad, y “n” el último.
3. **Localizar el eje de cada articulación:** Para pares de revolución, será el eje de giro. Para prismáticos será el eje a lo largo del cual se mueve el eslabón.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 6 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

4. **Ejes Z:** Empezamos a colocar los sistemas XYZ. Situamos los Z_{i-1} en los ejes de las articulaciones i , con $i=1, \dots, n$. Es decir, Z_0 va sobre el eje de la 1ª articulación, Z_1 va sobre el eje del 2º grado de libertad, etc.
5. **Sistema de coordenadas 0:** Se sitúa el punto origen en cualquier punto a lo largo de Z_0 . La orientación de X_0 e Y_0 puede ser arbitraria, siempre que se respete evidentemente que XYZ sea un sistema dextrógiro.
6. **Resto de sistemas:** Para el resto de sistemas $i=1, \dots, N-1$, colocar el punto origen en la intersección de Z_i con la normal común a Z_i y Z_{i+1} . En caso de cortarse los dos ejes Z, colocarlo en ese punto de corte. En caso de ser paralelos, colocarlo en algún punto de la articulación $i+1$.
7. **Ejes X:** Cada X_i va en la dirección de la normal común a Z_{i-1} y Z_i , en la dirección de Z_{i-1} hacia Z_i .
8. **Ejes Y:** Una vez situados los ejes Z y X, los Y tienen sus direcciones determinadas por la restricción de formar un XYZ dextrógiro.
9. **Sistema del extremo del robot:** El n-ésimo sistema XYZ se coloca en el extremo del robot (herramienta), con su eje Z paralelo a Z_{n-1} y X e Y en cualquier dirección válida.
10. **Ángulos teta:** Cada θ_i es el ángulo desde X_{i-1} hasta X_i girando alrededor de Z_i .
11. **Distancias d:** Cada d_i es la distancia desde el sistema XYZ $i-1$ hasta la intersección de las normales común de Z_{i-1} hacia Z_i , a lo largo de Z_{i-1} .
12. **Distancias a:** Cada a_i es la longitud de dicha normal común.
13. **Ángulos alfa:** Ángulo que hay que rotar Z_{i-1} para llegar a Z_i , rotando alrededor de X_i .
14. **Matrices individuales:** Cada eslabón define una matriz de transformación:

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 7 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

$${}^{i-1}\mathbf{A}_i = \left(\begin{array}{ccc|c} \cos \theta_i & -\cos \alpha_i \sin \theta_i & \sin \alpha_i \sin \theta_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \alpha_i \cos \theta_i & -\sin \alpha_i \cos \theta_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

15. **Transformación total:** La matriz de transformación total que relaciona la base del robot con su herramienta es la encadenación (multiplicación) de todas esas matrices:


$$\mathbf{T} = {}^0\mathbf{A}_1 \mathbf{A}_2 \dots {}^{n-1}\mathbf{A}_n$$

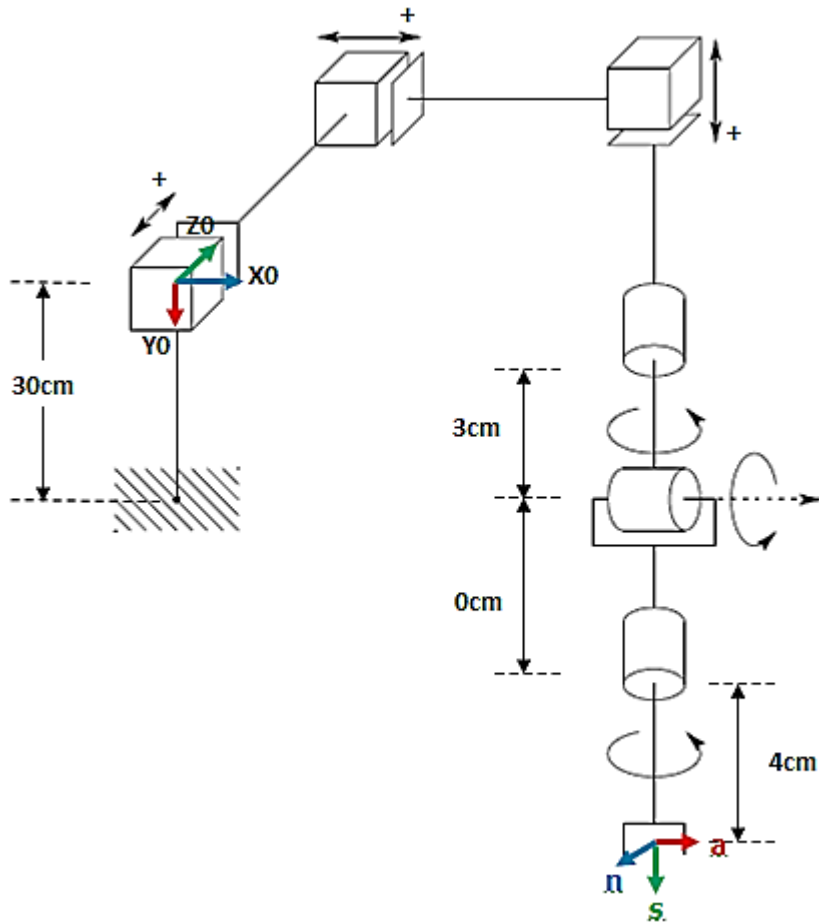
Dicha matriz **T** permite resolver completamente el problema de **cinemática directo** en robots manipuladores, ya que dando valores concretos a cada uno de los grados de libertad del robot, obtenemos la posición y orientación 3D de la herramienta en el extremo del brazo.

d. MARCO PROCEDIMENTAL

A. Realice el análisis cinemático directo y grafique en MATLAB un robot de 6 grados de Libertad PPPRRR, cuya posición de reposo (home position) se muestra a continuación:

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 8 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

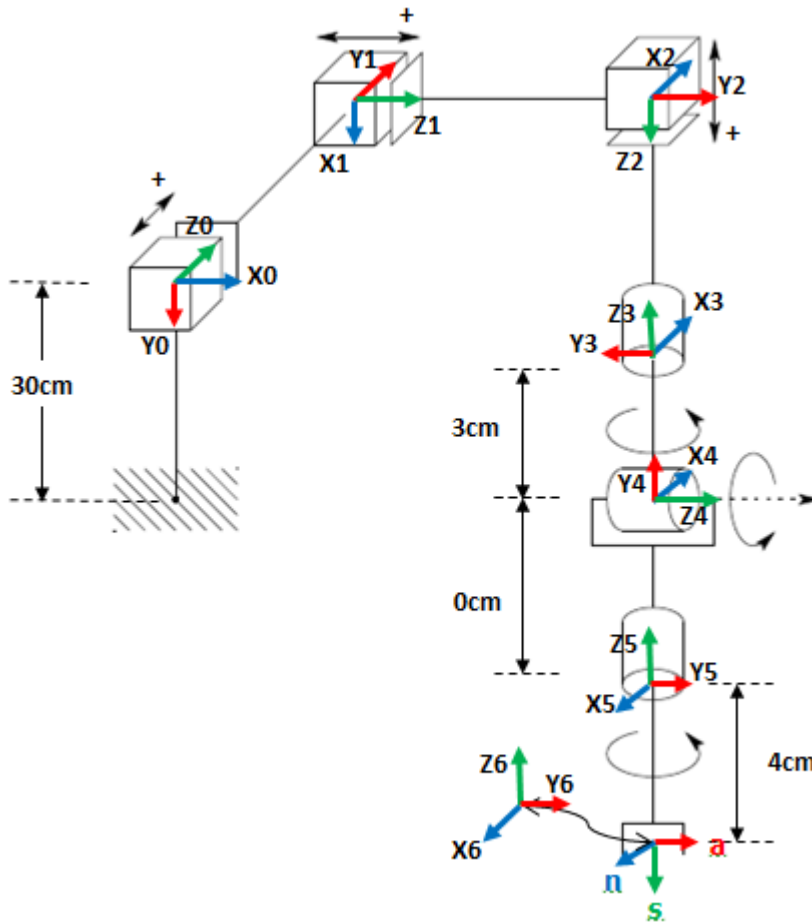


Para el gráfico en MATLAB utilice los valores $d_1=20$, $d_2=10$ y $d_3=5$.

Se procede a obtener a colocar los ejes coordenados en cada articulación y a obtener los parámetros D-H:

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 9 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

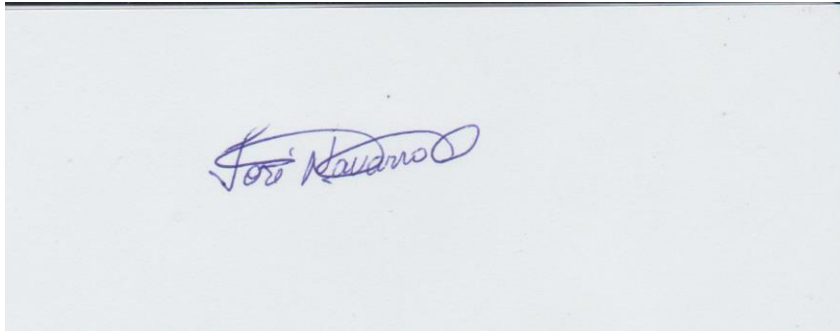


d. MARCO PROCEDIMENTAL

Descargar el programa RAS e instalar normalmente a una instalación. No requiere ninguna librería, ya que se descargará todo el paquete completo. El link se encuentra aquí.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 10 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




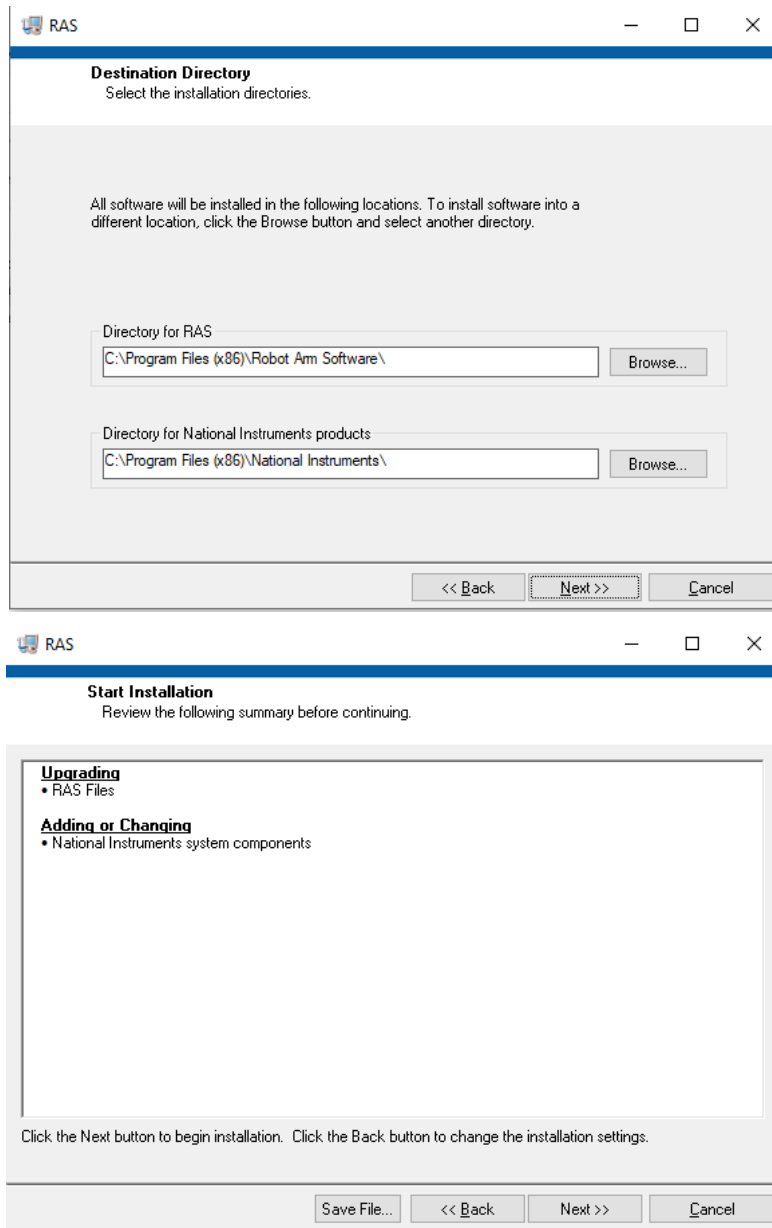
Conectar el módulo de control por medio de conexión USB hacia la computadora.




Si el programa fue descargado en su totalidad, ingresar y establecer comunicación en el puerto correspondiente. Automáticamente el módulo se reiniciará ya que en el LCD se mostrará la pantalla de inicio y el buzzer sonará.

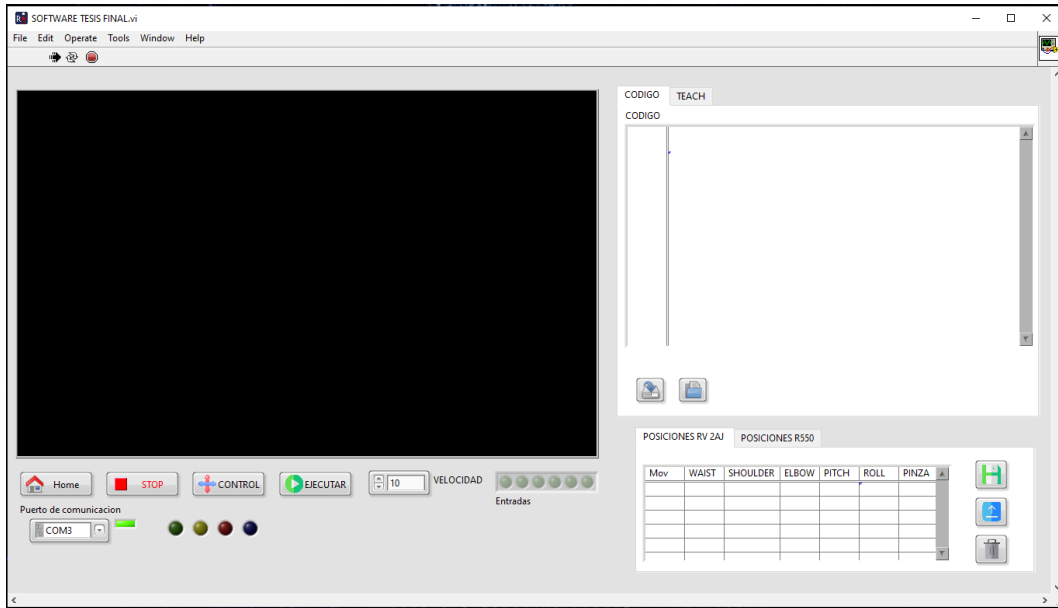
Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 11 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

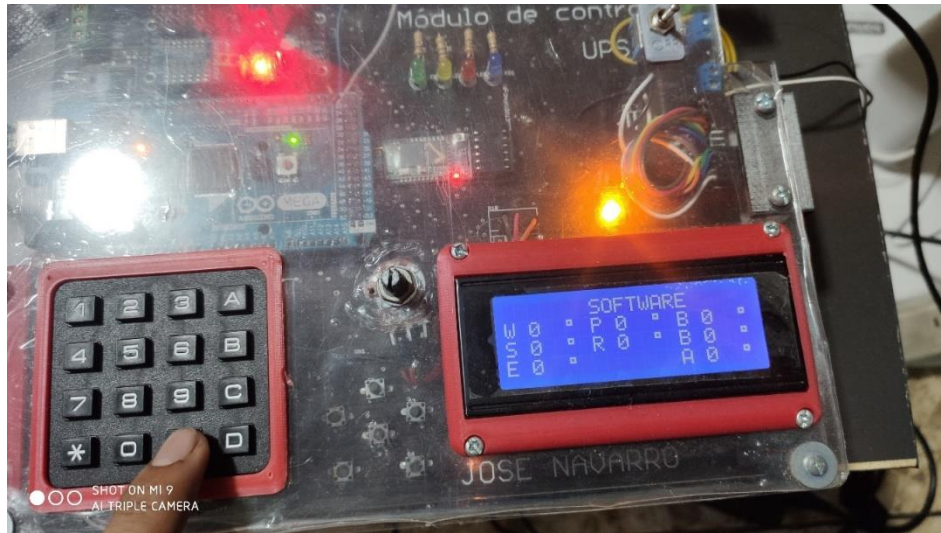
		REVISION 1/1	Página 12 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



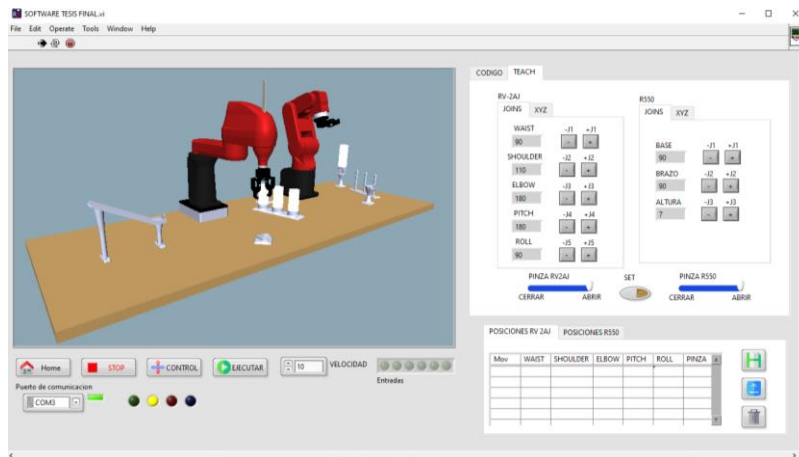
Presionar en el teclado la opción de software para que ambos tramos se encuentren en conexión.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 13 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Presionar la opción en el software “Control” para inicializar el “Teach-in” y se mostrará un indicador LED amarillo encendido, la cual nos indicará que podremos manejar los brazos robóticos.



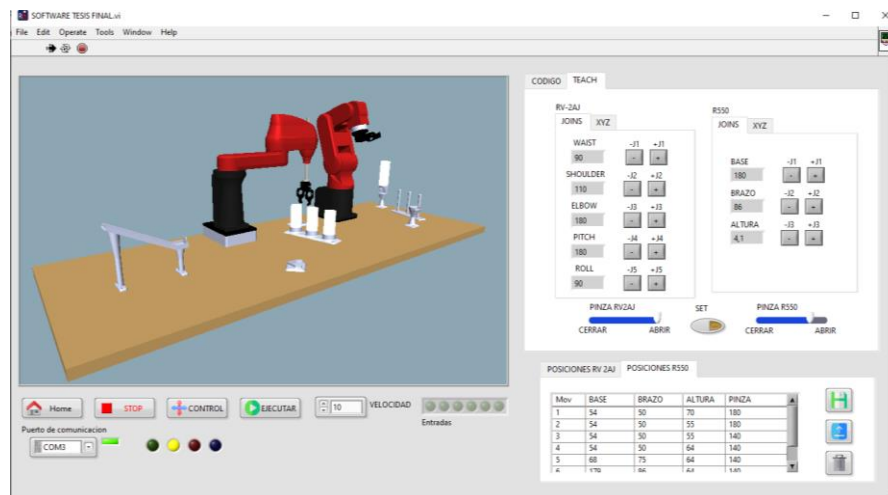
Energizar los brazos, colocando el switch en modo on.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 14 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Tomar las posiciones en el software moviendo los diferentes eslabones o en XYZ. Se debe tomar una posición por cada movimiento. Para guardar la posición se debe presionar el botón set y se guardará dicha posición en la tabla inferior de ambos brazos a la vez.



Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 15 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

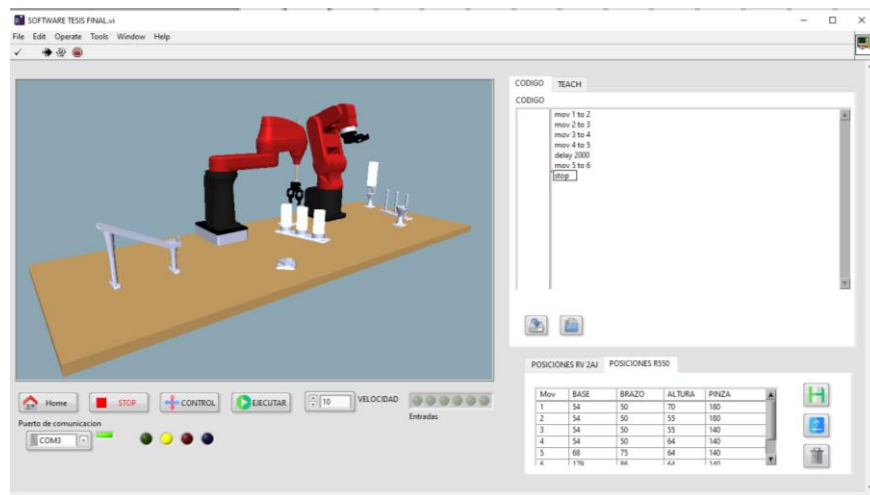
Realizar en el apartado código, los movimientos que se van a realizar. Los comandos a utilizar son:

mov = mover. Ejemplo: mov 1 to 2.

delay = tiempo de retardo para que active la siguiente línea de código. Ejemplo: delay 2000.


stop = detener la ejecución del código.

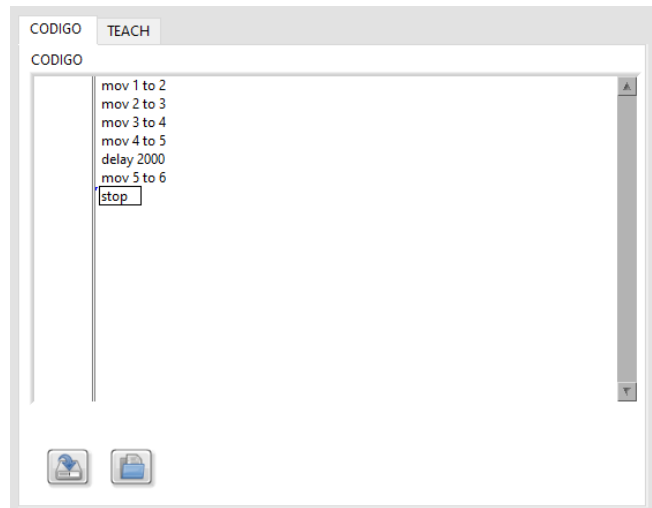
goto = llevar la ejecución a otra línea de código. Ejemplo: goto 5



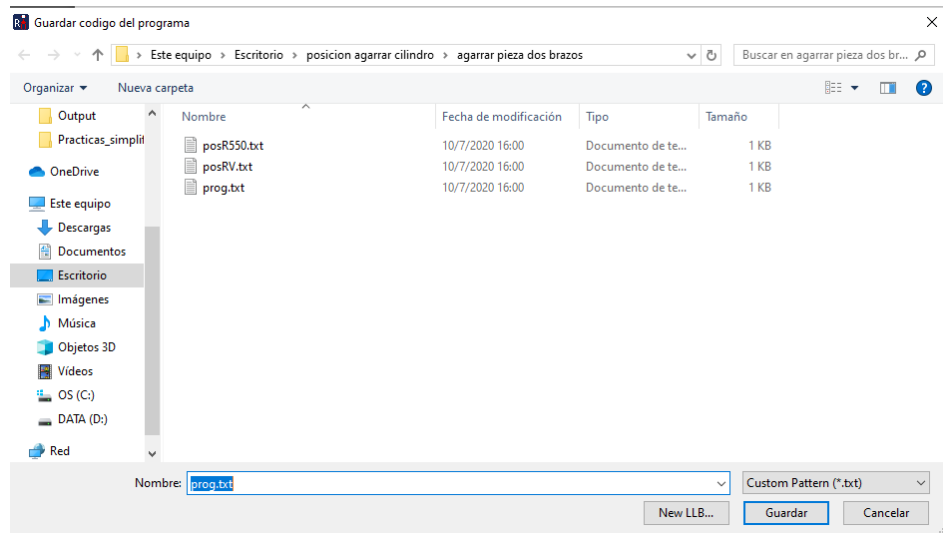
Comprobar las líneas de código que se encuentren correctamente codificadas. Recordar siempre en cada final de las líneas de código, utilizar el comando stop para detener la ejecución.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 16 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



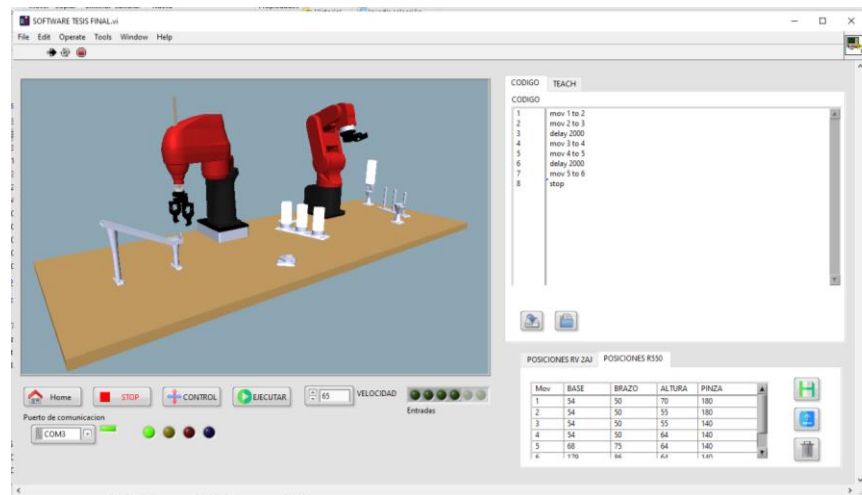
Presionar el botón stop, luego el led amarillo se apagará en ambos lados y luego guardar las posiciones de ambos brazos y de la codificación.



Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 17 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

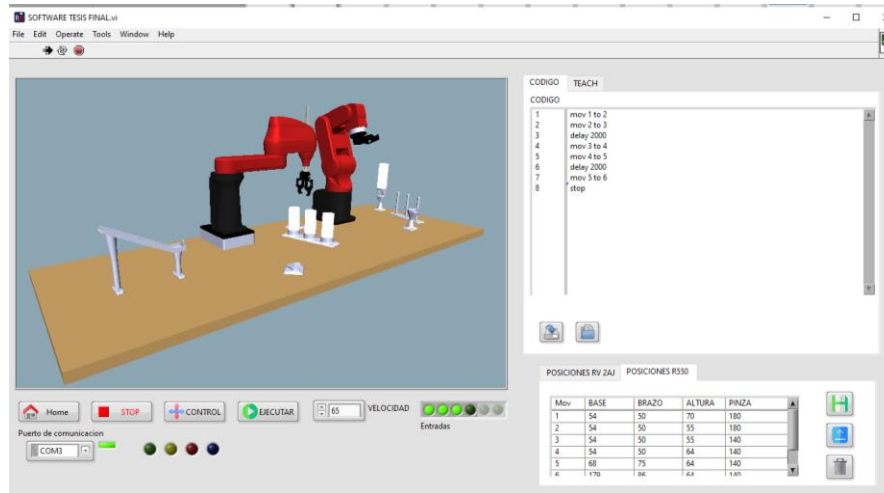
Apagar los brazos dejando el switch en modo off, luego colocar la velocidad que se requiera que funcione los brazos, se recomienda dejarlo en 50 a 65 y presionar el botón ejecutar y se activara el led verde.



Para regresar a la posición home inicial, presionamos el botón home y los brazos regresarán a la posición inicial y se activará un led azul con un pequeño sonido del buzzer.

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 18 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Comprobar el funcionamiento del brazo virtualmente y después de terminar el código energizar los brazos y ejecutar nuevamente la secuencia de código con los brazos físicos.


e. ANEXOS

f. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA


- CCM “Introducción al USB” ultimo acceso, 12/08/2020
- REYES Fernando, “Robótica control de robots manipuladores”. México, 2011.
- BARRIENTOS Antonio, “Fundamentos de robótica”, Madrid: McGraw Hill, 2007.

g. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 19 de 16
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Elaborado por: José Navarro	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: Msc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Julio 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 1 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 4

NÚMERO DE ESTUDIANTES


JOSÉ NAVARRO O.

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

**“Simulación del brazo robótico RV-2AJ
mediante el software Matlab”**

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 2 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- **OBJETIVO GENERAL:**

Realizar y observar la simulación del modelo del brazo robótico RV-2AJ mediante el software Matlab.

- **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**


- Obtener las librerías para el manejo de los comandos a utilizar en la codificación
- Codificar la programación adjuntada en la práctica para el simulado del brazo robótico de 6 grados de libertad.
- Compilar la codificación ingresada en el programa.
- Analizar la simulación del brazo robótico de 6 grados de libertad

- **MARCO TEÓRICO**

- Grados de libertad de un brazo robótico

Se denomina grado de libertad (g.d.l.) a cada una de las coordenadas independientes que son precisas para determinar la etapa del sistema mecánico del robot es decir posición y orientación en el espacio de sus elementos. Los grados de libertad de un brazo robótico son categorizados por lo normal en más de seis grados de libertad. Esta cifra habitualmente se refiere al número de un único eje de rotación de las articulaciones en el brazo, donde el número mayor indica una mayor flexibilidad en posicionar una herramienta.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 3 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



- **MARCO PROCEDIMENTAL**

Abrir el software Matlab, se requiere desde la versión 2014 en adelante, instalar las librerías respectivas a utilizar para la codificación del comando del programa.


Comprobar y revisar la codificación realizada (colocar imagen), y se realiza la simulación y el arranque de script, así mismo se realiza la simulación.

```

%% UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA%%
%% PRACTICA 4
%PARAMETROS DH DEL BRAZO ROBOTICO RV 2AJ
%SE SEFINE EL VALOR DE L EN CADA JOIN
l1=174.5;
l2=135;
l3=88;
l4=39.78;
l5=14.5;
%Se crean los Link o join
L(1)=Link ([0 l1 0 pi/2 0 -pi/2]);
L(2)=Link ([pi/2 0 l2 pi 0 0]);
L(3)=Link ([pi/2 0 l3 0 0 -pi/2]);
L(4)=Link ([-pi/2 0 0 -pi/2 0 -pi]);

```

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 4 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

```
L(5)=Link ([0 14+15 0 0 0 -pi/2]);
```

```
Rob = SerialLink(L)
Rob.name= 'RV 2AJ';
```

```
% q1=0;
% q2=0;
% q3=0;
% q4=0;
% q5=0;
```

```
x=110
y=0
z=210
```

```
Q=(90)
pm=14+15
lx=pm*cosd(Q)
```

```
pxy=sqrt(x.^2+y.^2)
pwx=pxy-lx
```


```
lz=pm*sind(Q)+61
Z1=(z+lz)-11
r1=sqrt(pwx.^2+Z1.^2)
```

```
Q1=acos(y/pxy)
```

```
q1=radtodeg(Q1)
```

```
aq2=atan(Z1/pwx)
aaq2=radtodeg(aq2)
bq2=acos(((12.^2+r1.^2-13.^2)/(2*r1*12)))
abq2=radtodeg(bq2)
Q2=aq2+bq2
q2=radtodeg(Q2)
```

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 5 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

```
Q3=pi/2+(acos((-12.^2-13.^2+r1.^2)/(2*13*12)))
q3=radtodeg(Q3)
qq3=180-q3
```

```
Q4=Q+q2+qq3
q4=degtorad(Q4)
```

```
Q5=Q1
%%Q5=pi-Q55
q5=radtodeg(Q5)
```

```
%%
```

```
Rob.plot([Q1,Q2,Q3,q4,Q5], 'workspace', [-350 350 -400 400 0 500]);
```

```
QQ3=180-180
Q33=QQ3+90
ang3=degtorad(Q33)
```


```
diagonal=sqrt(13.^2+12.^2-2*12*13*cos(ang3))
```

```
QQ4=180-(120+(180-180))
ang4=degtorad(QQ4)
l1x=(14+15)*cosd(QQ4)
l1z=(14+15)*sind(QQ4)+61
```

```
xxyy=12*cosd(120)+13*cosd(120-(180-90))+l1x
bq2=acos(((12.^2+diagonal.^2-13.^2)/(2*diagonal*12)))
aaqq2=degtorad(120)-bq2
ZZ1=diagonal*sin(aaqq2)
```

```
angQ1=degtorad(90)
xx=xxyy*sin(angQ1)
yy=xxyy*cos(angQ1)
zz=abs((l1z-ZZ1)-l1)
```

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 6 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


Se observa el gráfico previamente codificado y se debate en clase o sea lo mismo se observa como es el funcionamiento del gráfico y luego se va realizando las preguntas en clases.

Los resultados son esos prácticamente el resultado va a ser el gráfico del brazo robótico en este caso y como tienes ahí como el del ingeniero tiene como son los parámetros de cómo son las posiciones y todo eso prácticamente es lo mismo.

- **RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)**
 - Computadores con el software MATLAB.
 - Computadores con el software CIROS STUDIO.
 - Estación de ensamblaje perteneciente al sistema MPS500.
 - Manipulador industrial RV-2AJ
 - Pallets y piezas de trabajo (camisas, vástagos y resortes internos de cilindro simple efecto)
- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Los resultados se aprecian directamente en el software cuando se ejecuta la programación analizada.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 7 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Rob =

noname:: 5 axis, RRRRR, stdDH, slowRNE

j	theta	d	a	alpha	offset
1	q1	174.5	0	1.5708	-1.5708
2	q2	0	135	3.14159	0
3	q3	0	88	0	-1.5708
4	q4	0	0	-1.5708	-3.14159
5	q5	54.28	0	0	-1.5708

x =

110

y =

0

z =

210

Q =

90

pm =

54.2800

lx =

0

pxy =

110

pwxxy =

110

lz =

115.2800

Z1 =


150.7800

r1 =

186.6403


Q1 =

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 8 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


1.5708
 $q1 = 90$
 $aq2 = 0.9405$
 $aaq2 = 53.8878$
 $bq2 = 0.4528$
 $abq2 = 25.9408$
 $Q2 = 1.3933$
 $q2 = 79.8286$
 $Q3 = 2.7592$
 $q3 = 158.0911$
 $qq3 = 21.9089$
 $Q4 = 191.7375$
 $q4 = 3.3465$
 $Q5 = 1.5708$
 $q5 = 90$
 $QQ3 = 0$
 $Q33 = 90$
 $ang3 =$

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 9 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

1.5708
 diagonal =
 161.1490
 QQ4 =
 60
 ang4 =
 1.0472
 llx =
 27.1400
 llz =
 108.0079
 xxyy =
 35.8502
 bq2 =
 0.5777
 aaqq2 =
 1.5167
 ZZ1 =
 160.9134
 angQ1 =
 1.5708
 xx =
 35.8502
 yy =
 2.1952e-15
 zz =
 227.4056

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 10 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

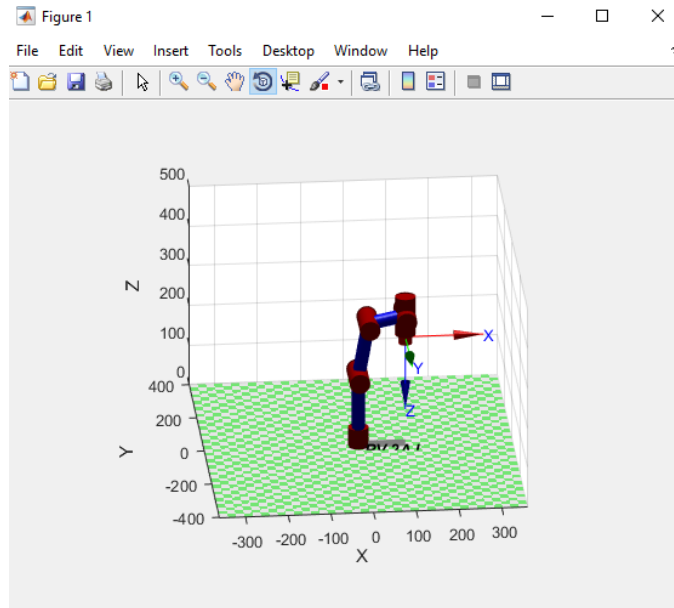


Grafico final de el brazo robótico RV-2AJ mediante el software Matlab con 6 grados de libertad


- **ANEXOS**

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

- Inteligencia artificial, “Grados de libertad”. Ultimo acceso 12/08/2020
- ITCL, “Aplicaciones de sistemas de simulación en la industria”, sep 4, 2018

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc. Orlando Barcia	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 1 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 5

NÚMERO DE ESTUDIANTES

JOSE NAVARRO O.

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

“Dibujo con el brazo robótico RV-2AJ.”

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 2 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

Realizar un dibujo con el brazo robótico RV-2AJ mediante el software RACS.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conectar los brazos robóticos y la tarjeta módulo de control, alimentándolos con la fuente.
- Comunicar los brazos robóticos con el software RACS mediante el puerto USB.
- Ingresar los puntos de movimiento en la matriz de coordenadas del software.
- Comprobar el funcionamiento del brazo robótico con los puntos ubicados en la matriz.

c. MARCO TEÓRICO

Instrucciones básicas

En la programación de brazos robot, siempre persiste un tipo de instrucciones básicas para todos los tipos software que son aquellas que definen los movimientos más simples del brazo y que por sí solas son las bases de la mayoría de las secuencias de una aplicación

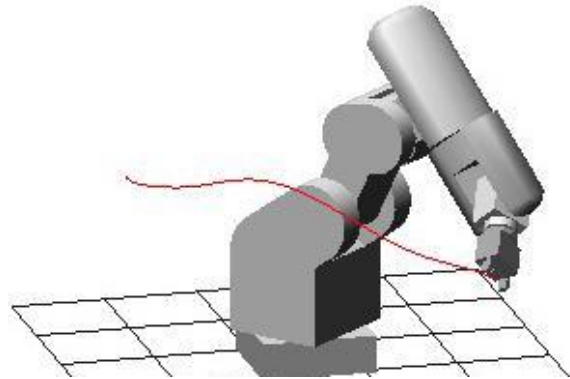
Movimiento Interpolado

El Robot genera la trayectoria interpolando puntos entre el punto origen y el punto de destino, obteniendo para cada una de las articulaciones del robot, las coordenadas, velocidad y aceleración que a lo largo del tiempo se han de imprimir para ajustarse al movimiento especificado.

Pese a su complejidad es la forma más rápida para el robot.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 3 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



MOV

El robot se mueve a la posición indicada con una interpolación angular de cada eje.

El camino recorrido no se puede prever. Se pueden introducir las declaraciones añadidas WTH o WTHIF.

Ejemplos de llamadas de instrucción:

MOV P1..... Se mueve a P1.

MOV P1+P2..... Se mueve a la posición resultante de sumar las coordenadas de P1 y P2.

MOV P1*P2..... Se mueve a la posición relativa convertida de P1 a P2.

MOV P1, -50..... Se mueve desde P1 hasta una posición a 50mm en la dirección de la pinza.

MOV P1 WTHM_OUT(7)=1... ..Empieza el movimiento hacia P1, y simultáneamente enciende la salida 7.

MOV P1 WTHIFM_IN(9)=1, SKIP. . Si durante el movimiento hacia P1 el bit 9 de entrada se activa, se para el movimiento y el programa sigue.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

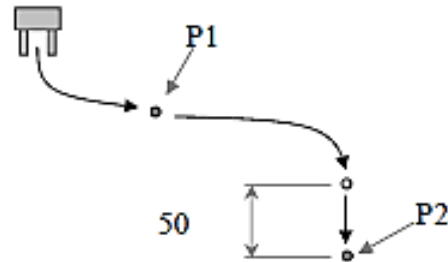
		REVISION 1/1	Página 4 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Programa ejemplo:

```

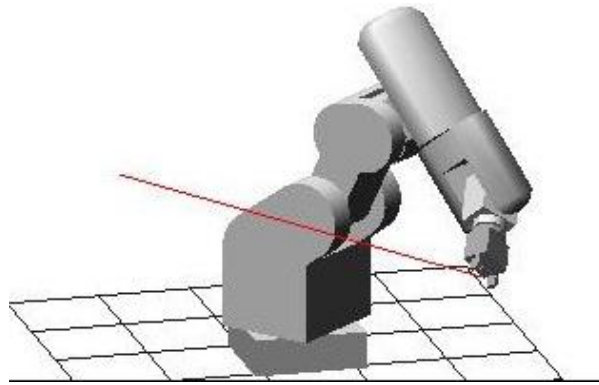
10  MOV P1
20  MOV P2, -50
30  MOV P2
40  END

```



Movimiento Lineal

El Robot describe una línea recta entre los puntos origen y destino. Es un movimiento lento para el robot y solo se emplea en movimientos críticos cuando el robot se encuentra cerca de completar su trabajo (coger pieza, dejar pieza, soldar un punto, aplicar adhesivo).



MVS

El robot se mueve en línea recta hacia la posición indicada. Se pueden introducir las declaraciones añadidas WTH o WTHIF.


Ejemplos de llamadas de instrucción:

MVS P1..... Se mueve hasta P1.

MVS P1+P2..... Se mueve a la posición resultante de sumar P1 y P2.

MVS P1*P2.....Se mueve a la posición relativa convertida de P1 a P2.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 5 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

MVS P1, -50.....Se mueve desde P1 hasta una posición a 50mm en la dirección de la pinza.

MVS , -50..... Se mueve 50mm desde la posición actual en la dirección de la pinza.

MVS P1 WTH M_OUT(7)=1..... Empieza el movimiento hacia P1, y simultáneamente enciende la salida 7.

MVS P1 WTHIF M_IN(9)=1, SKIP..... Si durante el movimiento hacia P1 el bit 9 de entrada, se activa, se para el movimiento y el programa sigue.

MVS P1, TYPE 0, 2..... Se mueve hasta P1 con una interpolación ABC.

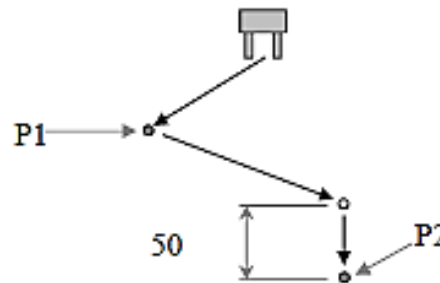
MVS P1, TYPE 0, 1..... Se mueve a P1 con una interpolación ortogonal de 3 ejes.

Programa ejemplo:

```

10 MVS P1
20 MVS P2, -50
30 MVS P2
40 END

```



HOPEN / HCLOSE

Abre/cierra la pinza designada.

Ejemplo de llamada de instrucción:


HOPEN 1..... Abre la pinza 1

HCLOSE 1..... Cierra la pinza 1

OVDR

Designa la velocidad de movimiento según un porcentaje relativo a la velocidad máxima. Afecta a todos los movimientos posteriores, si es que no se vuelve a

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 6 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

modificar el valor.

Ejemplo de llamada de instrucción:

OVRD 60.....Fija la velocidad de todos los movimientos al 60% de la velocidad máxima.

SPD

Define la velocidad de interpolación lineal y circular (para instrucciones MVS, MVR y MVC) de la pinza en mm/s.

Ejemplo de llamada de instrucción:

SPD 30..... Configura la velocidad de los movimientos lineales y circulares en 30mm/s.

DLY

Espera los segundos indicados (el mínimo es 0.05), y luego sigue con el programa.

Ejemplo de llamada de instrucción:


DLY 3.....Espera 3 segundos antes de seguir.

d. MARCO PROCEDIMENTAL

- 1. Iniciar el programa RAS, efectuando la conexión en el puerto de comunicación USB y colocando el parámetro de software en el módulo de control realizado en la práctica #3**

- 2. Energizar los brazos robóticos, presionando el switch en modo on y presionar el botón control para tomar las posiciones requeridas.**

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 7 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



3. Tomar las posiciones en el software utilizando los comandos de teach para efectuar un movimiento tipo triangular. Se recomienda tomar la posición home como primer movimiento para no que no haya un cambio brusco en cada movimiento en la posición.

	POSICIONES RV 2AJ	POSICIONES R550					
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA	
1	90	100	180	180	90	165	
2	90	19	152	127	90	165	
3	90	19	152	127	90	65	
4	74	19	152	127	90	65	
5	74	20	160	127	90	65	
6	74	20	163	127	90	65	

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 8 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

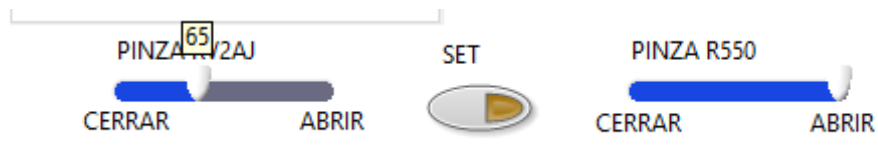
POSICIONES RV 2AJ POSICIONES R550

Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
7	92	20	163	125	90	65
8	97	20	163	125	90	65
9	97	20	163	113	90	65
10	97	17	163	105	90	65
11	97	24	163	105	90	65
12	97	24	163	105	90	133

POSICIONES RV 2AJ POSICIONES R550

Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
10	97	17	163	105	90	65
11	97	24	163	105	90	65
12	97	24	163	105	90	133
13	90	100	180	180	90	133
14	90	19	152	127	90	165

4. Con la herramienta slide bar en el software de la pinza en el RV-2AJ se debe ajustar y colocar un lápiz o marcador en el brazo físico para realizar la ejecución.



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 9 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

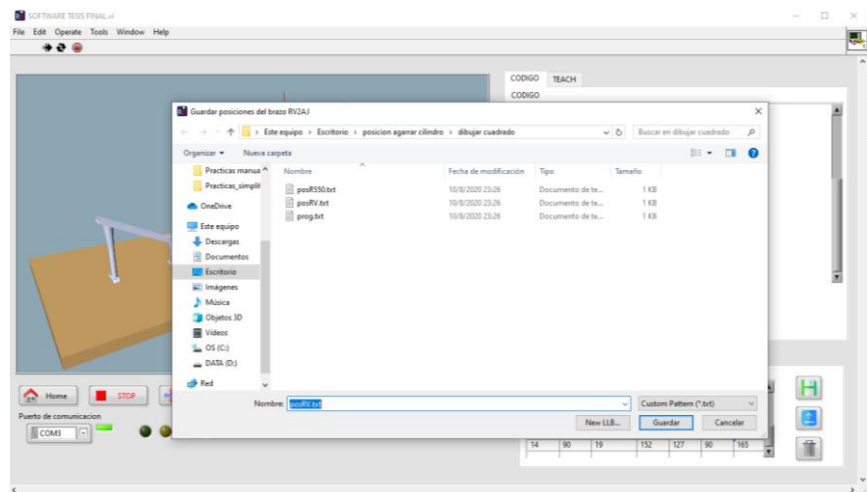
5. Utilizar el apartado de código para efectuar los movimientos con las posiciones tomadas. Recodar en cada final de código se debe colocar el stop para detener la ejecución.

CODIGO	TEACH	CODIGO	TEACH
CODIGO		CODIGO	
1	mov 1 to 2	13	mov 6 to 7
2	delay 100	14	delay 100
3	mov 2 to 14	15	mov 7 to 8
4	delay 8000	16	delay 100
5	mov 14 to 3	17	mov 8 to 9
6	delay 100	18	mov 9 to 10
7	mov 3 to 4	19	delay 1000
8	delay 100	20	mov 10 to 11
9	mov 4 to 5	21	delay 8000
10	delay 100	22	mov 11 to 12
11	mov 5 to 6	23	delay 1000
12	delay 100	24	mov 12 to 13
13	mov 6 to 7	25	stop
14	delay 100		
15	mov 7 to 8		
16	delay 100		
17	mov 8 to 9		
18	mov 9 to 10		

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 10 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

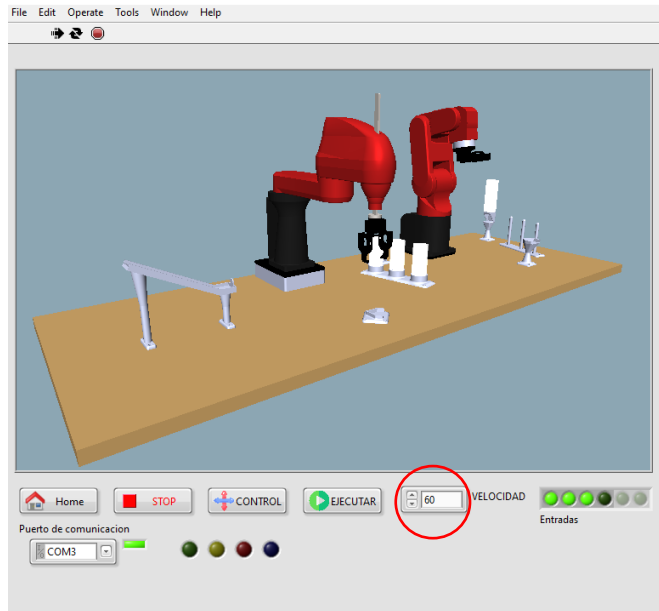
6. **Comprobar correctamente cada línea de código, revisando cada comando y posición.**
7. **Detener la ejecución del teach para guardar las posiciones y el código realizado. Se guardará como un archivo .txt.**



8. Establecer la velocidad de movimiento de los brazos entre 50 y 65 y simular los brazos robóticos. Recodar primero, des energizar los brazos para realizar la simulación en el software.

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 11 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



9. Cuando termine la simulación, se debe de programar en el código un tiempo de delay para colocar un lápiz o marcador en el brazo en posición home y energizar los brazos y presionar el botón ejecutar para visualizar el funcionamiento.

e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

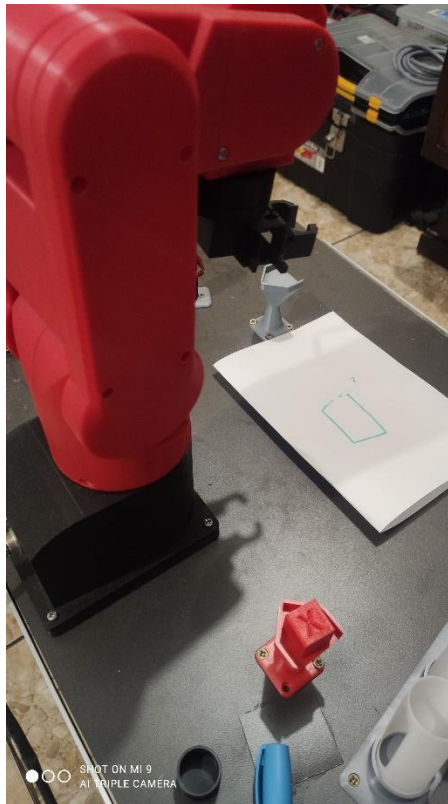
- Computadores con el software RAS.
- Estación de ensamblaje.
- Manipuladores a escala del RV-2AJ.
- Módulo de control.
- Pallets y piezas de trabajo (Cubos, cilindros, marcador)

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 12 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

f. REGISTRO DE RESULTADOS

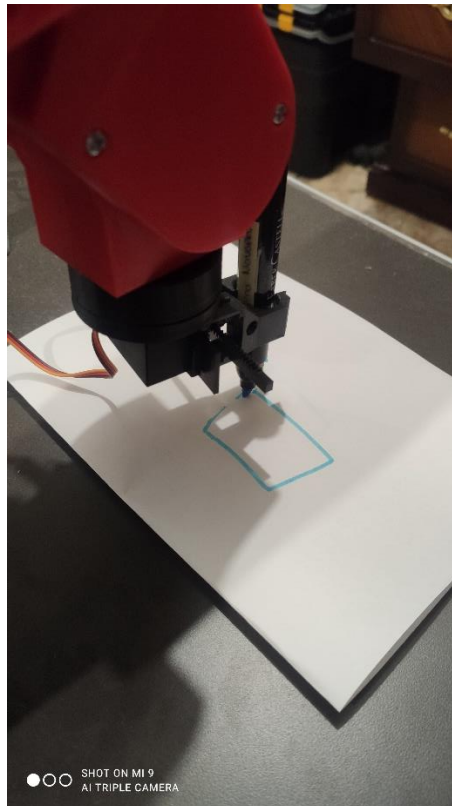
- Se coloca en posición home el RV2AJ



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

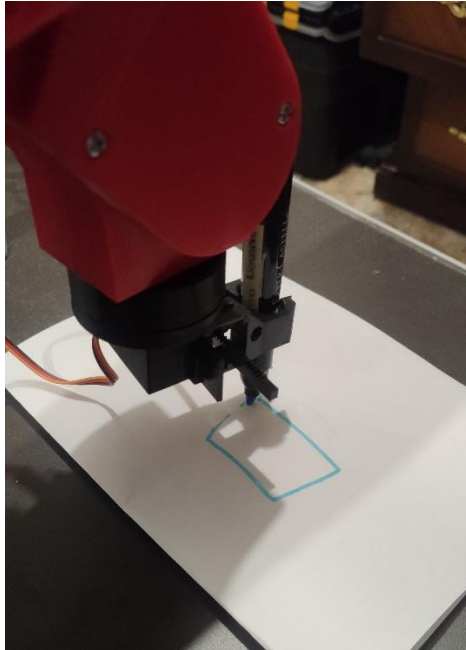
		REVISION 1/1	Página 13 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- Se coloca el esfero o marcador y después de 8 segundos empezará a dibujar un cuadrado con las posiciones que se tomaron anteriormente.



Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 14 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




g. ANEXOS

h. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- REYES Fernando, “Robótica control de robots manipuladores”. México, 2011.
- BARRIENTOS Antonio, “Fundamentos de robótica”, Madrid: McGraw Hill, 2007.

i. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: José Navarro O.	Revisado por: Msc Orlando Barcia.	Aprobado por: MSc. Orlando Barcia.
Fecha de Elaboración: Julio 2020	Fecha de Revisión: Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 1 de 19
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 6

NÚMERO DE ESTUDIANTES


JOSE NAVARRO.

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

**“COMUNICACIÓN VIA BLUETOOTH
MEDIANTE LA APP RAC”**

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 2 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

Realizar movimientos con el brazo robótico RV-2AJ y SCARA mediante la app RAC.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conectar los brazos robóticos y la tarjeta módulo de control, alimentándolos con la fuente.
- Compilar la codificación que se encuentra en Arduino para comunicar los brazos robóticos con el módulo bluetooth.
- Descargar la APP RAC que se encuentra adjunta a las actividades para desarrollar.
- Establecer comunicación bluetooth con la aplicación y comprobar el funcionamiento con los brazos robóticos.


c. MARCO TEÓRICO

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.



Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 3 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Se denomina Bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que requieren corto alcance de emisión y basados en transceptores de bajo costo.

Los dispositivos que incorporan este protocolo pueden comunicarse entre sí cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión es suficiente. Estos dispositivos se clasifican como “Clase 1”, “Clase 2” o “Clase 3” en referencia a su potencia de transmisión.

- **Modulo HC-05**

El módulo HC-05, que puede configurarse tanto como Master que, como Slave, y que además dispone de bastante más parámetros de configuración y capacidades de interrogación.


Mientras que el HC-06 entra en modo de programación en cuanto lo enciendes y mientras no haya nadie conectado por Bluetooth, el HC-05 es ligeramente más complicado de colocar en modo comandos y requiere una cierta manera de arrancado, concretamente requiere que el pin KEY, (que no estaba conectado el caso del HC-06) esté en HIGH cuando encendemos el módulo.

d. MARCO PROCEDIMENTAL

Realizar el funcionamiento de la aplicación RAC con los brazos robóticos RV2-AJ y SCARA mediante comunicación bluetooth.

Utilizando la aplicación que se puede descargar desde este link <https://drive.google.com/file/d/1Mcam3I98BG6nZWiuEKOtLiS8kLZH2oTN/view?usp=sharing>

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 4 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Se deberá conectar los brazos robóticos y energizarlos moviendo de posición el switch en modo on.



Se debe colocar la función del módulo de control en bluetooth, así que; se bajamos la opción presionando la tecla 0 para bajar la opción.

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 5 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




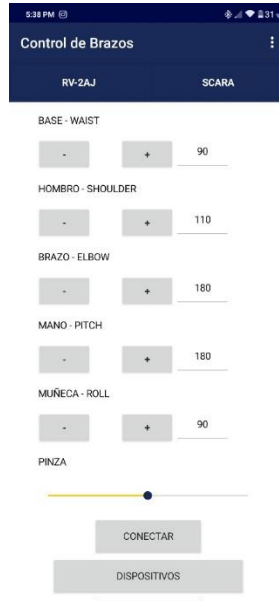
Una vez colocada la opción de bluetooth en el LCD del módulo de control, se debe realizar el emparejamiento con el bluetooth del dispositivo móvil, en este caso, el módulo se llama “MODULO 3”. Ingresando desde la app en buscar dispositivo.

El módulo bluetooth de la tarjeta de control estará parpadeando rápidamente, eso quiere decir que está listo para ser emparejado.



Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 6 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

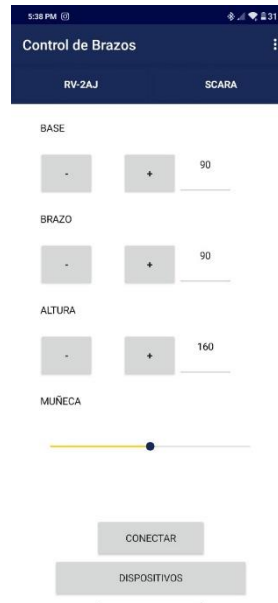


Cuando se haya emparejado el dispositivo móvil, observaremos que el módulo de bluetooth va a parpadear cada 1 seg aproximadamente.

Realizamos pequeños movimientos del brazo SCARA moviendo cada eslabón o articulación, presionando los botones que controlan la app. También podremos mover la pinza con el slide bar que se encuentra en la aplicación.

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 7 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Ahora, realizamos los mismos pequeños movimientos con el brazo robótico RV-2AJ.


Recordar que se puede mover 2 o más articulaciones por cada brazo robótico.

Para que los brazos robóticos regresen a su posición inicial, se debe mover el dispositivo móvil levantándolo hacia el cuerpo del operador de la aplicación.

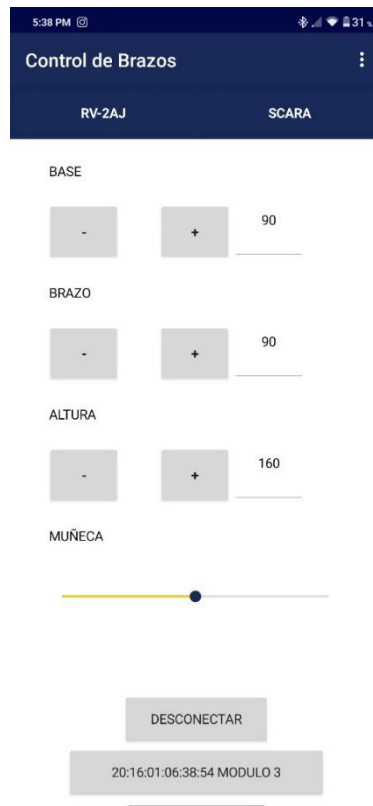
e. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

- Dispositivo móvil con la aplicación RAC.
- Brazos robóticos RV-2AJ y SCARA.
- Pallets y piezas de trabajo (camisas, vástagos y resortes internos de cilindro simple efecto)
- Modulo tarjeta de control.

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 8 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

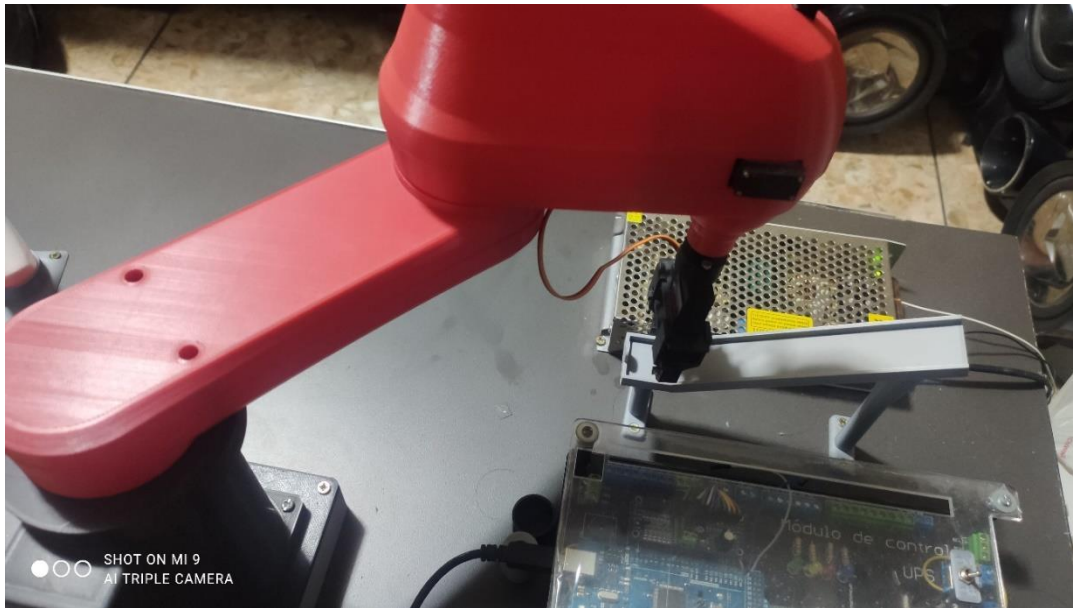
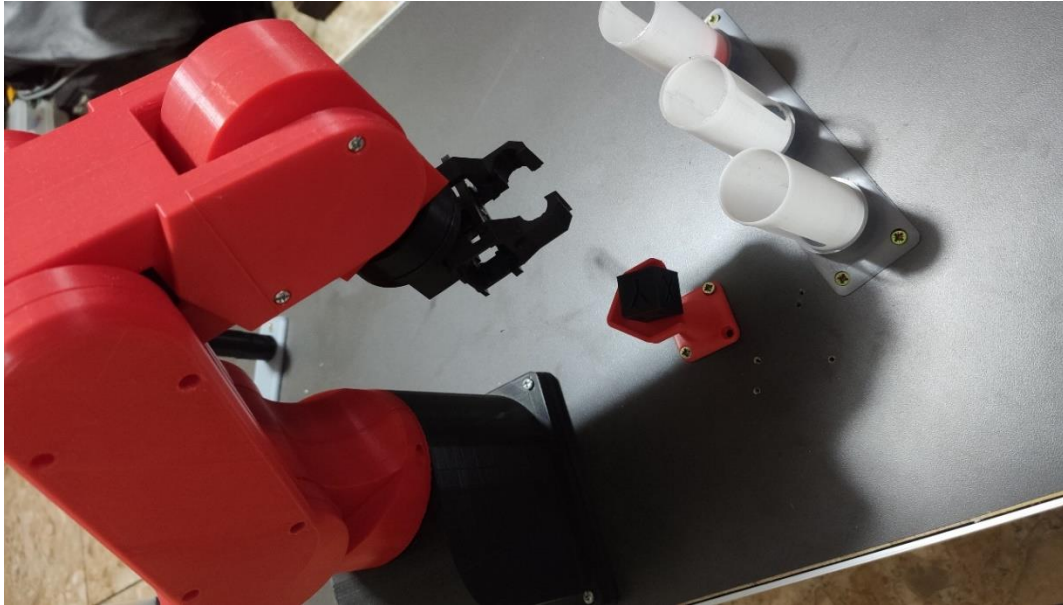
f. REGISTRO DE RESULTADOS




Conexión del dispositivo móvil con el módulo de control.

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 9 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 10 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


g. ANEXOS

h. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- Aprendiendo Arduino, “Módulo bluetooth HC-05”. Ultimo acceso, agosto 2020.

i. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 11 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 7

NÚMERO DE ESTUDIANTES

JOSE NAVARRO O.


TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

“Análisis de comportamiento en brazo

robótico KUKA 550”

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 12 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el comportamiento del brazo robótico mediante el software Matlab.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar la codificación en el math script.
- Comprobar el funcionamiento de la codificación realizada.

c. MARCO TEÓRICO


Los links manejados serán tomados de la practica #2 para comprobar el grafico realizado en matlab

d. MARCO PROCEDIMENTAL

A. Programar en el software de Matlab el comportamiento del brazo robótico KUKA 550

1. Abrir el software de Matlab con versión mínima 2014 y comprobar si tiene instalado la librería de robotics tools.

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 13 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

2. Abrir un nuevo math script y codificar las siguientes líneas de código

```
%%UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA%%
```

```
%%
```

```
%%PRACTICA #7
```

```
%ANALISIS DE COMPORTAMIENTO EN BRAZO ROBOTICO KUKA R550
```

```
%SE SEFINE EL VALOR DE L EN CADA JOIN
```

```
l1=158;
```

```
l2=159.92;
```

```
l3=112.07;
```

```
d1=0;
```


```
%Se crean los Link o join
```

```
L(1)=Link ([0 l1 l2 0 0 0]);
```

```
L(2)=Link ([0 0 l3 pi 0 0]);
```

```
L(3)=Link ([0 d1 0 0 1 30]);
```

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 14 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

```
Rob = SerialLink(L)
```

```
Rob.name= ' R550';
```


```
q1=0;
```

```
q2=0;
```

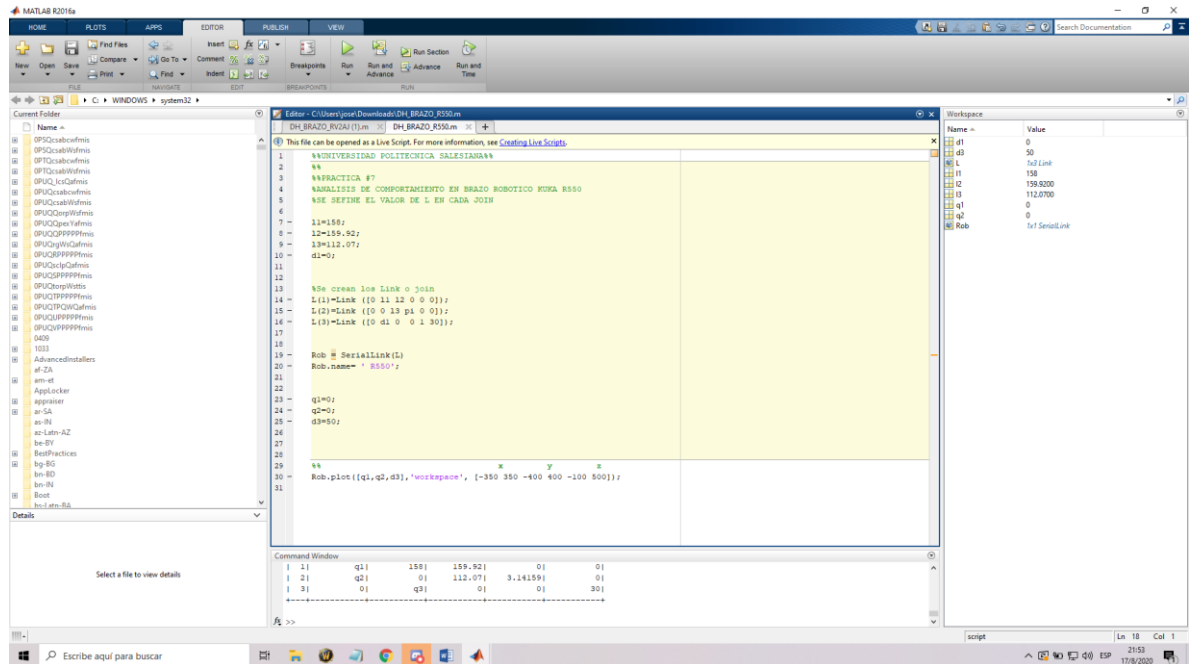
```
d3=50;
```

```
%%                                x          y          z
Rob.plot([q1,q2,d3], 'workspace', [-350 350 -400 400 -100 500]);
```

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 15 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- Una vez terminado la codificación, comprobar la codificación, ya que no debe tener ningún error.



```

1  %% UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
2  %%
3  %% PRACTICA #7
4  %% ANALISIS DE COMPORTAMIENTO EN BRAZO ROBOTICO ROSA R550
5  %% SE DEFINE EL VALOR DE L EN CADA JOIN
6
7  L1=158;
8  L2=159.92;
9  L3=112.07;
10 d1=0;
11
12
13 %% create the Link o Joint
14 L1=Link('S',L1,[0 0 0]);
15 L2=Link('S',L2,[0 0 13 pi 0]);
16 L3=Link('S',L3,[0 d1 0 0 1 30]);
17
18
19 Rob = SerialLink(L);
20 Rob.name = 'R550';
21
22
23 q1=0;
24 q2=0;
25 d3=50;
26
27
28
29 %%
30 Rob.plot('q1,q2,d3','workspace',[-350 350 -400 400 -100 500]);
31

```

Workspace:

Name	Value
d1	0
d3	50
L	1x3 Link
L1	158
L2	159.9200
L3	112.0700
q1	0
q2	0
Rob	1x1 SerialLink

Command Window:


```

1 11 | q1 | 158 | 159.92 | 0 | 0 |
1 21 | q2 | 0 | 112.07 | 3.14159 | 0 |
1 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |

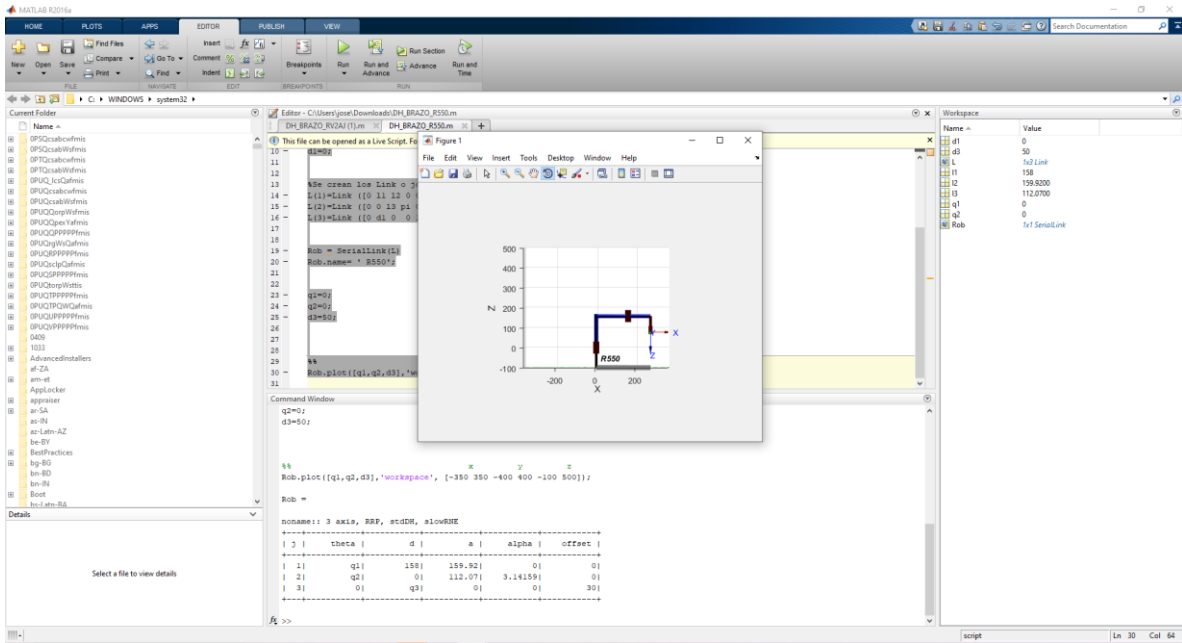
```

- Guardar y evaluar el programa codificado previamente.

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 16 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Resultados:




e. ANEXOS

f. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

- REYES Fernando, “Robótica control de robots manipuladores”. México, 2011.
- BARRIENTOS Antonio, “Fundamentos de robótica”, Madrid: McGraw Hill, 2007.


g. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 17 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA
PRÁCTICA # 8
NÚMERO DE ESTUDIANTES
#
JOSE NAVARRO O.
TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS
TEMA:
“CLASIFICACION DE PIEZA
MEDIANTE EL BRAZO ROBOTICO
KUKA 550”

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 18 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

h. OBJETIVO GENERAL:

- Realizar los movimientos respectivos para clasificar una pieza cilíndrica mediante el robot KUKA R550.

i. OBJETIVOS ESPECIFICOS:


- Realizar la toma de posiciones en el software RAS con el brazo robótico KUKA R550.
- Programar el brazo robótico KUKA R550 por medio del software RAS
- Efectuar la ejecución de los movimientos del brazo robótico.

j. MARCO TEÓRICO

Características del robot KUKA R550.-

- Tiene 3 grados de libertad.
- La carga máxima que puede 1lb.
- Tiene una repetitividad de ± 0.02 mm
- La velocidad máxima de sus movimientos es de 2100 mm/s
- La pinza tiene un alcance de 482 mm
- Tiene un sistema de guiado "Servo motor DC"
- El rango de temperatura que puede soportar es de 0° a 40°
- Su peso aproximado es de 2Kg

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 19 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Aplicaciones del robot KUKA R550.-

- Ayuda a evitar la realización de trabajos pesados y repetitivos para el ser humano.
- Aumenta la productividad.
- Puede realizar tareas en condiciones y ambientes peligrosos para el ser humano (hostiles, a muy altas o muy bajas temperaturas, etc).

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 20 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


Comandos de RAS utilizados en la Práctica. -

- mov. -
Realiza un movimiento de un punto a otro.
- delay. -
Retardo para el siguiente cambio de posición de movimiento.
- stop. -
Detiene la ejecución del programa.
- go to. -
Regresa a la línea de código asignada.

ACTIVIDAD. -

Realizar un programa para que el brazo a escala del KUKA R550 permita clasificar una pieza cilíndrica mediante el software RAS.

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 21 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

SOLUCIÓN. -

Las posiciones necesarias serán:

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550		
Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
1	90	90	70	180
2	53	90	68	180
3	55	46	68	180
4	55	46	49	180
5	55	46	49	142
6	55	46	68	142


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 22 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550		
Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
6	55	46	68	142
7	56	90	70	142
8	148	90	70	142
9	141	111	70	142
10	141	111	70	180

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550				
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
1	90	110	180	180	90	180
2	90	110	180	180	90	180
3	90	110	180	180	90	180
4	90	110	180	180	90	180
5	90	110	180	180	90	180
6	90	110	180	180	90	180

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 23 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


k. MARCO PROCEDIMENTAL

- B. Diseñar un algoritmo para el Robot R550 a escala de la versión KUKA para que realice las trayectorias y haga la simulación que puede trasladar un objeto de un lugar a otro clasificándolo en su respectiva posición en el colocador de pieza.

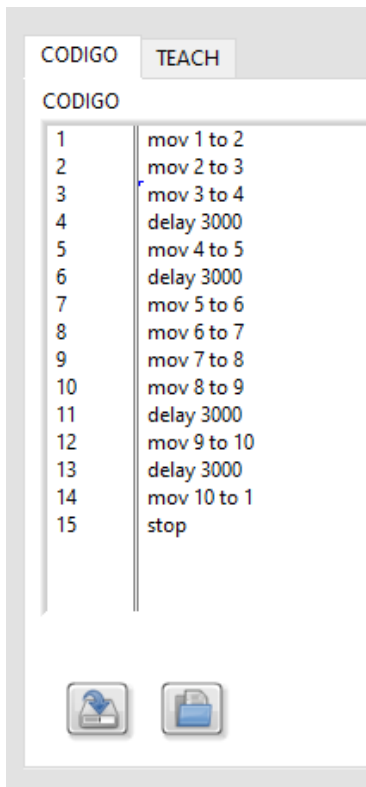
A continuación, se detalla la secuencia:

1. Realizar un Movimiento Interpolado hasta llegar a P2.
2. Realizar una línea recta hasta P5.
3. Realizar un círculo, cual pasara por P3, P4, P5.
4. Retornar dicha secuencia

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 24 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PROGRAMA REALIZADO EN RAS. -




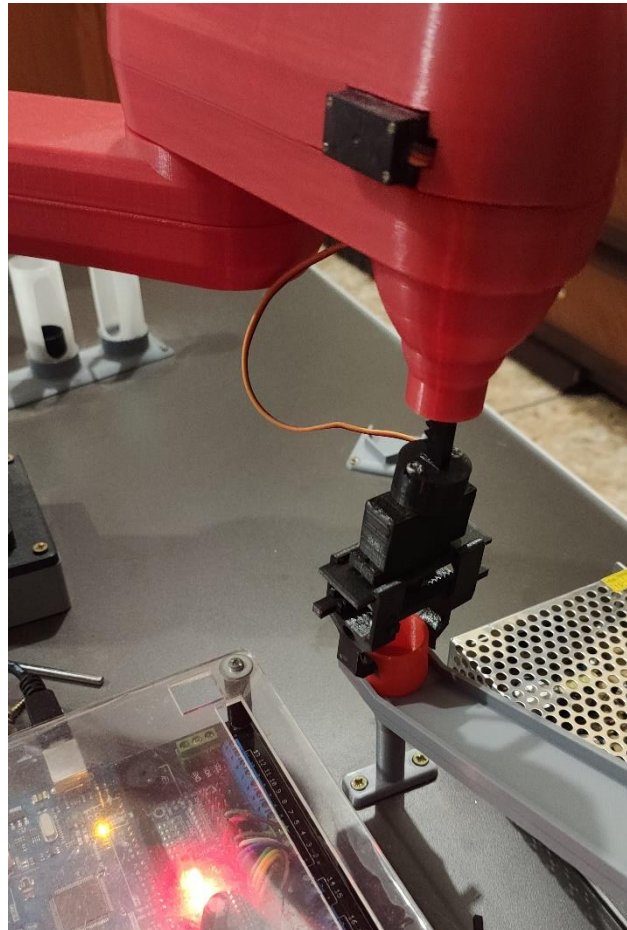
```

CODIGO  TEACH
CODIGO
1      mov 1 to 2
2      mov 2 to 3
3      mov 3 to 4
4      delay 3000
5      mov 4 to 5
6      delay 3000
7      mov 5 to 6
8      mov 6 to 7
9      mov 7 to 8
10     mov 8 to 9
11     delay 3000
12     mov 9 to 10
13     delay 3000
14     mov 10 to 1
15     stop

```


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

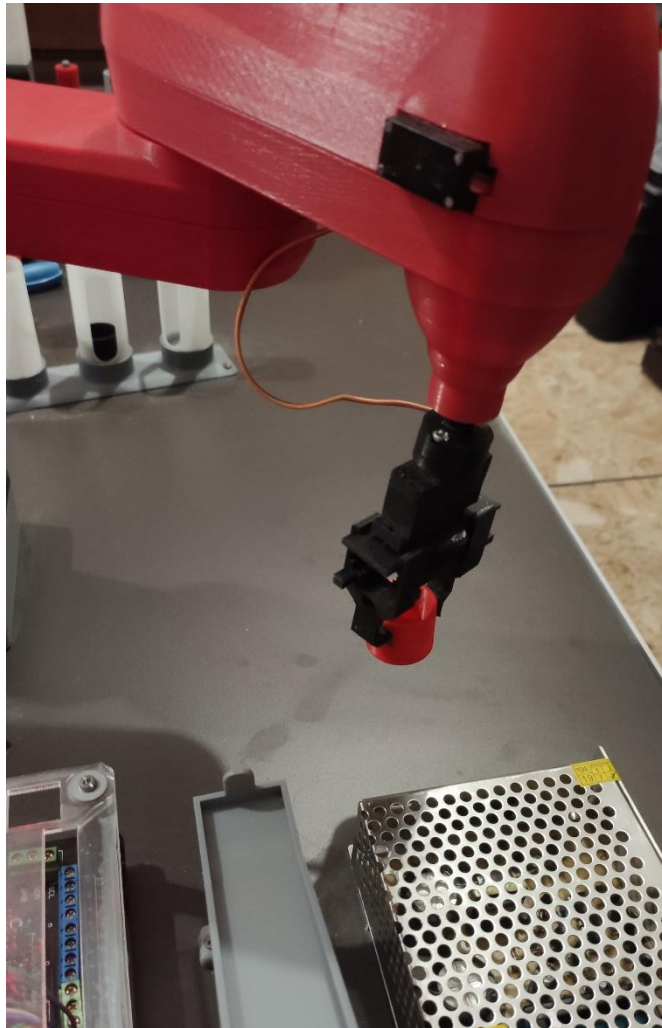
	REVISION 1/1	Página 25 de 19
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible	
CARRERA	Ingeniería Electrónica	
SEDE	Guayaquil	



Punto 1.- Recoger pieza
cilíndrica.


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

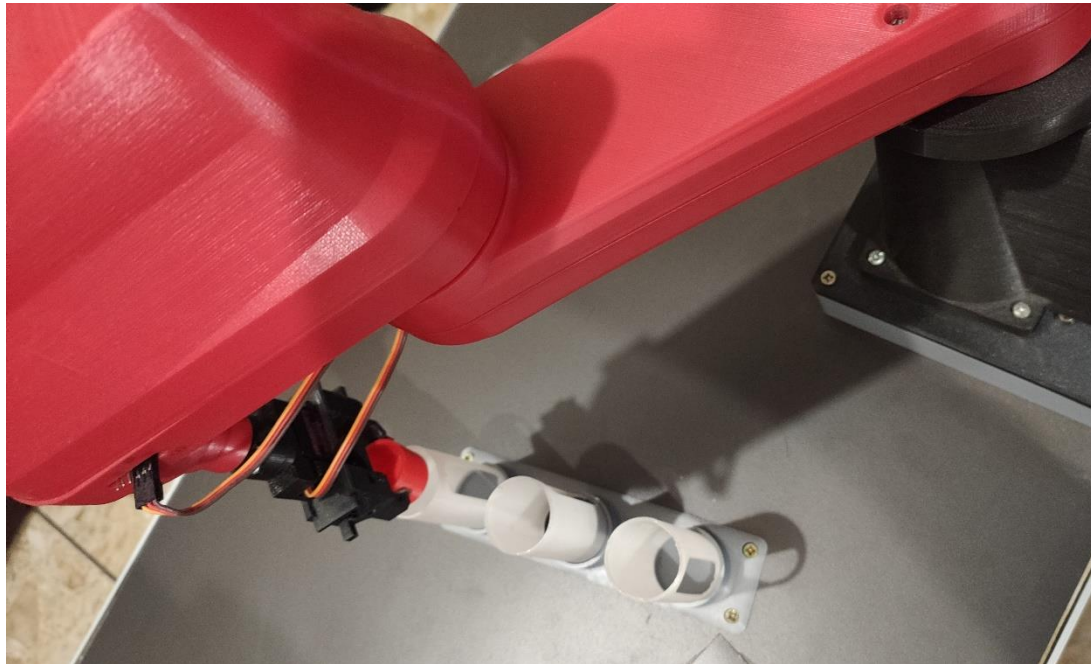
		REVISION 1/1	Página 26 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Punto 2.- Mover la pieza al clasificador


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 27 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Punto 3.- Ajustar la posición
de caída de la pieza


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 28 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

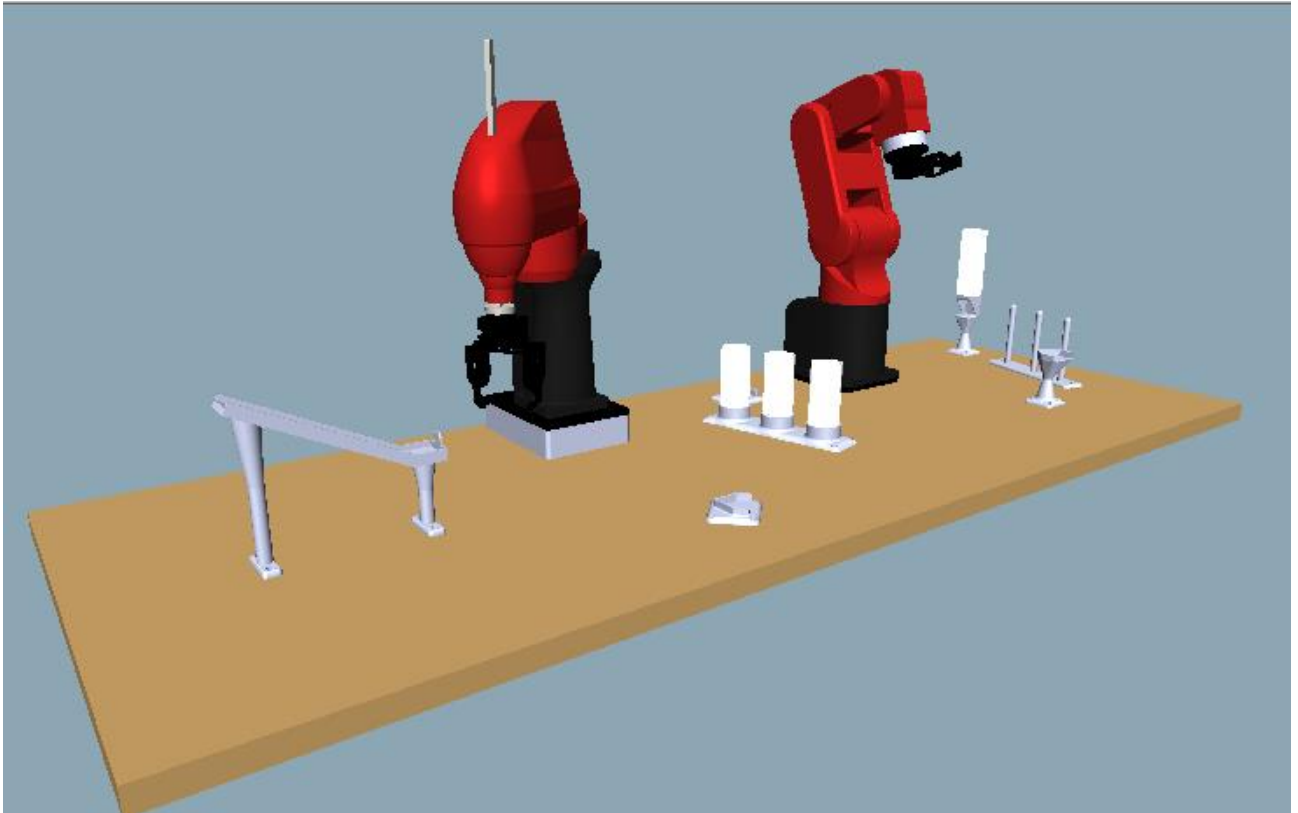


Punto 4.- Colocar pieza en clasificador.


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

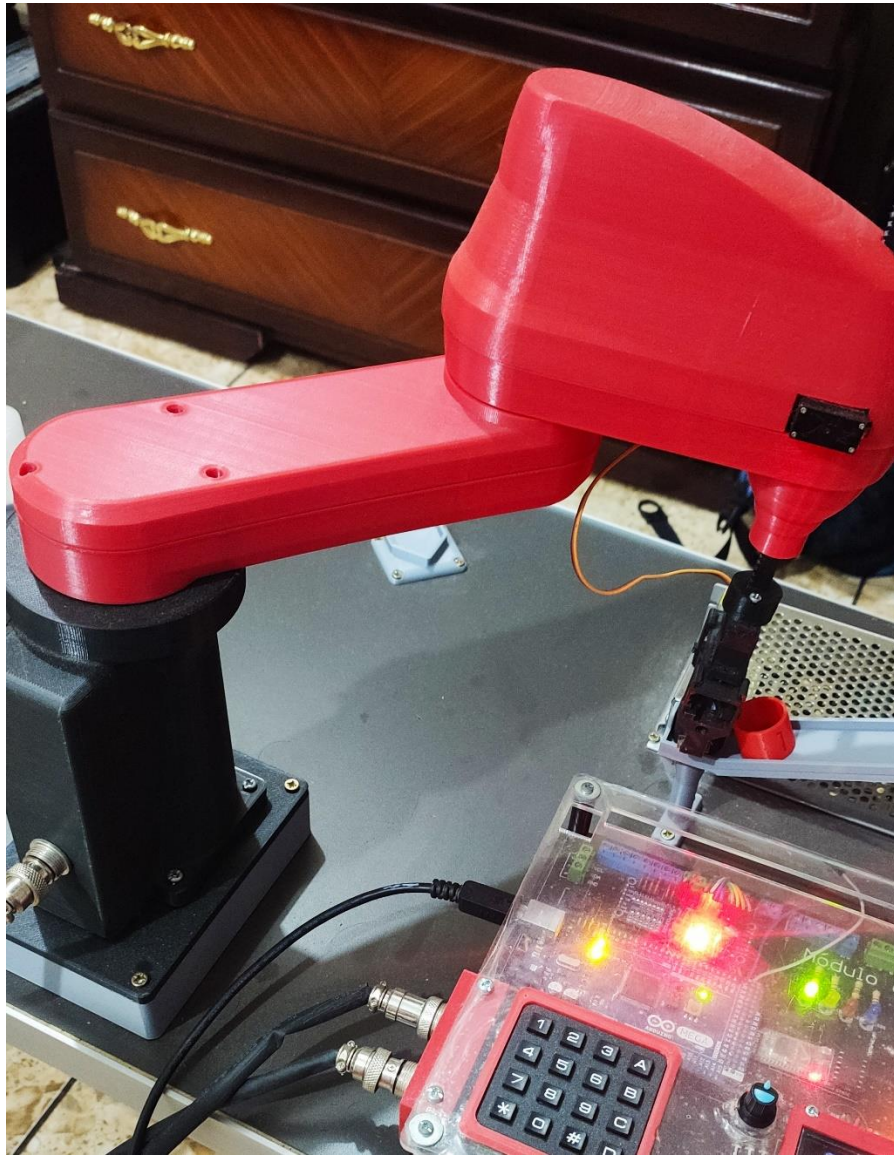
		REVISION 1/1	Página 29 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. REGISTRO DE RESULTADOS




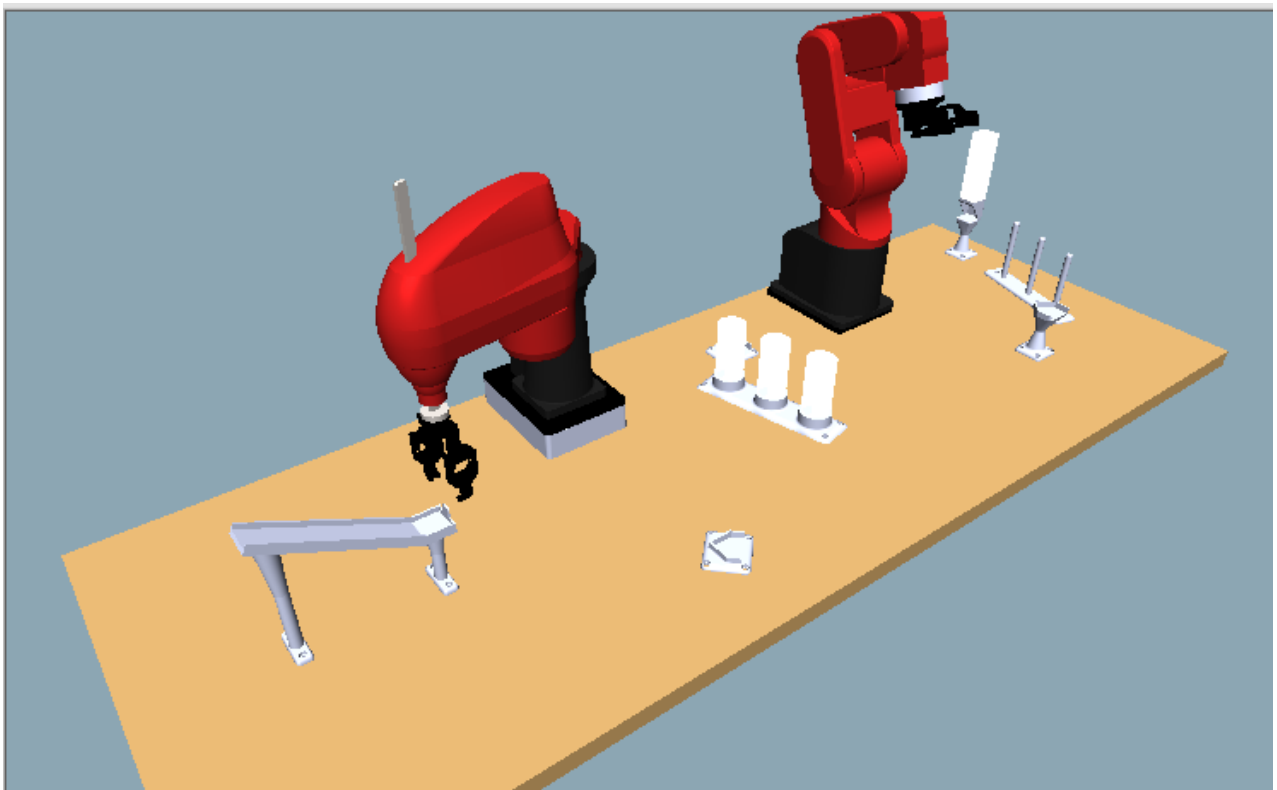
Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 30 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




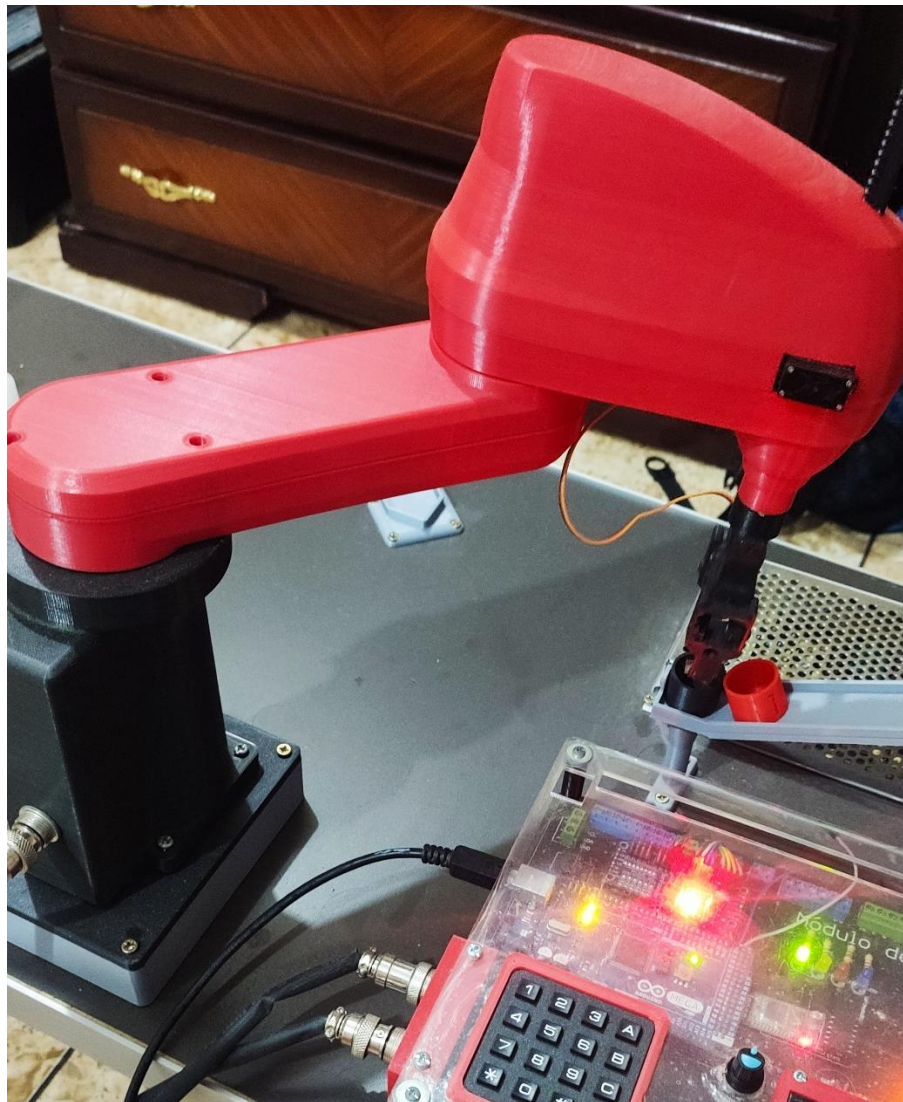
Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 31 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




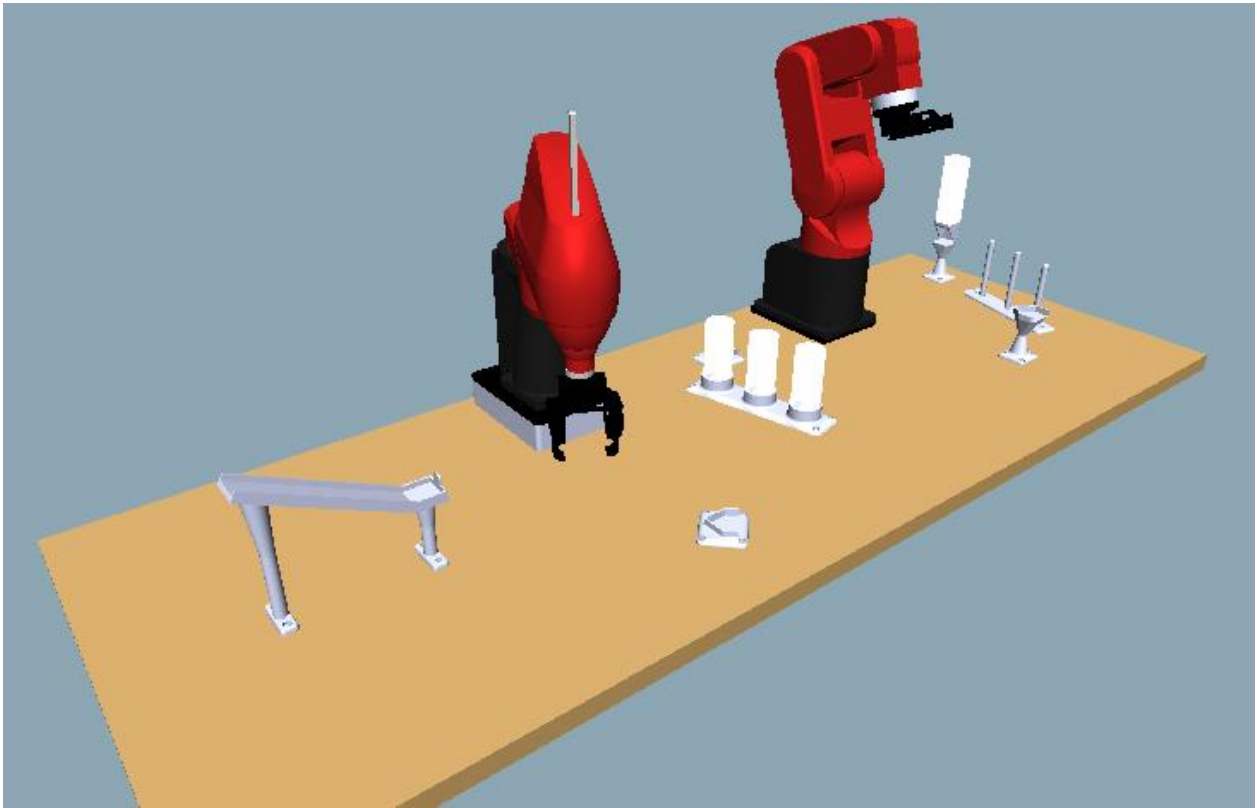
Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 32 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




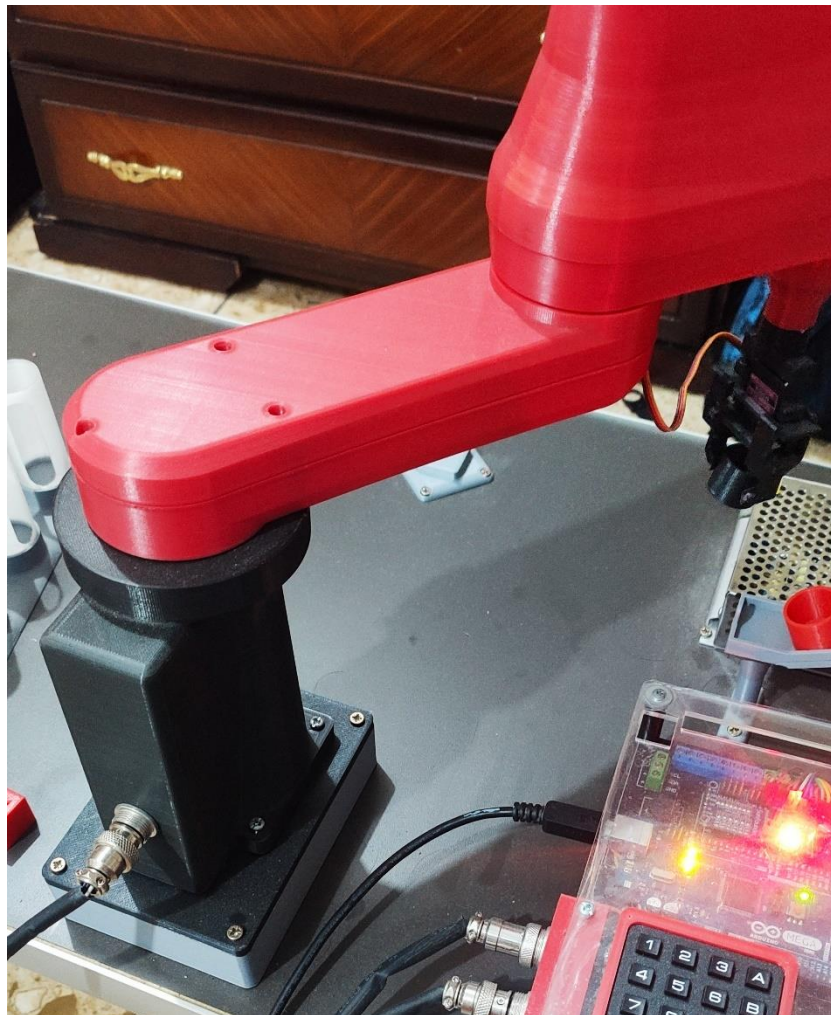
Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 33 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




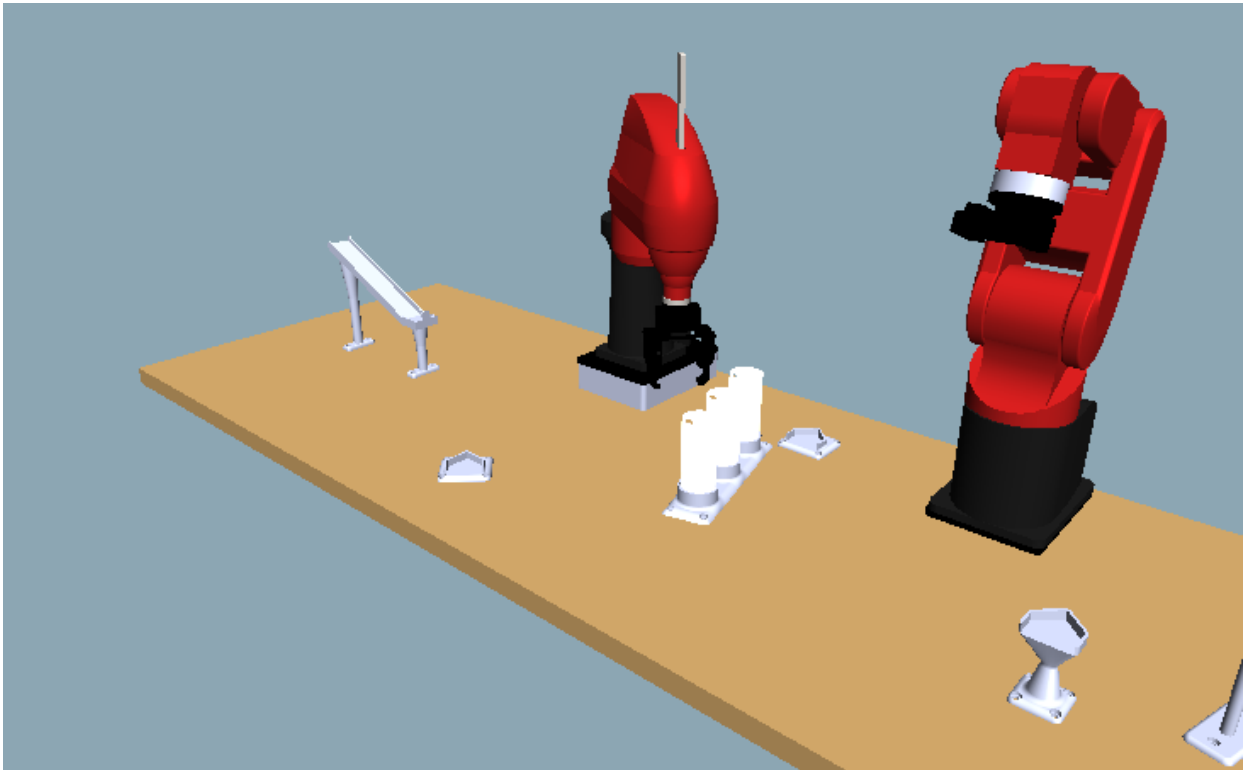
Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 34 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 35 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




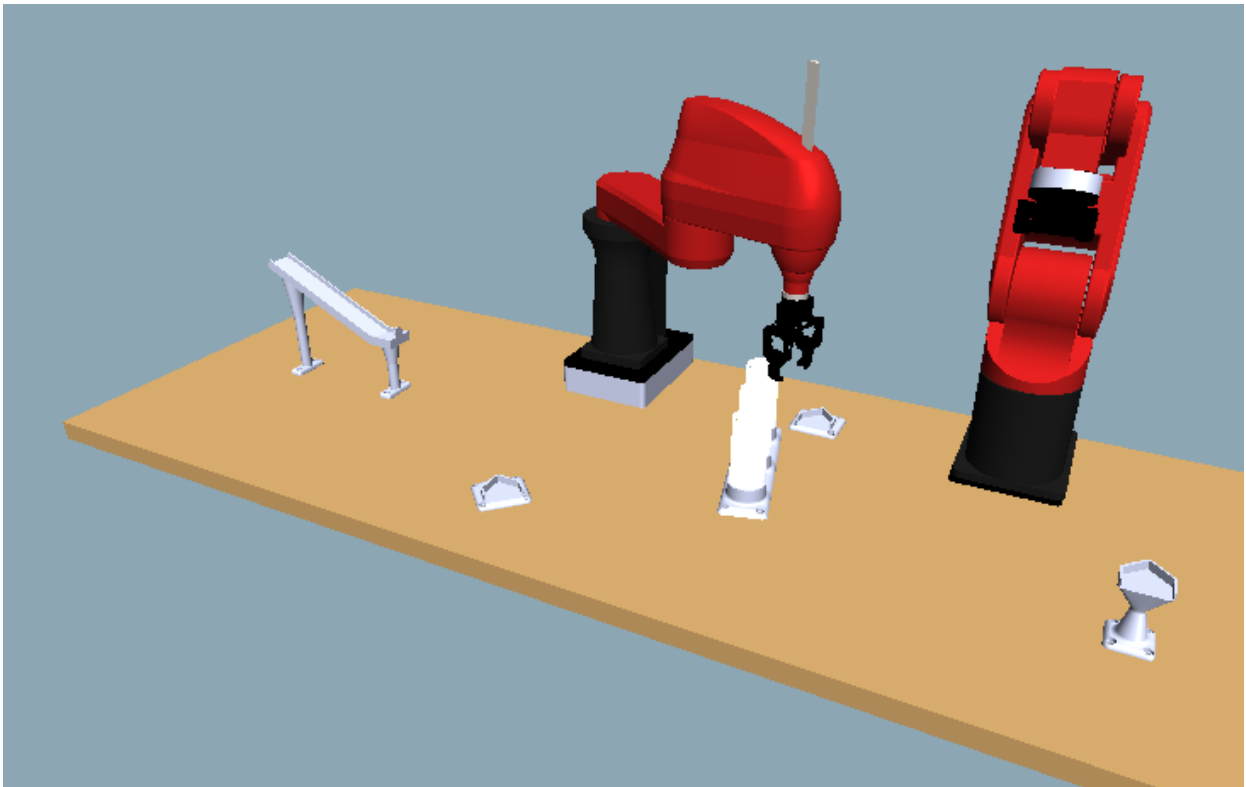
Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 36 de 19
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 37 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 38 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		



Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 39 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

b. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)


- Computadores con el software RAS.
- Estación de ensamblaje perteneciente al módulo didáctico.
- Manipulador a escala KUKA R550
- Pallets y piezas de trabajo.

c. ANEXOS

d. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

e. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 40 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 9

NÚMERO DE ESTUDIANTES


JOSE NAVARRO O.

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

**“MOVIMIENTO DE UNA PIEZA CON
EL BRAZO ROBOTICO RV-2AJ”**

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 41 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

- Realizar los movimientos respectivos para mover una pieza tipo cubica con el brazo robótico RV-2AJ.

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar la toma de posiciones en el software RAS con el brazo robótico RV-2AJ.
- Realizar la programación del brazo robótico RV-2AJ.
- Efectuar la ejecución de los movimientos del brazo robótico.


c. MARCO TEÓRICO

d. MARCO PROCEDIMENTAL

- C. Diseñar un algoritmo para el Robot RV-2AJ a escala que permita mover una pieza cubica en las dos mini torres de colocación.

A continuación, se detalla la secuencia:


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 42 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Codificación del programa:

CODIGO	TEACH
CODIGO	
1	mov 1 to 2
2	mov 2 to 3
3	mov 3 to 4
4	mov 4 to 5
5	mov 5 to 6
6	mov 6 to 7
7	delay 2000
8	mov 7 to 8
9	delay 2000
10	mov 8 to 9
11	mov 9 to 10
12	mov 10 to 11
13	mov 11 to 12
14	mov 12 to 13
15	mov 13 to 14
16	delay 2000
17	mov 14 to 15
18	delay 2000

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 43 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

CODIGO TEACH

CODIGO

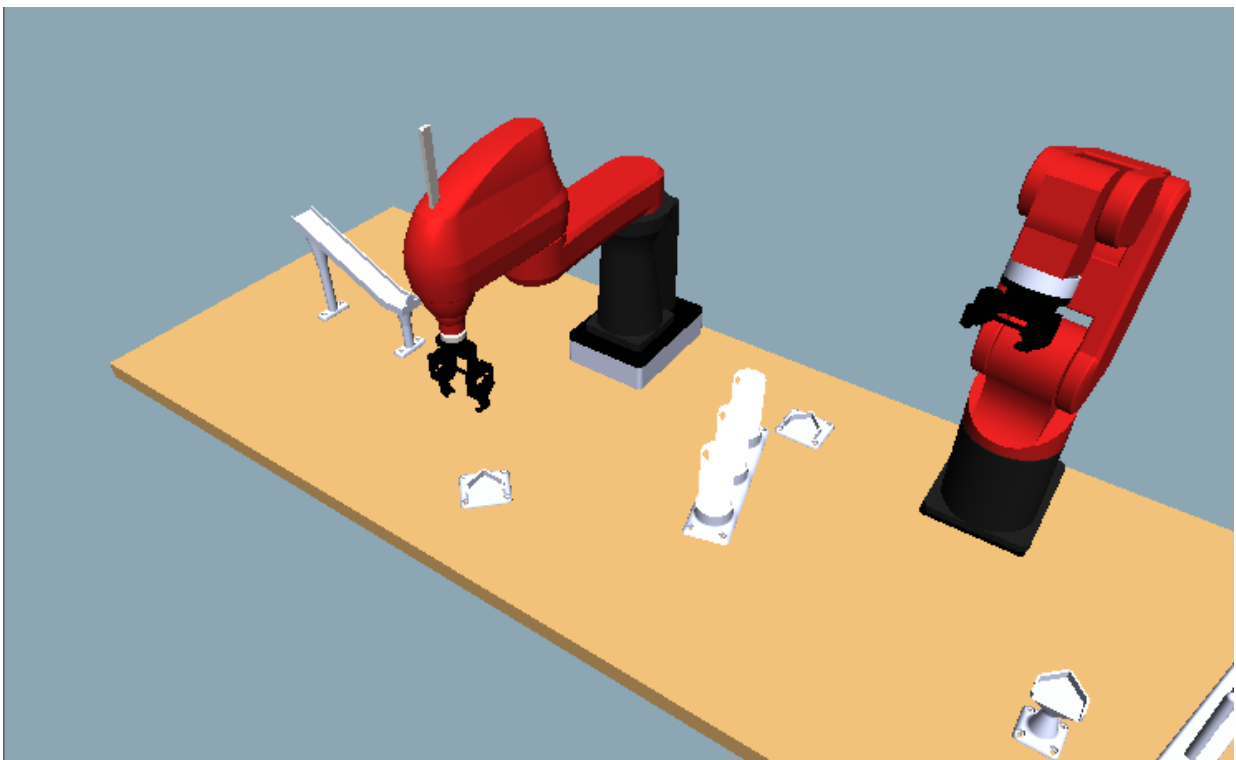
7	delay 2000
8	mov 7 to 8
9	delay 2000
10	mov 8 to 9
11	mov 9 to 10
12	mov 10 to 11
13	mov 11 to 12
14	mov 12 to 13
15	mov 13 to 14
16	delay 2000
17	mov 14 to 15
18	delay 2000
19	mov 15 to 16
20	mov 16 to 1
21	stop

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 44 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PROGRAMA REALIZADO EN RAS. -

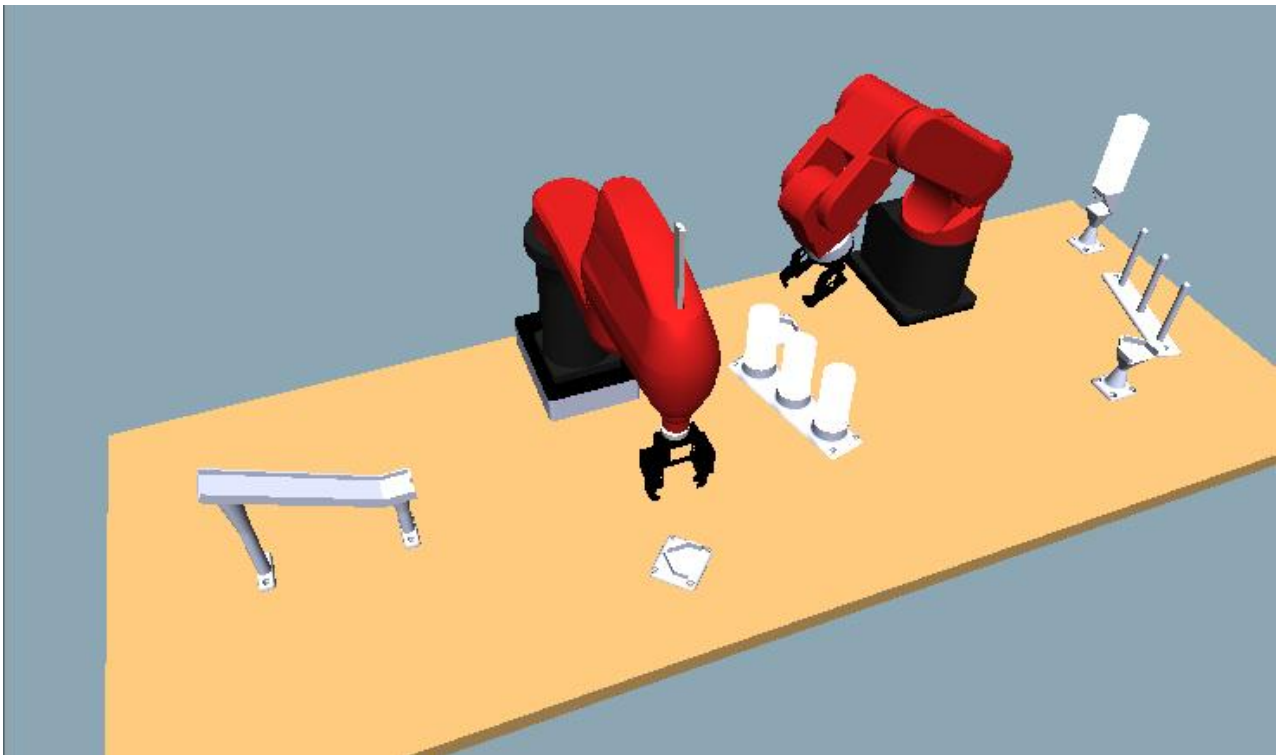
- Posición inicial del brazo.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 45 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

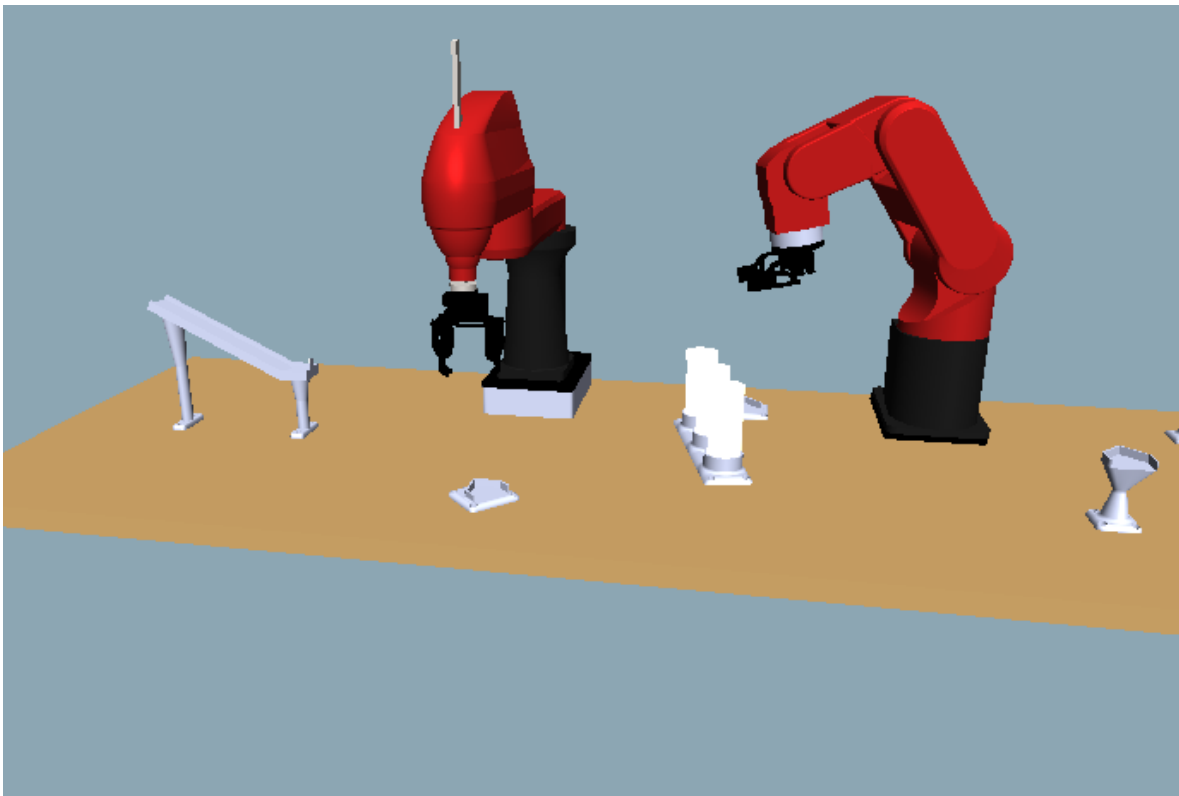
- Sección al tomar la pieza




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 46 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

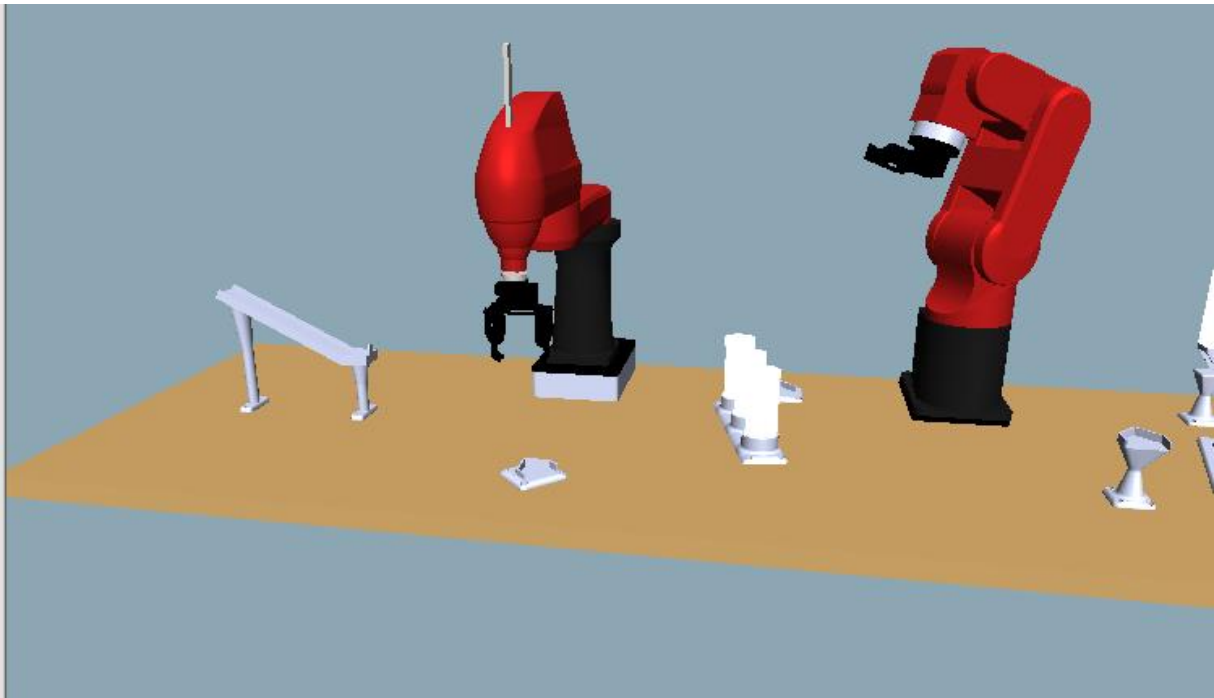
- Elevar pieza y transportar




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 47 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

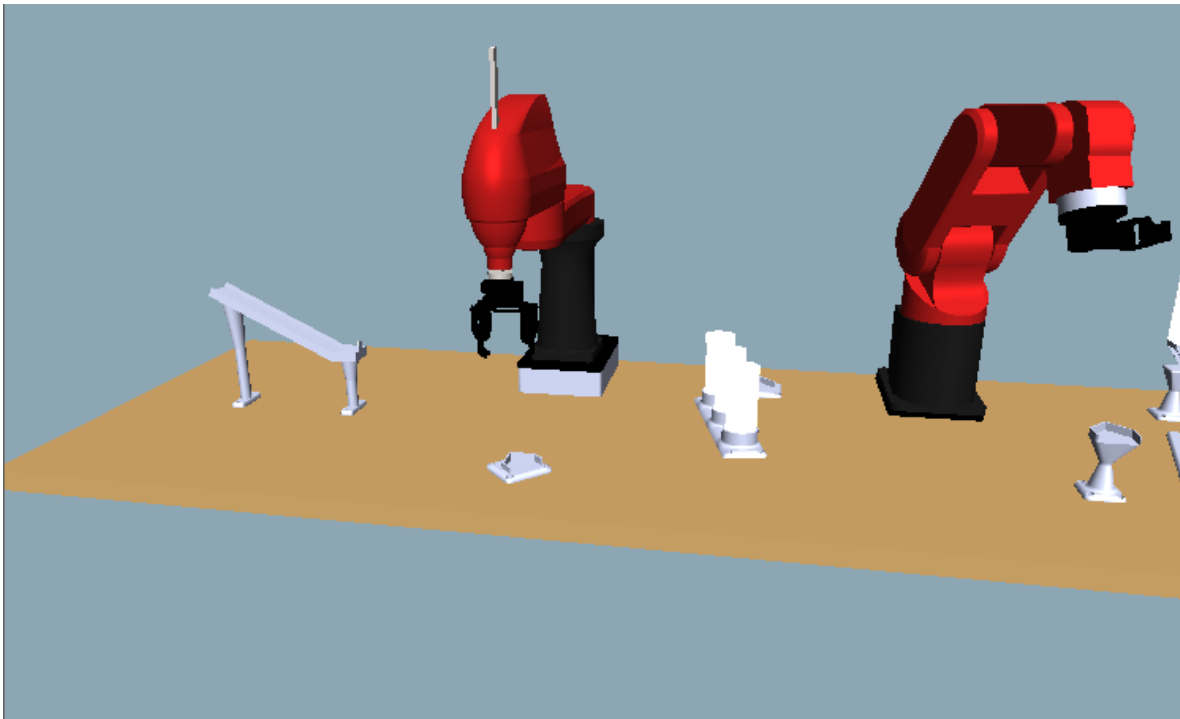
- **Transporta la pieza a la mini torre.**




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 48 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

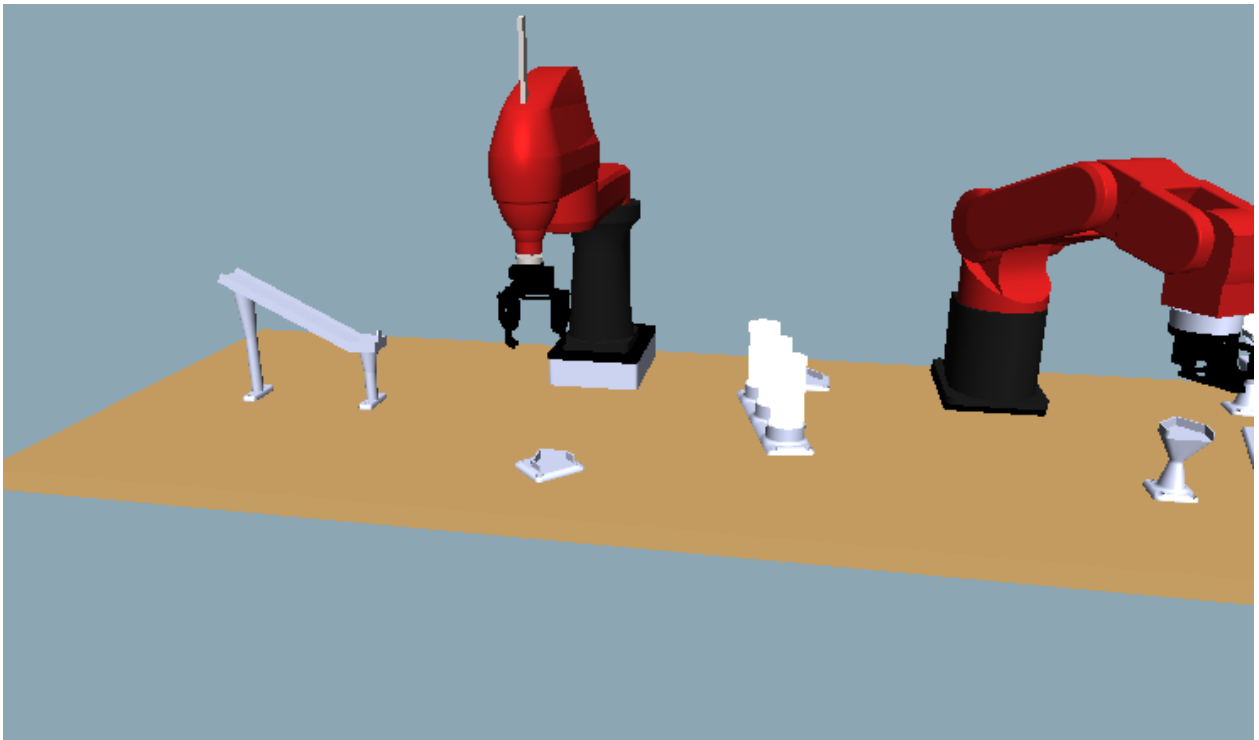
- **Posición elevada de la pinza para colocación de pieza cubica.**




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 49 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- **Colocación de pieza en mini torre.**



Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 50 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a) REGISTRO DE RESULTADOS

PUNTO 1 (POSICIÓN INICIAL)




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 51 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

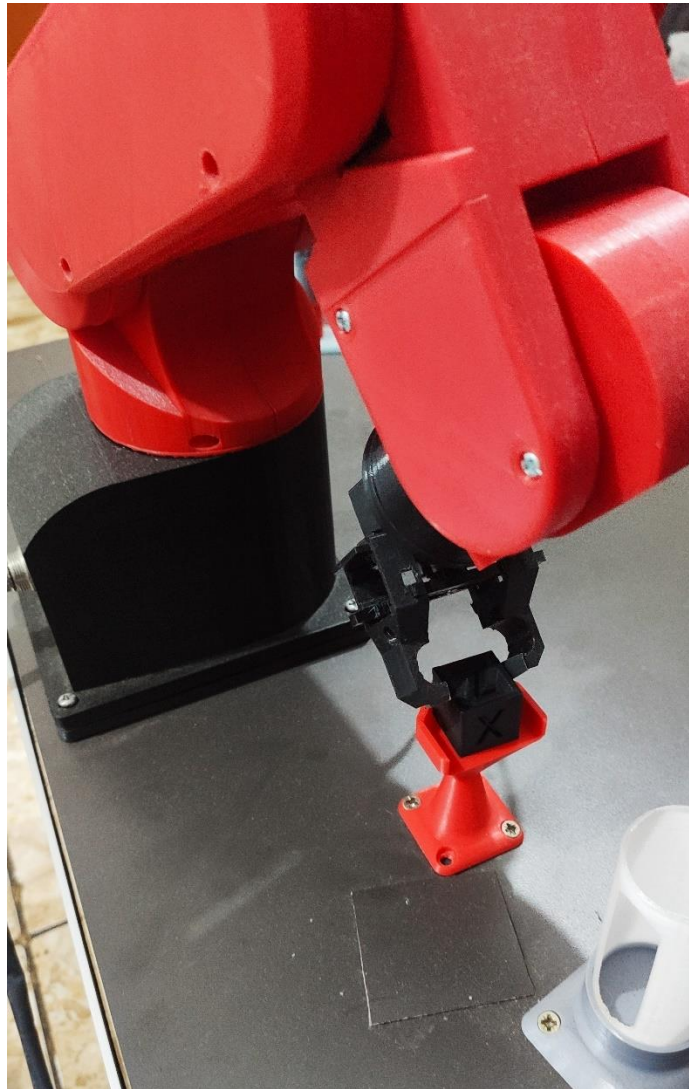
PUNTO 2




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 52 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

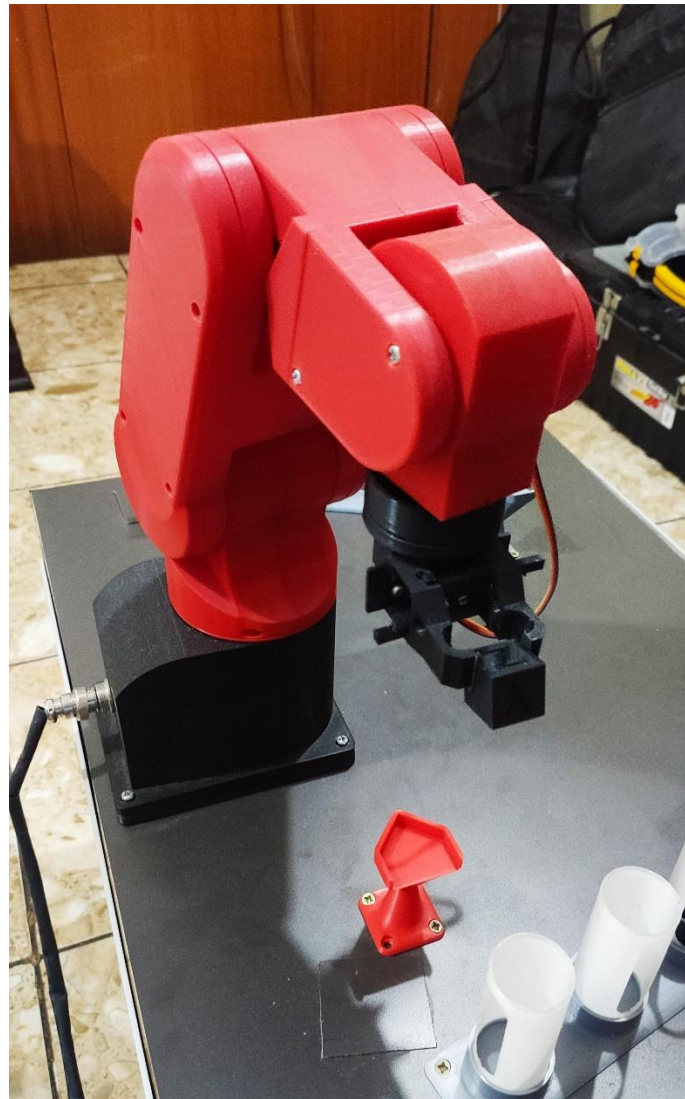
Agarre de pieza.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 53 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

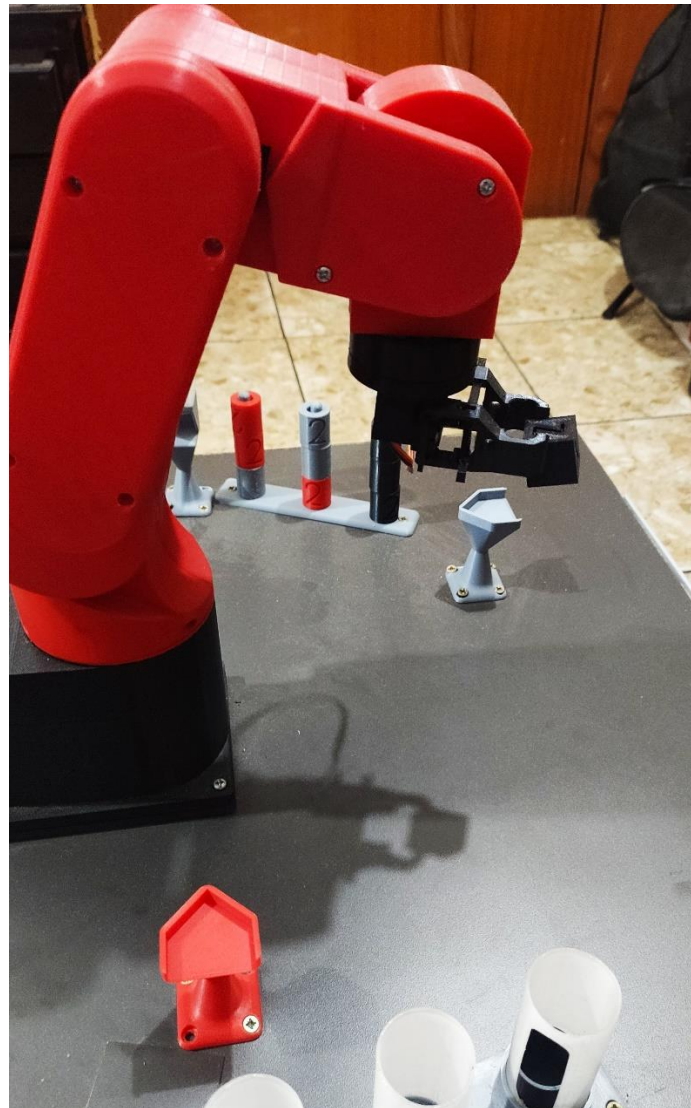
PUNTO 3




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 54 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PUNTO 4




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 55 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PUNTO 5




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 56 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

PUNTO 6




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 57 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

REGRESA AL PUNTO 1 (POSICIÓN INICIAL)



Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 58 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- Posiciones tomadas en el RV 2AJ

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550				
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
1	90	110	180	180	90	180
2	16	110	180	180	90	180
3	16	58	172	166	90	180
4	11	43	167	166	90	180
5	11	42	164	166	90	180
6	11	34	164	166	90	180

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550				
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
6	11	34	164	166	90	180
7	11	34	164	166	90	138
8	11	82	164	166	90	138
9	84	78	164	166	90	138
10	113	78	164	166	90	138
11	110	31	132	162	90	138

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 59 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		


POSICIONES RV 2AJ POSICIONES R550

Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
10	113	78	164	166	90	138
11	110	31	132	162	90	138
12	124	28	131	162	90	138
13	120	22	125	162	90	138
14	120	20	125	163	90	138
15	120	20	125	163	90	180

POSICIONES RV 2AJ POSICIONES R550

Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
13	120	22	125	162	90	138
14	120	20	125	163	90	138
15	120	20	125	163	90	180
16	120	54	125	163	90	180

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 60 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

f. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)


- Computadores con el software RAS.
- Estación de ensamblaje perteneciente al módulo didáctico.
- Manipulador industrial RV-2AJ
- Pallets y piezas de trabajo (Piezas cubicas, mini torres en 3D)

g. ANEXOS

h. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

i. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 61 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

ROBOTICA

PRÁCTICA # 10

NÚMERO DE ESTUDIANTES


JOSE NAVARRO O.

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

TEMA:

**“MOVIMIENTO DE UNA PIEZA CON
LOS DOS BRAZOS ROBOTICOS RV-
2AJ y SCARA”**

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 62 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

a. OBJETIVO GENERAL:

- **Realizar los movimientos respectivos para mover una pieza tipo cubica con los brazos robóticos RV-2AJ y SCARA.**

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- **Comunicar los brazos robóticos con el software RAS.**
- **Tomar las posiciones requeridas para realizar los movimientos del brazo robótico.**
- **Realizar la programación de las posiciones tomadas y ejecutar la programación.**

c. MARCO TEÓRICO


d. MARCO PROCEDIMENTAL

- **Diseñar un algoritmo para los robots RV-2AJ y SCARA que permita recoger y mover una pieza cuadrada desde el inicio del puente hasta la mini torre color gris.**
- **Colocar la velocidad de los robots en 65**

A continuación, se detalla la secuencia:

- **Ambos robots en posición Home.**
- **Robot SCARA recoge pieza cuadrada en puente.**
- **Robot SCARA transporta pieza y la coloca en mini torre roja.**
- **Robot SCARA vuelve a su posición Home y RV-2AJ se mueve a P14.**
- **Robot RV-2AJ mueve hasta P15.**
- **Robot RV-2AJ mueve hasta P17 y recoge pieza**
- **Robot RV-2AJ mueve hasta P22 y coloca pieza.**
- **Robot RV-2AJ vuelve a posición Home.**


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 63 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Codificación del programa:

CODIGO	TEACH	CODIGO	TEACH
CODIGO		CODIGO	
1	mov 1 to 2	16	delay 2000
2	delay 2000	17	mov 9 to 10
3	mov 2 to 3	18	delay 2000
4	delay 2000	19	mov 10 to 11
5	mov 3 to 4	20	delay 2000
6	delay 2000	21	mov 11 to 12
7	mov 4 to 5	22	delay 2000
8	delay 2000	23	mov 12 to 13
9	mov 5 to 6	24	delay 2000
10	delay 2000	25	mov 13 to 14
11	mov 6 to 7	26	delay 2000
12	delay 2000	27	mov 14 to 15
13	mov 7 to 8	28	delay 2000
14	delay 2000	29	mov 15 to 16
15	mov 8 to 9	30	delay 2000
16	delay 2000	31	mov 16 to 17
17	mov 9 to 10	32	delay 2000
18	delay 2000	33	mov 17 to 18

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 64 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

```

CODIGO  TEACH
CODIGO
32      delay 2000
33      mov 17 to 18
34      delay 2000
35      mov 18 to 19
36      mov 19 to 20
37      delay 2000
38      mov 20 to 21
39      delay 2000
40      mov 21 to 22
41      delay 2000
42      mov 22 to 23
43      delay 2000
44      mov 23 to 24
45      delay 2000
46      mov 24 to 25
47      mov 25 to 26
48      stop

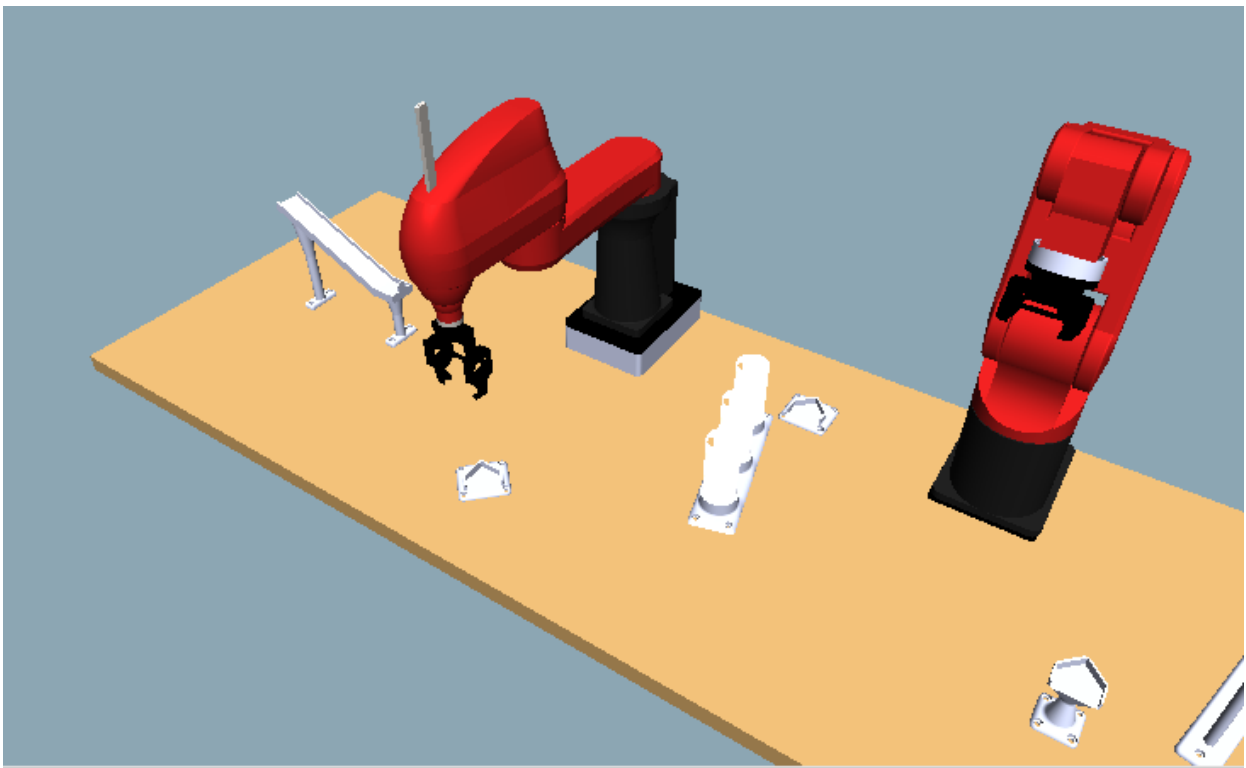
```

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 65 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

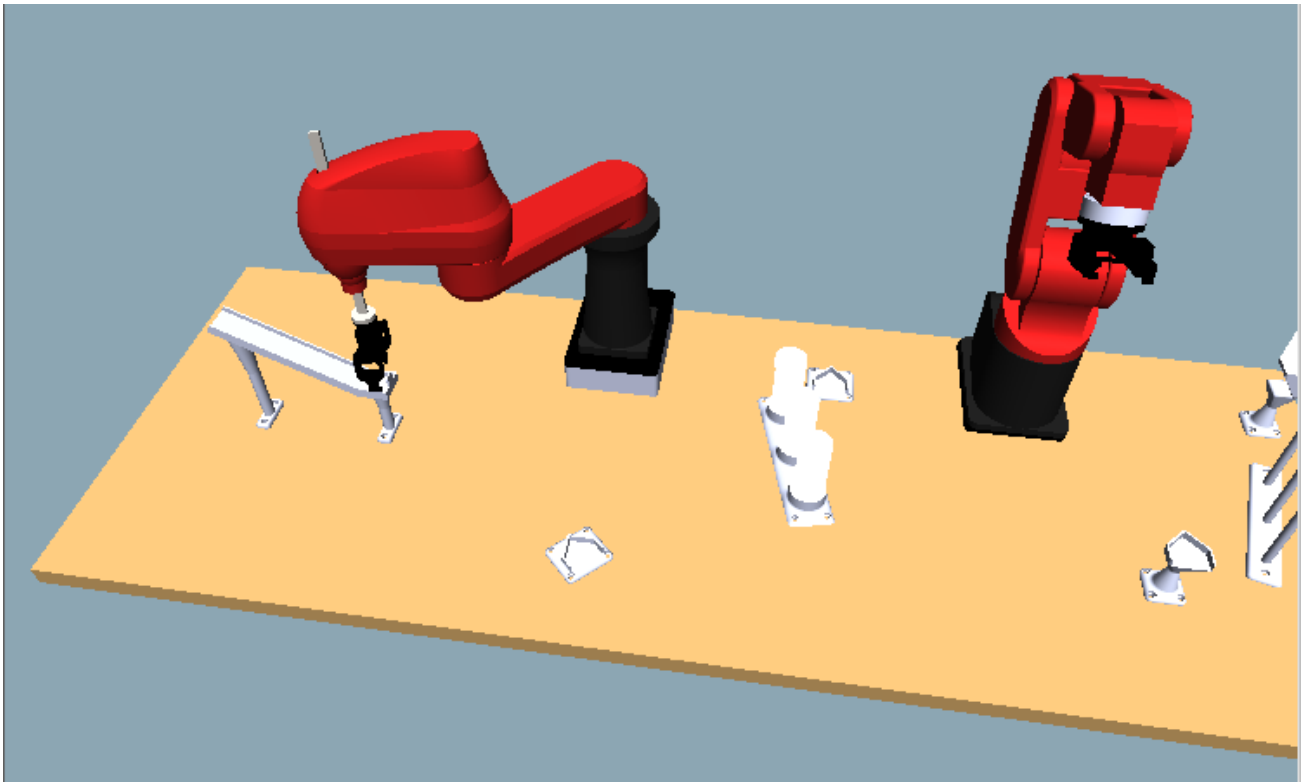
PROGRAMA REALIZADO EN RAS. -

- Posición inicial del brazo.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

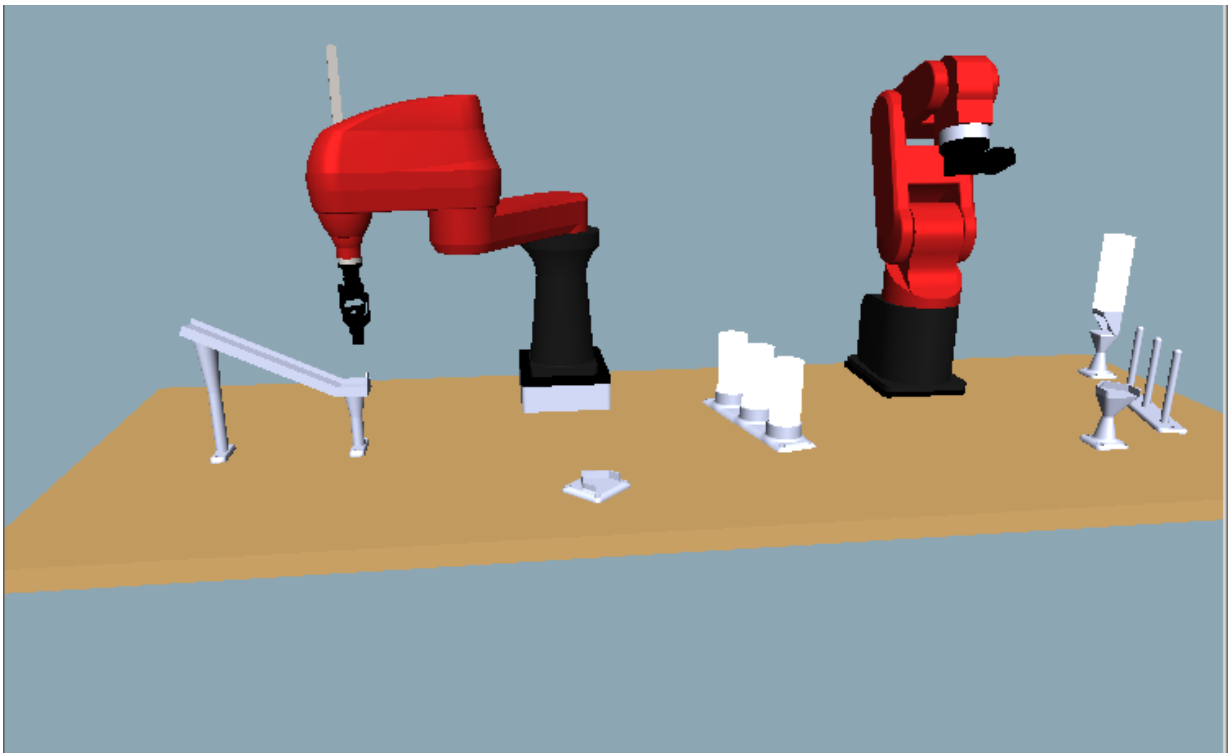
		REVISION 1/1	Página 66 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 67 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

•Robot SCARA recoge pieza cuadrada en puente.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

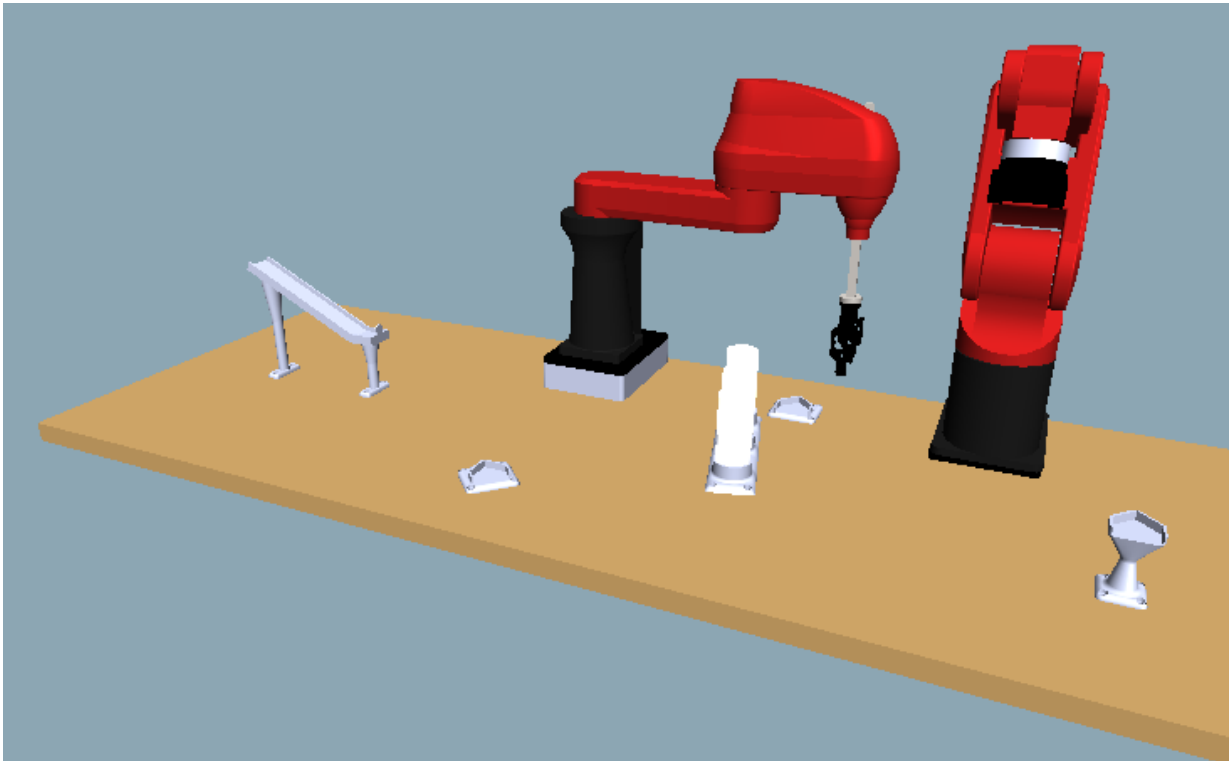
		REVISION 1/1	Página 68 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

- Robot SCARA transporta pieza y la coloca en mini torre roja.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

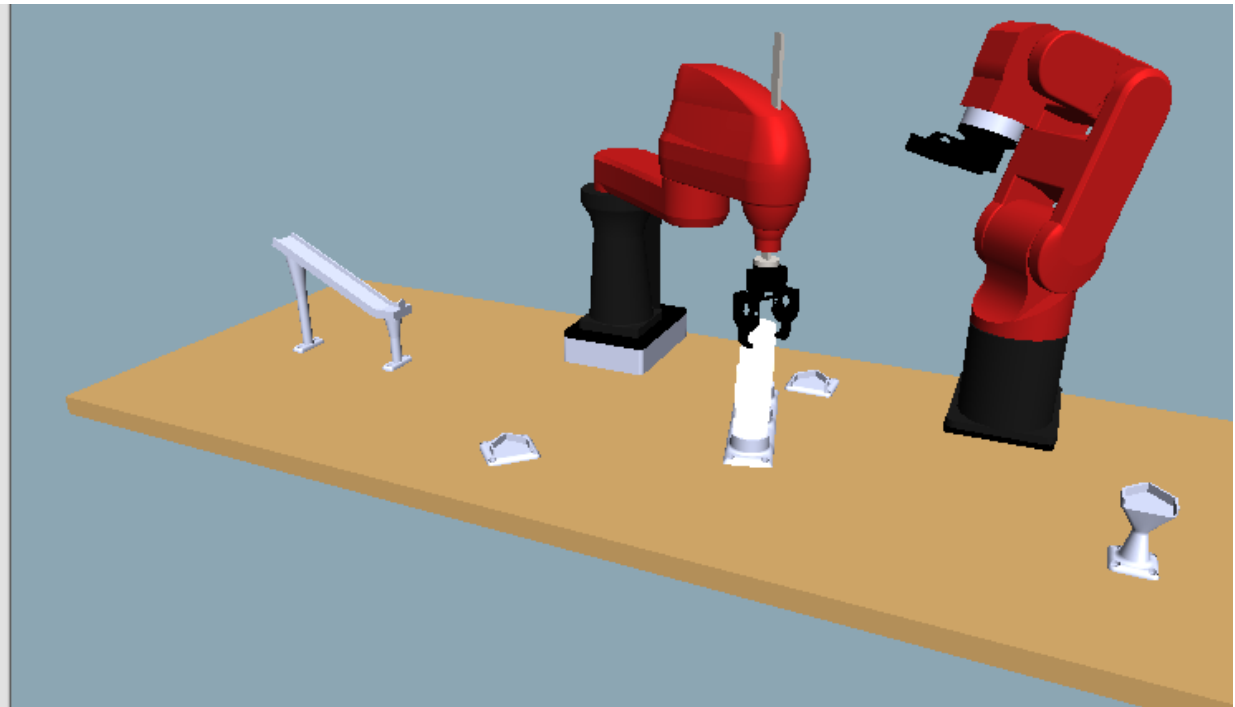
		REVISION 1/1	Página 69 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 70 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

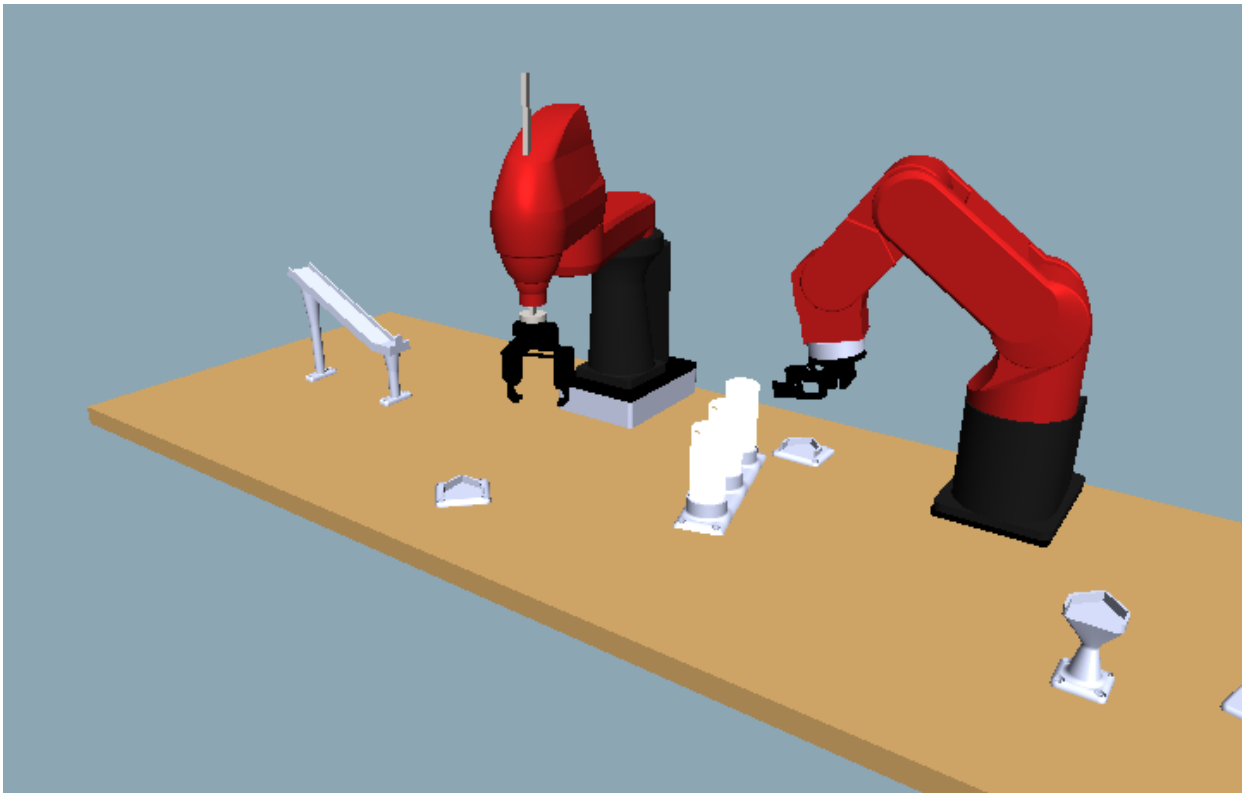
- Robot SCARA vuelve a su posición Home y RV-2AJ se mueve a P14.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 71 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

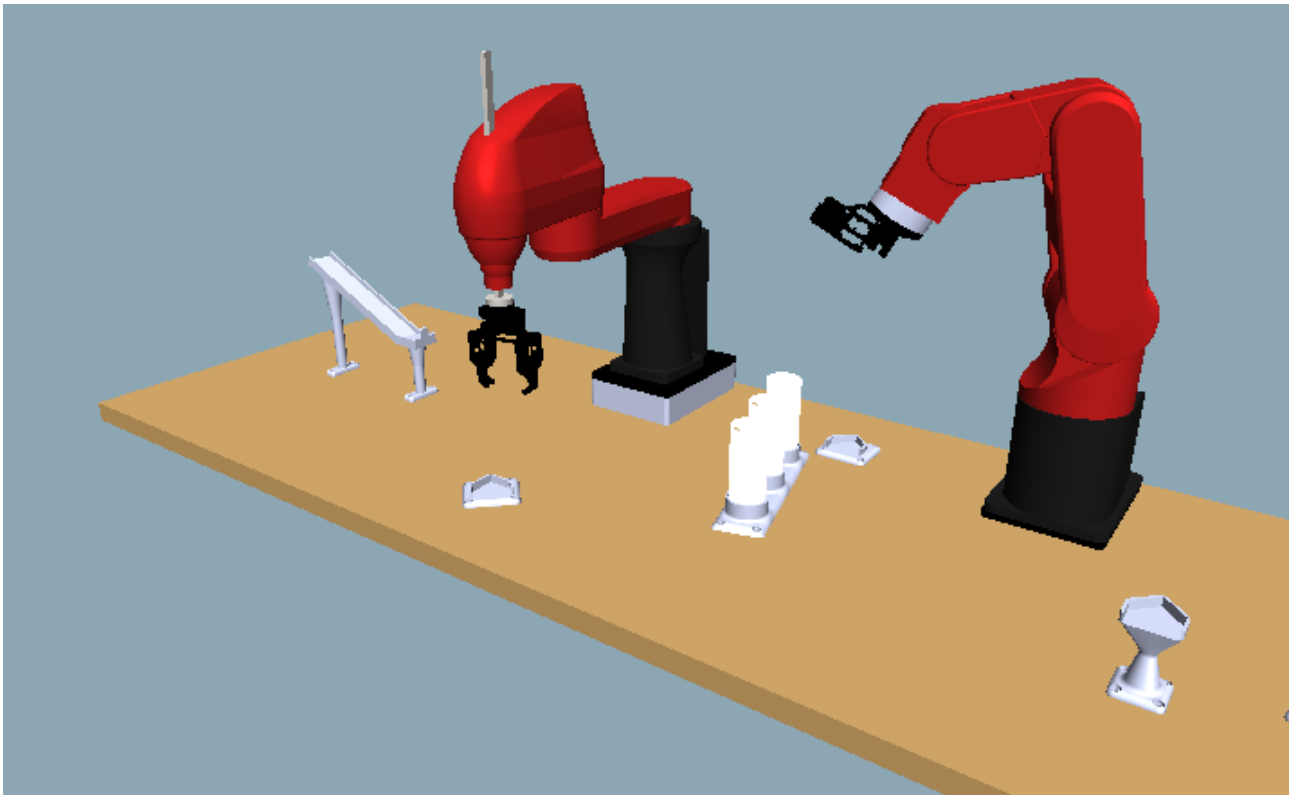
- Robot RV-2AJ mueve hasta P15.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 72 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

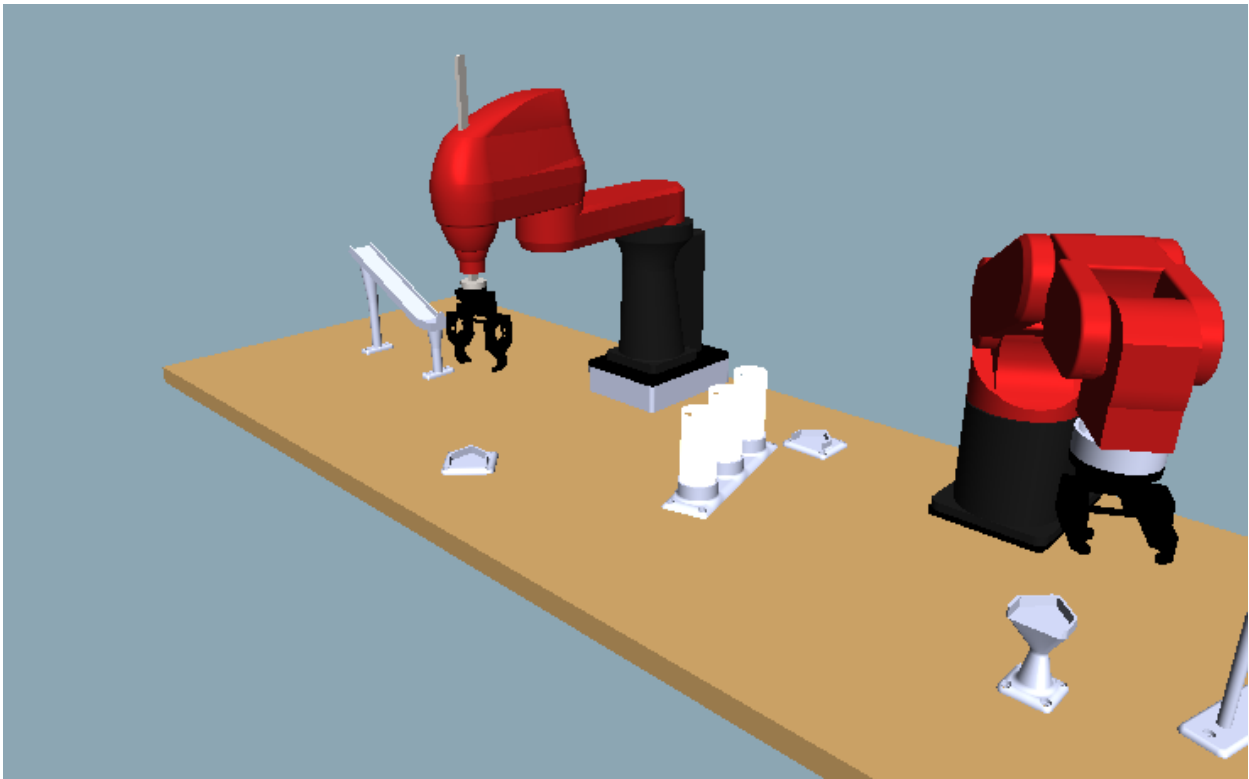
•Robot RV-2AJ mueve hasta P17y recoge pieza




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 73 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

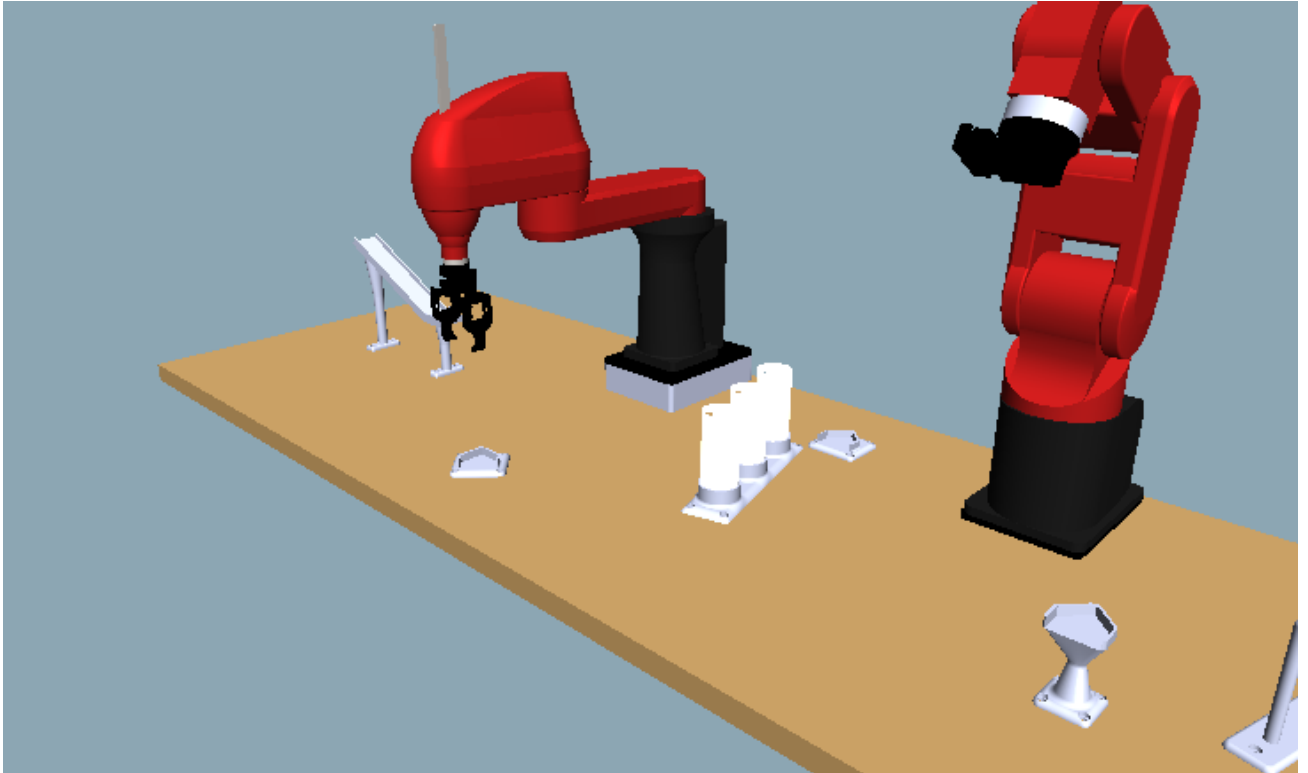
- Robot RV-2AJ mueve hasta P22 y coloca pieza.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 74 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

•Robot RV-2AJ vuelve a posicion Home.

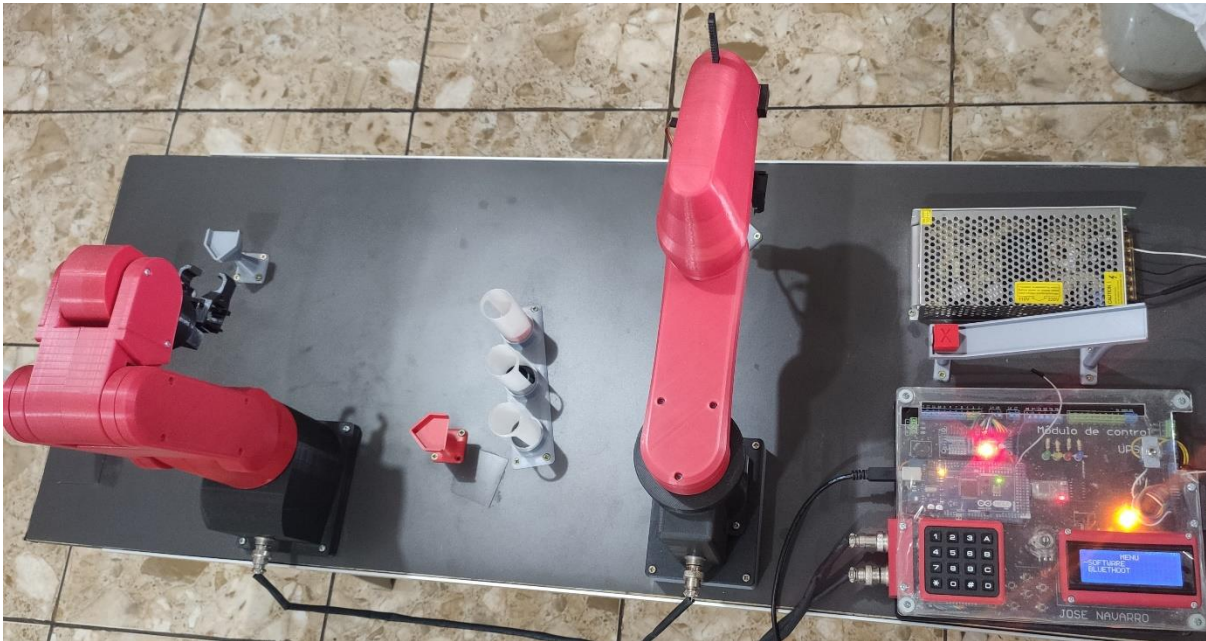


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 75 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

b) REGISTRO DE RESULTADOS

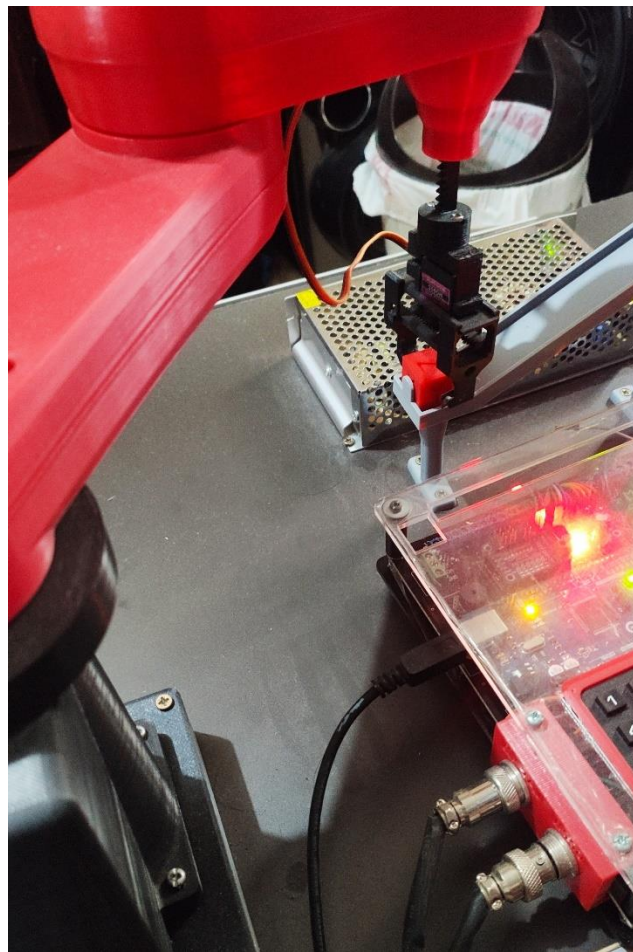
PUNTO 1 (POSICIÓN INICIAL)




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 76 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

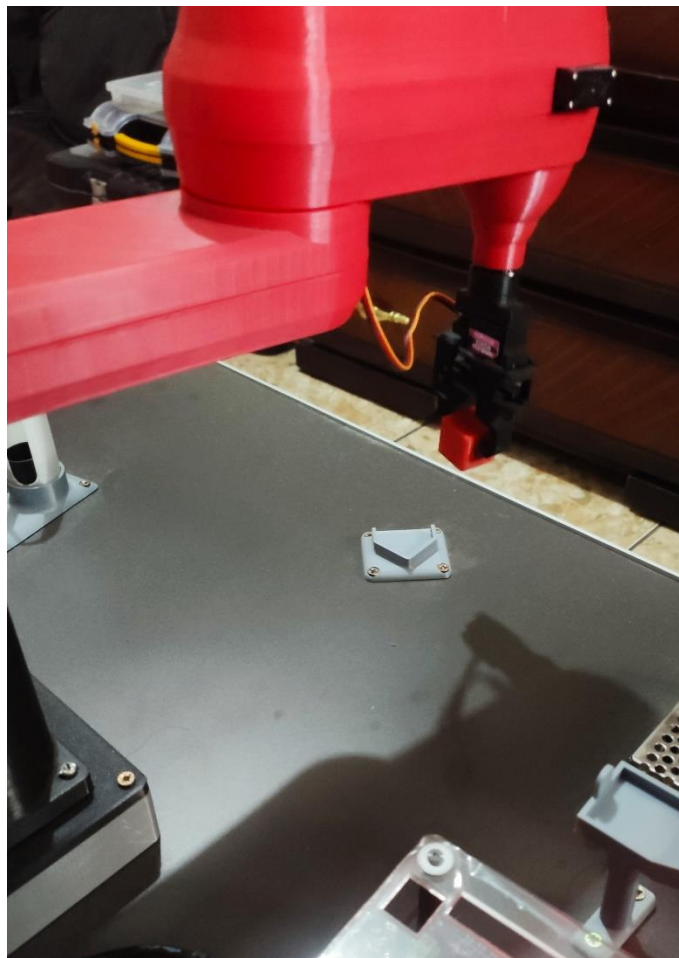
AGARRE DE PIEZA CON EL SCARA




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 77 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

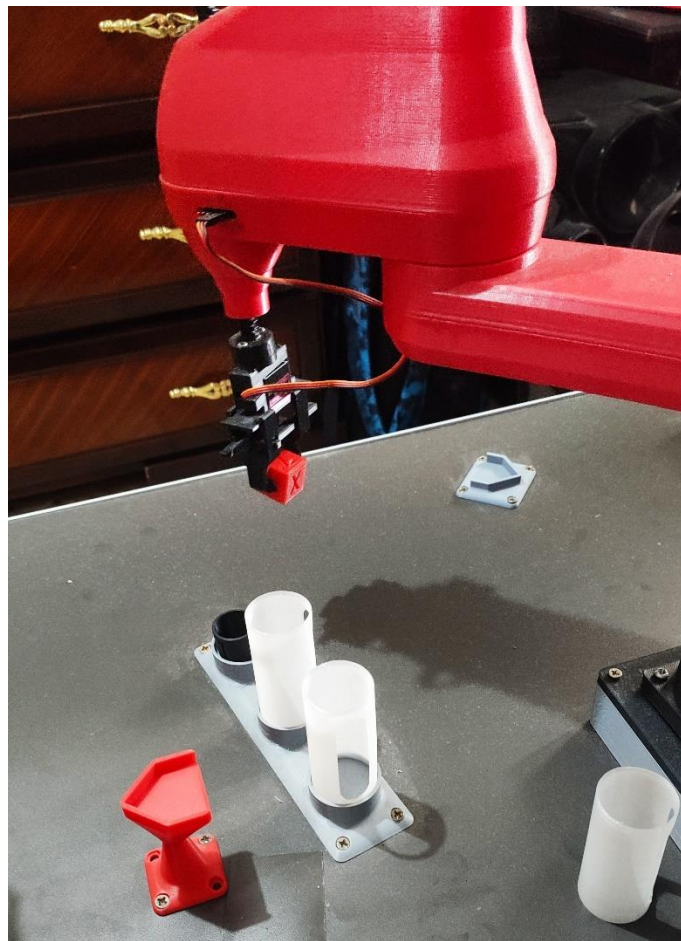
MOVIENDO PIEZA HACIA MINI TORRE ROJA.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 78 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

TRANSPORTE DE PIEZA.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 79 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

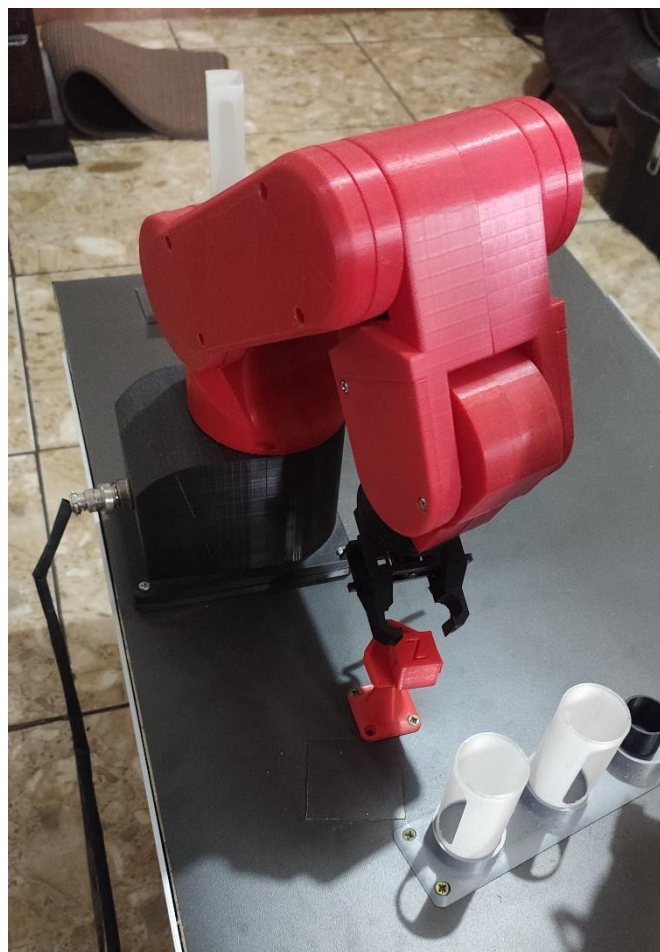
COLOCACIÓN DE PIEZA EN MINI TORRE




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 80 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

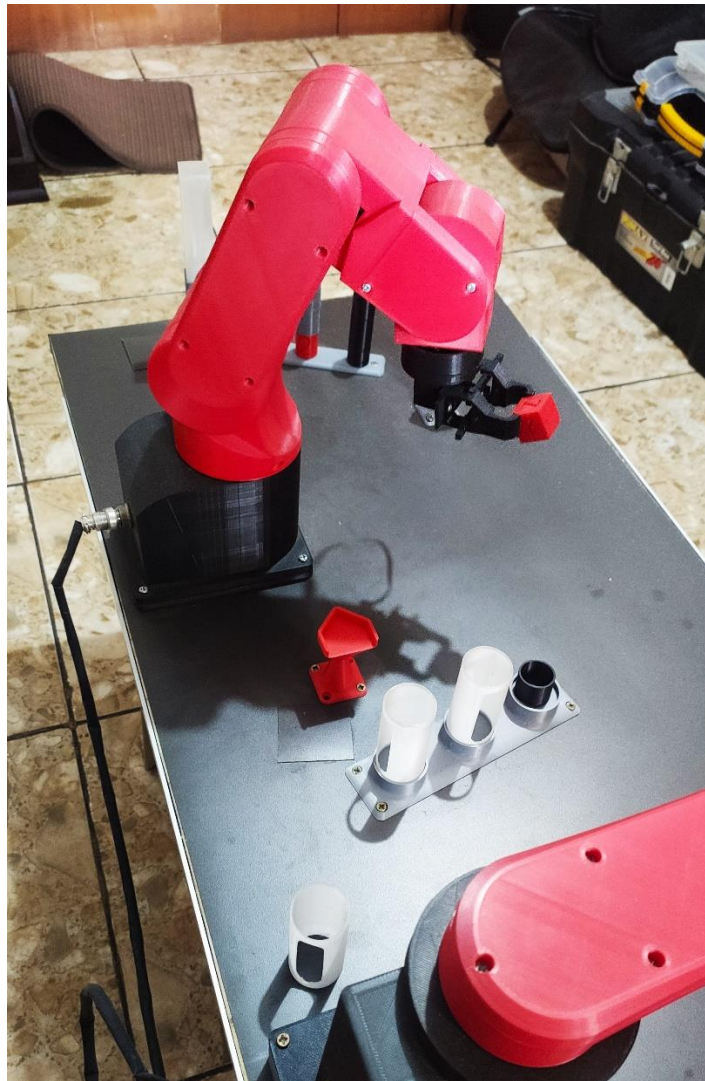
AGARRE DE PIEZA CON RV-2AJ




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 81 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

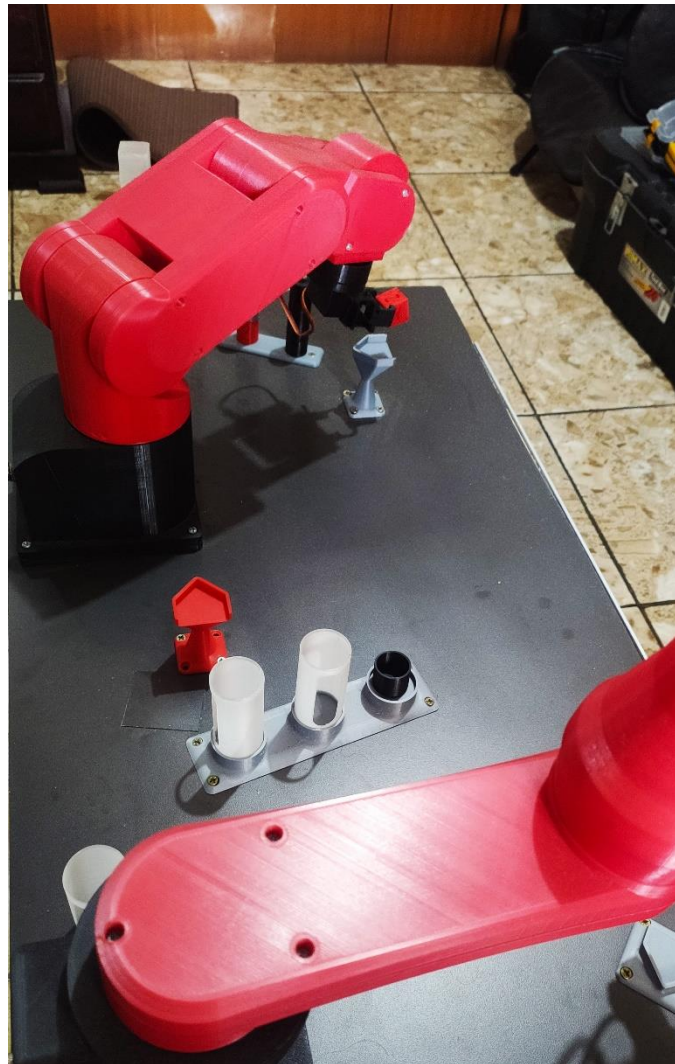
TRANSPORTE DE PIEZA CON EL ROBOT RV-2AJ




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 82 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

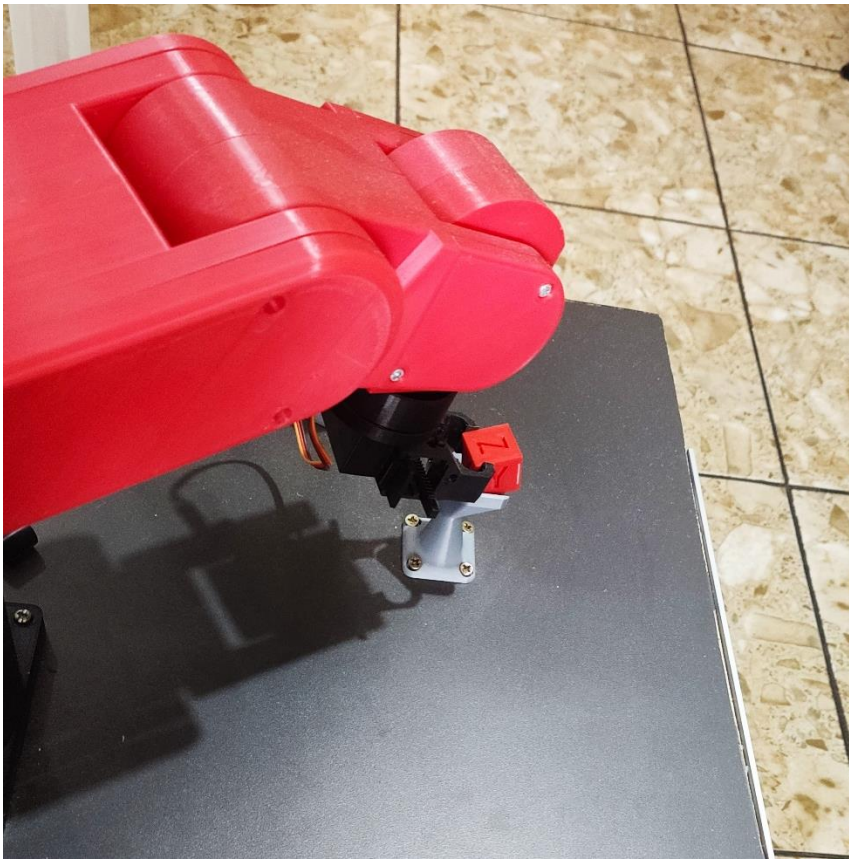
POSICION DE PIEZA CUBICA EN MINI TORRE.




Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 83 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

COLOCACIÓN DE PIEZA Y PUNTO HOME DE BRAZO ROBOTICO RV-2AJ.



Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:


		REVISION 1/1	Página 84 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Posiciones tomadas en el RV 2AJ

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550				
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
1	90	110	180	180	90	180
2	90	110	180	180	90	180
3	90	110	180	180	90	180
4	90	110	180	180	90	180
5	90	110	180	180	90	180
6	90	110	180	180	90	180

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550				
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
6	90	110	180	180	90	180
7	90	110	180	180	90	180
8	90	110	180	180	90	180
9	90	110	180	180	90	180
10	90	110	180	180	90	180
11	67	110	180	180	90	180


Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 85 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550				
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
11	67	110	180	180	90	180
12	25	110	180	180	95	180
13	16	71	180	151	95	180
14	14	52	180	139	95	180
15	14	46	180	139	95	180
16	14	38	180	139	95	180

POSICIONES RV 2AJ		POSICIONES R550				
Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA
16	14	38	180	139	95	180
17	14	38	180	139	95	135
18	14	78	180	139	95	135
19	99	78	180	139	95	135
20	122	44	137	176	95	135
21	124	23	119	176	95	135

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 86 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

POSICIONES RV 2AJ

POSICIONES R550


Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA	
19	99	78	180	139	95	135	▲
20	122	44	137	176	95	135	
21	124	23	119	176	95	135	
22	125	20	114	176	95	135	
23	125	15	114	172	95	135	
24	125	15	114	172	95	180	▼

POSICIONES RV 2AJ

POSICIONES R550

Mov	WAIST	SHOULDER	ELBOW	PITCH	ROLL	PINZA	
23	125	15	114	172	95	135	▲
24	125	15	114	172	95	180	
25	125	54	114	172	95	180	
26	90	110	180	180	90	180	
							▼

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 87 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

Posiciones tomadas del SCARA:


POSICIONES RV 2AJ POSICIONES R550

Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
1	90	90	70	180
2	52	50	64	180
3	52	50	52	180
4	52	50	52	100
5	52	50	70	100
6	104	96	67	100

POSICIONES RV 2AJ POSICIONES R550

Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
6	104	96	67	100
7	177	96	60	100
8	177	96	36	100
9	177	96	36	180
10	177	96	65	180
11	140	96	65	180

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 88 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

POSICIONES RV 2AJ

POSICIONES R550


Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
11	140	96	65	180
12	140	96	65	180
13	140	96	65	180
14	140	96	65	180
15	140	96	65	180
16	05	06	65	180

POSICIONES RV 2AJ

POSICIONES R550

Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
16	95	96	65	180
17	95	96	65	180
18	95	96	65	180
19	95	96	65	180
20	95	96	65	180
21	05	06	65	180

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 89 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

POSICIONES RV 2AJ

POSICIONES R550


Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
21	95	96	65	180
22	95	96	65	180
23	95	96	65	180
24	95	96	65	180
25	95	96	65	180
26	90	90	70	180

POSICIONES RV 2AJ

POSICIONES R550

Mov	BASE	BRAZO	ALTURA	PINZA
22	95	96	65	180
23	95	96	65	180
24	95	96	65	180
25	95	96	65	180
26	90	90	70	180

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

		REVISION 1/1	Página 90 de 19
		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Laboratorio de Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica		
SEDE	Guayaquil		

j. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, ACCESORIOS Y MATERIAL CONSUMIBLE)

- Computadores con el software RAS.
- Estación de ensamblaje perteneciente al módulo didáctico.
- Brazo Robótico RV-2AJ Y SCARA a escala.
- Pallets y piezas de trabajo (Piezas cubicas, mini Torres en 3D)

k. ANEXOS

l. BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

m. CRONOGRAMA/CALENDARIO

Elaborado por: Jose Navarro O.	Revisado por: Ing. Orlando Barcia	Aprobado por: Ing. Orlando Barcia
Fecha de Elaboración Agosto 2020	Fecha de Revisión Septiembre 2020	Número de Resolución Consejo de Carrera:

