



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit
Dobot Vision.

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero en Electrónica

AUTORES:

FLORENCIA MEDINA JEAN FLOYD

MUÑOZ MENDOZA MARIA GABRIELA

TUTOR:

Ing. RAFAEL FRANCO REINA, MSc

Guayaquil – Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Florencia Medina Jean Floyd con documento de identificación N° 085089180-5 y Muñoz Mendoza María Gabriela con documento de identificación N° 095147232-3, manifestamos que:

Somos las autores y responsables del presente trabajo y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación

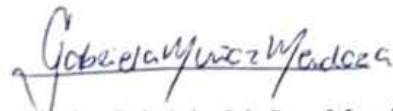
Guayaquil, 1 de septiembre del 2025

Atentamente,



Jean Floyd Florencia Medina

085089180-5



María Gabriela Muñoz Mendoza

095147232-3

**CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, María Gabriela Muñoz Mendoza con documento de identificación N° 095147232-3 y Jean Floyd Florencia Medina con documento de identificación N° 085089180-5, manifestamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de septiembre del 2025

Atentamente,



Jean Floyd Florencia Medina

085089180-5



María Gabriela Muñoz Mendoza

095147232-3

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rafael Franco Reina con documento de identificación N° 0923328629, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision.", realizado por Muñoz Mendoza María Gabriela con documento de identificación N° 095147232-3 y Florencia Medina Jean Floyd con documento de identificación N° 085089180-5, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de septiembre del 2025

Atentamente,



Ing. Rafael Franco Reina, MSc
C.I.: 092332862-9

DEDICATORIA

A ti, DIOS, gracias por ser la luz en mi camino, por sostenerme cuando sentí que no podía más y por regalarme la dicha de vivir este proceso. A mis padres, mi motor y mi guía, les agradezco por cada sacrificio, por su amor incondicional, por creer en mí cuando incluso yo dudaba. Este logro es fruto de cada palabra de aliento, cada abrazo en silencio, cada mirada de orgullo que me impulsó a seguir.

A mi familia entera, gracias por ser parte de este sueño. A mis amigos, gracias por estar cuando más lo necesité, por las risas, los consejos, y los momentos de alivio en medio del cansancio.

Hoy, tras noches largas y días llenos de esfuerzo, puedo decir que valió la pena. Este trabajo es una muestra de lo que sembraron en mí. Con el alma llena de gratitud, les entrego este logro. Los amo profundamente.

Jean Floyd Florencia M.

DEDICATORIA

A Dios, por levantarme con su gracia cuando sentía que no podía más, su presencia ha sido mi guía constante.

A mi madre Nydia, por estar siempre al alcance de una conversación donde sus palabras sabias fueron mi guía, por tenerme siempre en sus oraciones cada mañana, por ser una mujer de fe que ha intercedido por mí con amor y constancia.

A mi padre Luis, por sus esfuerzos para que yo pudiera estudiar, por ser ese consejero que me impulsó a ser mejor cada día, por recibirme siempre con una palabra de aliento y ser mi ejemplo de lo que es un hombre íntegro de valores y principios.

A mi hermana mayor María Fernanda, que a pesar de la distancia, siempre recibí una conversación sincera, comprensión y cercanía.

A mi hermano Joel, por ser el abrazo oportuno en mis días difíciles y recordarme con su presencia que el amor de hermano levanta.

A mi hermano Moisés, mi fiel compañero de jornadas de estudio y su presencia en mi cuarto siempre fue motivo de alegría. Gracias por acompañarme y hacerme sentir amada.

María Gabriela Muñoz M.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, por brindarme fortaleza en los momentos más duros y por acompañarme en cada paso de este camino. A mis padres, Elizabeth Florencia Medina y Bladimir Balanta Sinisterra, por ser mi base, mi refugio y mi fuerza. Gracias por cada sacrificio, por creer en mí incluso en los días en los que sentía rendirme. Ustedes me enseñaron que los sueños se logran con constancia, fe y amor.

A mis tíos Vanessa Florencia, Ángel Florencia, Gustavo Florencia, por su apoyo incondicional y su ejemplo de superación; por motivarme a nunca olvidar los valores que nos transmitieron nuestros padres y por mostrarme que, aunque a veces sintamos que todo se derrumba, siempre podemos levantarnos.

Agradezco también a mi abuela Rita Medina, por su sabiduría, sus palabras directas y su amor inigualable que me ayudaron a ver lo bueno y lo malo con claridad.

A todos mis profesores y compañeros, gracias por cada enseñanza compartida, por el apoyo en clase, en los pasillos, en los trabajos, y en el crecimiento personal y profesional. Y finalmente, gracias a mi compañera y amiga Gabriela Muñoz. Juntos emprendimos este proyecto con compromiso y confianza. Aunque tuvimos altibajos, siempre nos impulsamos mutuamente. Gracias por tu amistad, tu constancia y por ser parte de este logro.

Jean Floyd Florencia M.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios quien siempre ha sido base en mi vida, a él le debo la fuerza, la paz y la sabiduría.

A mis padres por tenerme presente en sus oraciones y acompañarme con amor y paciencia en cada momento y etapa de mi vida.

A mis hermanos por ser mi alegría en casa y compartir conmigo risas y amor incondicional.

A mi compañero de tesis Floyd Florencia, por su apoyo incondicional en cada etapa de este proyecto, por su disposición, responsabilidad y por brindarme su amistad.

A mis amigos, Jhonny, Isabel, Alan, Isaac y Sebastián, gracias brindarme su amistad y por caminar junto a mí y hacer esta etapa un recuerdo inolvidable.

María Gabriela Muñoz M.

RESUMEN

Este proyecto de titulación se enfoca en el desarrollo de un manual de prácticas de laboratorio utilizando el robot Dobot Magician junto al kit Dobot Vision, con el objetivo de fortalecer el aprendizaje práctico en automatización y visión artificial. El manual está diseñado para que estudiantes universitarios aprendan paso a paso el uso del brazo robótico en entornos educativos, integrando teoría con aplicación real.

El contenido del manual se estructura en niveles progresivos, comenzando con prácticas básicas como el reconocimiento de colores y formas, hasta actividades avanzadas de clasificación y manipulación automatizada. Para ello, se emplea el software DobotStudio y Dobot Vision Studio, que permiten controlar el robot mediante programación por bloques o lenguajes como Python.

Durante el desarrollo del proyecto, se aplican metodologías documentales, experimentales y descriptivas, que incluyen pruebas en el laboratorio de Fabricación Flexible de la UPS. Cada práctica se valida integrando el sistema de visión con el robot, ajustando parámetros de iluminación, calibración de la cámara y sincronización de movimientos para lograr un funcionamiento preciso y fluido.

Finalmente, el manual busca convertirse en una herramienta didáctica esencial que promueva la educación STEM, facilitando la enseñanza de robótica, electrónica y programación. Este enfoque permite a los estudiantes interactuar con tecnología real de la Industria 4.0, desarrollando habilidades clave para su futuro profesional.

Palabras clave: Dobot Magician, visión artificial, Matlab, automatización, prácticas educativas

ABSTRACT

This degree project focuses on the development of a laboratory practice manual using the Dobot Magician robot together with the Dobot Vision Kit, aiming to strengthen hands-on learning in automation and artificial vision. The manual is designed to guide university students step-by-step in the use of the robotic arm within educational environments, integrating theory with real-world applications.

The content of the manual is structured in progressive levels, starting with basic practices such as color and shape recognition, and advancing to complex tasks involving automated manipulation and classification. For this, the DobotStudio and Dobot Vision Studio software are used, allowing the robot to be controlled through block-based programming or languages like Python.

During the project development, documentary, experimental, and descriptive methodologies are applied, including laboratory testing at UPS's Flexible Manufacturing Lab. Each practice is validated by integrating the vision system with the robot, adjusting lighting parameters, camera calibration, and movement synchronization to achieve accurate and smooth operation.

Finally, the manual aims to become an essential educational tool that promotes STEM education, facilitating the teaching of robotics, electronics, and programming. This approach allows students to interact with real Industry 4.0 technologies, developing key skills for their professional future.

Keywords: Dobot Magician, artificial vision, Matlab, automation, educational practices

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PROBLEMA.....	2
III.	OBJETIVOS	3
3.1.	Objetivo general	3
3.2.	Objetivos específicos.....	3
IV.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
4.1.	Robótica	4
4.2.	Brazo Robótico.....	5
4.3.	Arquitectura del Brazo Robótico Dobot Magician.....	6
4.4.	Módulo de bomba de vacío Dobot Magician	7
4.5.	Módulo de ventosa (succión cup) para Dobot Magician.....	8
4.6.	Base de la cámara para Dobot Magician (Vision Kit).....	9
4.7.	Cámara industrial	10
4.8.	Linterna Auxiliar	11
4.9.	Fuente de alimentación.....	12
4.10.	Cable USB a Micro-BM.....	13
4.11.	Cable USB tipo B a tipo A	14
4.12.	Adaptador DC 12 V IN – Kit de Visión	14
4.13.	Dispositivo USB – Pendrive con licencias.....	15
4.14.	Programa Dobot Vision.....	16
4.15.	Driver USB 3.0.....	17
4.16.	Matlab	18
V.	MARCO METODOLÓGICO	19
5.1.	Instalación de programas y drivers.....	22
5.2.	Calibración de cámara industrial HikVision	23

VI.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	27
	PRÁCTICA # 1	27
	PRÁCTICA # 2	52
	PRÁCTICA # 3	78
	PRÁCTICA # 4	106
	PRÁCTICA # 5	137
VII.	PRESUPUESTO	157
VIII.	CRONOGRAMA	158
IX.	CONCLUSIONES	159
X.	RECOMENDACIONES	160
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	161

Tabla de Imágenes

Figura 1 La robótica en la actualidad	4
Figura 2 Brazos robóticos industriales	5
Figura 3 Brazo Robótico Dobot Magician	7
Figura 4 Bomba de vacío	8
Figura 5 Módulo de ventosa para el Dobot	9
Figura 6 Base para el Dobot Magician	10
Figura 7 Cámara Industrial	11
Figura 8 Linterna Auxiliar para visión artificial	12
Figura 9 Fuente de alimentación	12
Figura 10 Cable USB a Micro-BM	13
Figura 11 Cable USB tipo B a tipo A	14
Figura 12 Adaptador DC 12 V IN	15
Figura 13 Pendrive con licencias	16
Figura 14 Programa Dobot vision	16
Figura 15 Driver USB 3.0	17
Figura 16 Programa Matlab	18
Figura 17 Fuente de alimentación	19
Figura 18 Brazo del Dobot	20
Figura 19 Pines de comunicación del Dobot	21
Figura 20 Base metálica	21
Figura 21 Instalación del programa	23
Figura 22 Cámara HikVision	25
Figura 23 Vista superior del sistema de calibración	26
Figura 24 Adaptador del sistema de alimentación y sistema de iluminación LED.	32
Figura 25 Puerto de alimentación.	33
Figura 26 Cable USB a Tipo A.	33
Figura 27 Puerto para la comunicación con la PC.	34
Figura 28 Cable USB a Micro BM.	34
Figura 29 Conexión de bomba de vacío a puertos de la base de Dobot Magician.	35
Figura 30 Puerto de conexión para ventosa.	36
Figura 31 Instalación de base metálica para cámara y brazo robótico.	37
Figura 32 Poste de extensión para cámara.	37

Figura 33 Instalación del soporte para la cámara. _____	38
Figura 34 Instalación de aro de luz LED. _____	39
Figura 35 Botón de encendido del robot. _____	39
Figura 36 Led indicador. _____	40
Figura 37 Página principal del Kit de visión de Dobot. _____	41
Figura 38 Softwares para Kit Dobot Vision. _____	41
Figura 39 Software DobotVisionStudio. _____	42
Figura 40 Pendrive de seguridad. _____	42
Figura 41 Interfaz principal del software DobotVisionStudio _____	43
Figura 42 Interfaz de desarrollo del software DobotVisionStudio. _____	44
Figura 43 Selección de driver USB 3.0 para cámara profesional. _____	45
Figura 44 Interfaz principal del software MVS. _____	46
Figura 45 Administrador de dispositivos _____	47
Figura 46 Controladores USB detectadas en el sistema. _____	48
Figura 47 Interfaz de control y conexión del Dobot Magician en DobotVisionStudio. _____	49
Figura 48 Conexión establecida con el Dobot Magician. _____	50
Figura 49 Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision. _____	58
Figura 50 Interfaz DobotVisionStudio. _____	59
Figura 51 Interfaz principal del software DobotVisionStudio. _____	60
Figura 52 Herramientas de trabajo del software. _____	60
Figura 53 Herramienta para flujo de trabajo “Imagen Source” _____	61
Figura 54 Configuración de Imagen Source. _____	62
Figura 55 Configuración de parámetros de cámara en nodo Imagen Source. _____	62
Figura 56 Ventana Camera Set. _____	63
Figura 57 Selección de Pixel Format _____	64
Figura 58 Ajuste de exposición. _____	65
Figura 59 Ajuste de Ganancia _____	66
Figura 60 Instaladores de vision kit _____	67
Figura 61 Software DobotVisionStudio. _____	67
Figura 62 Pendrive de seguridad. _____	68
Figura 63 Interfaz principal del software DobotVisionStudio _____	69
Figura 64 Interfaz de desarrollo del software DobotVisionStudio. _____	70
Figura 65 Selección de driver USB 3.0 para cámara profesional. _____	71
Figura 66 Interfaz principal del software MVS. _____	72

Figura 67 Administrador de dispositivos	73
Figura 68 Controladores USB detectadas en el sistema.	74
Figura 69 Interfaz de control y conexión del Dobot Magician en DobotVisionStudio.	75
Figura 70 Conexión establecida con el Dobot Magician.	76
Figura 71 Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision y accesorios de cubos de color.	85
Figura 72 Image Source.	86
Figura 73 Estructura de flujo.	87
Figura 74 Selección de bloque Image Buffer.	87
Figura 75 Parámetros Image Buffer	88
Figura 76 Nodo extracción de color	89
Figura 77 Estructura de flujo agregando Color Extraction	89
Figura 78 Parámetros Básica Params de Color Extraction	90
Figura 79 Configuración Run Params de Color Extraction	91
Figura 80 Guía de selección del color	92
Figura 81 Ajuste RGB	92
Figura 82 Parámetros de Result Show.	93
Figura 83 Selección de bloque Blob Analysis.	94
Figura 84 Adaptación de Blob Analysis al flujo.	95
Figura 85 Parámetros de configuración Basic Params en Blob Analysis.	96
Figura 86 Configuración de parámetros en la pestaña Run Params de Blob Analysis.	97
Figura 87 Configuración de parámetros Run Params en Blob Analysis.	98
Figura 88 Muestra del flujo antes de ejecutarse.	99
Figura 89 Ejecución de todo el flujo.	100
Figura 90 Reconocimiento de color	102
Figura 91 Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision y accesorios de cubos de color rojo.	113
Figura 92 Flujo reconocimiento de color.	114
Figura 93 Pestaña Result.	115
Figura 94 Valores para Area Range.	116
Figura 95 Selección de nodo Image Morphology	117
Figura 96 Flujo con nodo Image Morphology	117
Figura 97 Configuración de parámetros en Basic Params de Image Morphology.	118
Figura 98 Parámetros Run Params en Image Morphology	119
Figura 99 Establecimiento de rango de un cubo en Blob Analysis.	120
Figura 100 Parámetro en Result Show de Blob Analysis.	121

Figura 101 Ajustes de parámetros en Advanc Params de Blob Analysis	122
Figura 102 Selección de bloque Variable Calculation	123
Figura 103 Flujo agregando nodo Variable Calculation	123
Figura 104 Dobot Panel.	124
Figura 105 Cubos en posiciones de puntos tomados para conversión.	125
Figura 106 Datos de los centros de cada Blob.	126
Figura 107 Script de Matlab.	128
Figura 108 Resultados del script en Matlab	129
Figura 109 Configuración de Variable Calculation	130
Figura 110 Verificación de coordenadas.	131
Figura 111 Selección de Condition Detection.	132
Figura 112 Flujo incluyendo Condition Detection	132
Figura 113 Parámetros en Condition Detection	133
Figura 114 Selección de nodo Move Point.	134
Figura 115 Configuraciones de la pestaña Basic Params en Move Point	135
Figura 116 Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision.	143
Figura 117 Flujo detección de color.	144
Figura 118 Parámetros de configuración Camera Set	145
Figura 119 Nueva condición en Condition Detection	146
Figura 120 Parámetros para Move Point	147
Figura 121 Pestaña Run Params de Move Point	147
Figura 122 Segundo nodo de Move Point.	148
Figura 123 Configuración de Run Params.	148
Figura 124 Nodo de SuctionCup	149
Figura 125 Selección de nodo Wait Time	150
Figura 126 Valores posibles para los delays en Wait Time.	150
Figura 127 Nodo para acción de subida del brazo robótico.	151
Figura 128 Nodo de movimiento para la secuencia de transporte.	152
Figura 129 Nodo de movimiento para realizar la baja en el área fuera de rango.	153
Figura 130 Segundo nodo de succión.	153
Figura 131 Delay para la zona de descarga.	154
Figura 132 Flujo de selección de cubos por color.	155
Figura 133 Parámetros del nodo de movimiento que dará por finalizado el flujo.	155
Figura 134 Cronograma de Actividades	158

Tablas

Tabla 1 Canales de color RGB y ejemplos de colores representativos_____	101
Tabla 2 Tabla de error de 3 a 6 cubos de color. _____	103
Tabla 3 Coordenadas en Pixeles y Cartesiana _____	127
Tabla 4 Presupuesto del proyecto_____	157

I. INTRODUCCIÓN

El robot Dobot Magician es un brazo robótico educativo diseñado para ejecutar tareas automatizadas como clasificación, manipulación de objetos y reconocimiento visual. Estas funciones son posibles gracias a su integración con el Dobot Vision Kit, que emplea cámaras industriales, iluminación LED y software especializado para detectar colores, formas y patrones en tiempo real, optimizando así la precisión en los procesos automatizados. Aunque esta tecnología ha sido ampliamente utilizada en la industria para inspección de calidad, ensamblaje y distribución, en los últimos años ha tomado fuerza en entornos educativos, donde permite a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en contextos prácticos y reales. Dispositivos como el Dobot Magician simulan operaciones industriales, contribuyendo a la formación de profesionales capacitados en automatización y visión artificial.

El presente proyecto se basa en el diseño y elaboración de un manual de prácticas de laboratorio con el Dobot Magician y el kit de visión, con el objetivo de fortalecer el aprendizaje en áreas como programación, electrónica y control inteligente. Este sistema combina hardware y software para identificar objetos, reconocer su posición y ejecutar acciones automatizadas, utilizando lenguajes como Python o programación por bloques. De este modo, los estudiantes adquieren competencias para integrar sensores, actuadores y algoritmos en un entorno realista, reforzando la comprensión de conceptos clave y el desarrollo de destrezas técnicas necesarias para el campo industrial.

La propuesta busca no solo impulsar el uso de tecnologías emergentes dentro del aula, sino también fomentar metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que promueven la innovación, la resolución de problemas y la adquisición de habilidades prácticas esenciales para la Industria 4.0. Este enfoque favorece una educación técnica más dinámica, sostenible y adaptada a los desafíos actuales, preparando a los estudiantes para afrontar con éxito las demandas del entorno laboral moderno y contribuyendo a la transformación digital de la enseñanza técnica.

II. PROBLEMA

En la actualidad, muchas instituciones educativas cuentan con herramientas tecnológicas como robots educativos, sin embargo, carecen de manuales prácticos estructurados que guíen adecuadamente su uso. Esta situación limita la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos adquiridos en clases teóricas, reduciendo el desarrollo de habilidades prácticas en robótica, automatización y visión artificial. La falta de guías didácticas claras impacta negativamente en la calidad del aprendizaje técnico (Cornejo & Reyes, 2025).

A pesar del avance tecnológico, el uso de sistemas de visión artificial en el entorno educativo no ha sido plenamente aprovechado. El Dobot Magician, por su diseño y compatibilidad con el Dobot Vision Kit, permite simular procesos industriales de clasificación y manipulación de objetos; sin embargo, su potencial se ve limitado sin una guía adecuada que facilite su implementación pedagógica. Esta carencia genera una brecha entre el aprendizaje teórico y su aplicación en entornos reales (ShenZhen Yuejiang Technology, 2022).

Estudios destacan que el aprendizaje práctico es fundamental para fortalecer la formación en ingeniería, ya que permite a los estudiantes enfrentar problemas reales, desarrollar pensamiento lógico y adquirir competencias clave en áreas como electrónica, control y programación (Fernández, Flores, & Muñoz, 2020).

Sin embargo, en muchos casos los docentes carecen de recursos estructurados que les permitan integrar eficazmente estas tecnologías en sus clases, dificultando la adopción de metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos (Murcia, 2017).

Ante esta problemática, surge la necesidad de desarrollar un manual de prácticas de laboratorio con el robot Dobot Magician y su sistema de visión, que permita a docentes y estudiantes implementar actividades progresivas, desde el reconocimiento de colores hasta la automatización avanzada. Esta solución no solo fortalecerá la formación técnica, sino que también fomentará la innovación educativa y el desarrollo de competencias orientadas a la Industria 4.0 (PRISA, 2025).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Desarrollar un manual de prácticas de laboratorio con el robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision.

3.2. Objetivos específicos

- Implementar el entorno de trabajo con el kit Dobot Visión. y robot Dobot Magician para el entrenamiento de la visión artificial.
- Programar los algoritmos para el entrenamiento de la visión artificial mediante el software Dobot Vision.
- Realizar las guías prácticas para el uso del kit Dobot Vision.

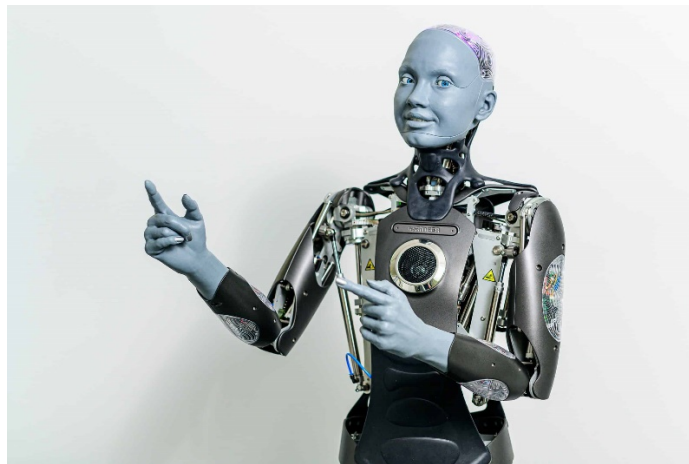
IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1. Robótica

La robótica es la función multidisciplinaria que integran áreas como la electrónica, inteligencia artificial (IA), robótica, computación y control automático, lo que permite el diseño capaz de interactuar con su entorno, Figura 1. Esta tecnología tiene presencia en diversos sectores como la industria, el hogar y la asistencia social. Los robots operan de forma manual o automática con la cual cuenta con su fuente de energía independiente para realizar las tareas de forma eficiente y continua (Siciliano & Khatib, 2016).

Figura 1

La robótica en la actualidad



Nota. El robot humanoide es la representación del avance tecnológico, industrial y educativo (EL UNIVERSO, 2025)

Los robots actuales están equipados con sensores, actuadores, sistemas de control, entre otros que les permite percibir, recibir, procesar y reaccionar a varias condiciones. Su principal propósito es de realizar funciones simples o complejas reduciendo la necesidad de

operadores humanos. En el ámbito educativo, su uso ha demostrado ser eficaz para reforzar habilidades técnicas y cognitivas (Kai, Guo-Yuan, Lan-Zi, Shi-Hua, & Jian-Wen, 2023).

4.2. Brazo Robótico.

Un brazo robótico como se muestra en la Figura 2 es un manipulador mecánico automatizado que simula los movimientos de un brazo humano, compuesto por articulaciones, actuadores y estructuras rígidas. Está diseñado para realizar tareas repetitivas con alta precisión, como soldadura, ensamblaje, pintura o manipulación de objetos. En entornos industriales y educativos, estos brazos se controlan mediante software o programación directa, ejecutando trayectorias definidas en función de parámetros como fuerza, ángulo y velocidad, su diseño modular permite que se adapte a diferentes herramientas, sensores y entornos de trabajo (Siciliano & Khatib, 2016)

Figura 2

Brazos robóticos industriales



Nota. Brazo robótico industrial estático, utilizado en procesos automatizados para tareas simples o complejas (EDS ROBOTICS, 2020).

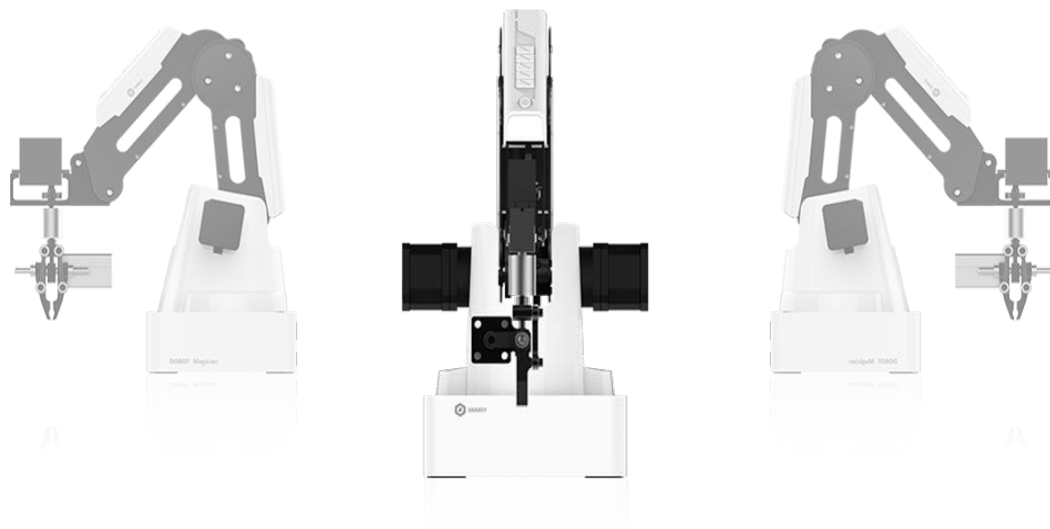
En el ámbito educativo, dispositivos como el Dobot Magician permiten simular aplicaciones industriales en laboratorios, facilitando la enseñanza de automatización, control, visión artificial y programación. Gracias a su estructura compacta, el brazo robótico fijo puede ejecutar tareas como clasificación de objetos, manipulación de piezas o escritura automatizada. Estudios demuestran que el uso de brazos robóticos en educación mejora la comprensión de principios de cinemática, lógica de control y robótica aplicada (Groover, 2020)

4.3. Arquitectura del Brazo Robótico Dobot Magician

El Dobot Magician como se observa en la Figura 3 es un brazo robótico educativo de cuatro ejes con arquitectura compacta, diseñado para tareas de manipulación automatizada en entornos académicos. Su estructura incluye motores paso a paso, controladores internos, múltiples interfaces de expansión para USB, Wi-Fi y Bluetooth, y una base fija que garantiza estabilidad en el trabajo. Cuenta con una precisión de repetibilidad de ± 0.2 mm y un alcance de hasta 320 mm, lo que lo hace ideal para prácticas como clasificación de objetos, grabado láser, impresión 3D y escritura. Además, es compatible con plataformas de programación visual como Blockly, así como con lenguajes como Python y C++, permitiendo a los estudiantes experimentar tanto con programación básica como avanzada (DOBOT, 2017).

Figura 3

Brazo Robótico Dobot Magician



Nota. Brazo robótico Dobot Magician utilizado en entornos educativos y de automatización (TECNOLÓGICO, 2022).

4.4. Módulo de bomba de vacío Dobot Magician

El módulo de bomba de vacío que se observa en la Figura 4 se integra al brazo robótico Dobot Magician permite generar presión negativa para operar herramientas neumáticas como la ventosa, facilitando las tareas de agarre y manipulación de objetos. Este sistema funciona mediante una bomba compacta que puede alcanzar presiones de hasta -35 kPa, lo que le permite manipular piezas de hasta 500 g, siendo adecuado para entornos educativos y simulaciones industriales (Sproutmation, 2023). Su diseño modular, junto con conexiones neumáticas estandarizadas y control eléctrico sencillo, lo convierten en una herramienta eficiente para la automatización de procesos y la enseñanza de robótica aplicada (DOBOT, 2017).

Figura 4

Bomba de vacío



Nota. Módulo de bomba de vacío acoplado al brazo robótico Dobot Magician, utilizado para la manipulación de objetos mediante succión (Funduino, 2022).

4.5. Módulo de ventosa (succión cup) para Dobot Magician

El módulo de ventosa del Dobot Magician, Figura 5, consiste en un accesorio neumático que emplea una copa de succión fabricada en silicona, diseñada para adherirse a superficies lisas mediante presión negativa. Este accesorio se conecta directamente al módulo de bomba de vacío mediante mangueras neumáticas, permitiendo la manipulación de objetos ligeros en tareas de pick-and-place. Su integración al brazo robótico se realiza mediante un sistema plug-and-play, lo que facilita su uso en entornos educativos, simulaciones industriales y procesos de automatización básica (TECHY, 2022). De acuerdo con las especificaciones técnicas, la ventosa puede levantar objetos de hasta 500 g con una presión de operación de aproximadamente -35 kPa. Gracias a su precisión y control por señales

digitales, este módulo es una herramienta didáctica eficiente para el aprendizaje de principios de robótica y neumática aplicada (Muzix, 2025).

Figura 5

Módulo de ventosa para el Dobot



Nota. Módulo de ventosa del Dobot Magician, empleado para la sujeción y traslado de objetos mediante vacío generado por presión negativa (Botland, 2022).

4.6. Base de la cámara para Dobot Magician (Vision Kit)

La base de la cámara para el Dobot Magician es una estructura metálica que permite fijar y ajustar la cámara para capturar imágenes dentro del área de trabajo del robot, figura 6. Este accesorio facilita la integración de sistemas de visión artificial para tareas de reconocimiento y posicionamiento. Su diseño modular y compacto lo hace ideal para aplicaciones educativas e industriales, permitiendo un montaje seguro y estable (Robotics D., 2023).

Figura 6

Base para el Dobot Magician



Nota. Base de soporte para la cámara del Vision Kit del Dobot Magician (Robotics D. , 2023).

4.7. Cámara industrial

La cámara del Dobot Magician incluida en el Vision Kit es una unidad HD de 5 megapíxeles con sensor CMOS de 1/2.5" y montura C-Mount, diseñada para capturar imágenes de hasta 2 592×1 944 px a 31 fps, Figura 7. Este dispositivo USB 3.0 con rango dinámico superior a 60 dB y relación señal-ruido mayor a 40 dB es ideal para tareas de visión artificial como reconocimiento, posicionamiento y medición robótica. Su formato compacto (29×29×30 mm) lo hace adecuado para montajes en entornos educativos e industriales, facilitando su integración al brazo robótico sin comprometer precisión o estabilidad (Robotics D. , 2023).

Figura 7

Cámara Industrial



Nota. Cámara del Vision Kit diseñada para la captura de imágenes en aplicaciones de visión artificial.

4.8. Linterna Auxiliar

La linterna del Vision Kit del Dobot Magician es un anillo luminoso de LED blanca, compuesto por 48 LED que proporcionan una iluminación de hasta 40 000 lux, Figura 8. Está diseñada para montarse alrededor de la lente en un diámetro de 40–70 mm, con control de brillo ajustable de 0 a 100 % sin cambios en la temperatura de color, lo que garantiza iluminación uniforme y sin el efecto de destellos. Este accesorio es esencial en aplicaciones de visión artificial, ya que mejora el contraste, la homogeneidad y la precisión en tareas de reconocimiento y medición dentro de entornos educativos o industriales (Robotics D. , 2023).

Figura 8

Linterna Auxiliar para visión artificial



Nota. Linterna auxiliar empleada para mejorar la iluminación en el área de trabajo (Robotics A. , 2023).

4.9. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación suministrando una tensión de 12 V DC, Figura 9. Necesaria para alimentar los motores, la electrónica y accesorios como el Magic Box. Según el manual, el suministro es de Power in 12 V/5 A DC – Power 60 W Max. Además, el Power Box del Magician Lite señala los puertos de 12 V/3 A para módulos adicionales (DOBOT, 2017).

Figura 9

Fuente de alimentación



Nota. Fuente de alimentación del Dobot Magician que suministrar la energía necesaria para el funcionamiento

4.10. Cable USB a Micro-BM

Este cable conecta el robot Dobot Magician a una computadora mediante una interfaz USB estándar tipo A hacia un conector Micro-BM en el robot, Figura 10. Permite la transferencia de datos para programación, actualización de firmware y comunicación en tiempo real con software como Dobot Studio o plataformas de desarrollo como Arduino o Python. La conexión Micro-BM es común en equipos electrónicos de precisión, asegurando compatibilidad y transferencia de datos estable (DOBOT, 2017).

Figura 10

Cable USB a Micro-BM



Nota. Cable USB a Micro-BM utilizado para la conexión entre la cámara y un computador.

4.11. Cable USB tipo B a tipo A

Este cable se utiliza para establecer comunicación entre el Dobot Magician y una computadora, particularmente cuando se emplea en modos de control estándar mediante software oficial. El conector tipo B se inserta en el puerto del robot y el tipo A en el computador. Este tipo de conexión permite la ejecución de rutinas automatizadas, calibraciones y transferencia de comandos de movimiento (DOBOT, 2017).

Figura 11

Cable USB tipo B a tipo A



Nota. Cable USB tipo B a tipo A, utilizado para establecer comunicación directa entre el Dobot Magician y el computador.

4.12. Adaptador DC 12 V IN – Kit de Visión

El kit de visión del Dobot Magician incluye un adaptador de corriente de 12 V DC que alimenta módulos externos como la cámara industrial y el anillo de luz LED. Este adaptador proporciona la energía necesaria de manera independiente al robot, evitando sobrecargas en la fuente principal y asegurando un funcionamiento continuo de los dispositivos de visión artificial. Según la documentación oficial del Kit de Visión, este adaptador tiene una salida de 12 V con soporte de hasta 2 A para los periféricos conectados (DOBOT, 2017).

Figura 12

Adaptador DC 12 V IN



Nota. Adaptador de corriente DC 12 V IN, empleado para suministrar energía al Dobot y la Cámara.

4.13. Dispositivo USB – Pendrive con licencias

El robot Dobot Magician incluye un pendrive USB como parte del paquete oficial, el cual contiene archivos esenciales para la instalación y activación del software necesario para su operación, como Dobot Studio, Blockly, y otras herramientas de control. Este dispositivo no solo incluye los instaladores, sino también los archivos de licencia y claves de activación necesarias para habilitar funciones avanzadas y módulos del entorno de desarrollo. El uso del pendrive es obligatorio al momento de instalar el software por primera vez y se recomienda conservarlo como respaldo de seguridad (DOBOT, 2017).

Figura 13

Pendrive con licencias



Nota. Pendrive con licencias del Dobot Magician, utilizado para activar el software oficial y habilitar funciones avanzadas.

4.14. Programa Dobot Vision

El Programa Dobot Vision como en la Figura 14, también conocido como *Dobot Vision Studio*, es la plataforma dedicada al procesamiento de imágenes industriales aplicada al brazo Dobot Magician. Según el fabricante, este entorno ofrece una interfaz visual intuitiva con más de 1 000 operadores de análisis de imagen y algoritmos de alto rendimiento, lo cual permite desarrollar con rapidez aplicaciones como posicionamiento, inspección, reconocimiento y medición visual (Kit, 2024).

Figura 14

Programa Dobot vision



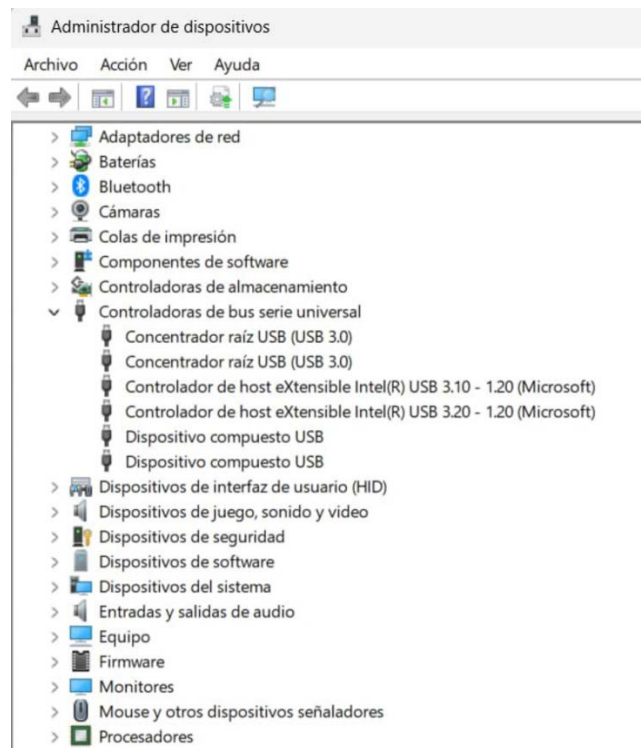
Nota. El programa a utilizar es el Dobot Vision Studio

4.15. Driver USB 3.0

El controlador USB 3.0, como se observa en la Figura 15, es un software esencial que permite al sistema operativo reconocer y gestionar correctamente los puertos USB de tercera generación. Según el fabricante, este driver optimiza la comunicación entre los dispositivos conectados y el computador, permitiendo velocidades de transferencia de hasta 5 Gbps, muy superiores a las ofrecidas por versiones anteriores (Intel Corporation, 2019).

Figura 15

Driver USB 3.0



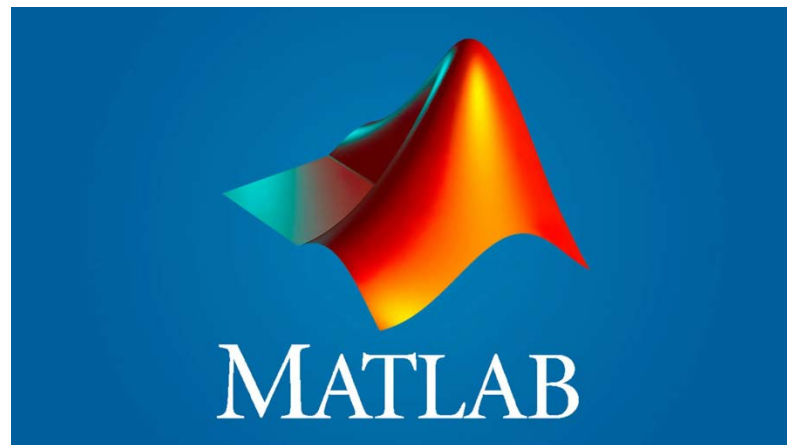
Nota. Revisar si la instalación 3.0 se ha realizado

4.16. Matlab

Matlab es una plataforma de programación de alto nivel ampliamente utilizada en ingeniería, matemáticas aplicadas y ciencias computacionales debido a su capacidad para combinar cálculo numérico, visualización y programación en un solo entorno integrado. Su estructura basada en matrices facilita la resolución de problemas complejos, permitiendo realizar desde operaciones algebraicas básicas hasta simulaciones avanzadas de sistemas dinámicos. Además, dispone de un extenso conjunto de *toolbox* especializados que amplían sus aplicaciones hacia áreas como control automático, procesamiento de señales, visión por computadora, inteligencia artificial y análisis de datos (MATLAB, 2023)

Figura 16

Programa Matlab



Nota. Plataforma educativa utilizada para el desarrollo de programación (MATLAB, 2023)

V. MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se detalla el procedimiento paso a paso que se llevó a cabo en la fase de preparación del brazo robótico Dobot Magician y su kit de visión artificial. Primeramente, antes de conectar la fuente de alimentación, se procedió a su revisión visual y física para comprobar que no presentara daños que pudieran afectar el correcto funcionamiento del sistema. Se verificó que no estuviera abollada, sulfatada, sobrecalentada o con cables pelados o expuestos, Figura 17. También se inspeccionaron los conectores y terminales, confirmando que no existiera oxidación ni fisuras. Esta evaluación es esencial para descartar posibles fallas eléctricas o riesgos de cortocircuitos.

Figura 17

Fuente de alimentación



Nota. La fuente de alimentación cuenta con un LED indicador que confirma que el Dobot está encendido y recibiendo energía

Una vez comprobado que la fuente está en buen estado, se continuó con la verificación del brazo robótico Dobot Magician. Se examinó minuciosamente cada parte del dispositivo, comenzando por su carcasa externa, para comprobar que no presentara golpes o daños

visibles. Luego, se evaluaron sus articulaciones, ejes y motores, verificando que se movieran libremente, sin obstrucciones o ruidos anormales, Figura 18. También se confirmó que los puertos de conexión estuvieran intactos y sin pines doblados como lo muestra en la Figura 19, lo que podría dificultar la transmisión de datos o la alimentación eléctrica.

Figura 18

Brazo del Dobot



Nota. Brazo robótico Dobot Magician con LED indicador de encendido en la base, que confirma que el equipo está recibiendo alimentación eléctrica

Figura 19

Pines de comunicación del Dobot



Nota. Los pines son de comunicación entre el Dobot con la computadora y la bomba de vacío

Posteriormente, se procedió al armado de la base del robot, asegurando que se instalara sobre una superficie nivelada y firme, lo cual permite evitar desplazamientos o vibraciones durante el funcionamiento del brazo, por tanto, esta instalación estable es indispensable para garantizar precisión en los movimientos y evitar errores durante las prácticas.

Figura 20

Base metálica



Nota. La base metálica es utilizada para colocar la cámara para que tenga una mejor visión del entorno

Se revisaron todos los cables de conexión del sistema, tanto de alimentación como de transferencia de datos, además, se inspeccionó que no tuvieran cortes, dobleces severos o que

estuvieran pelados, y se aseguró que estuvieran correctamente conectados en los puertos correspondientes del brazo robótico y la cámara.

Una vez conectado todo el sistema físico, se procedió con una verificación inicial de funcionamiento. Se conectó la fuente de alimentación y se confirmó que el brazo robótico recibiera energía correctamente, observando que el LED indicador encendido este en rojo que indica que está apagado y verde que indica que este operativo.

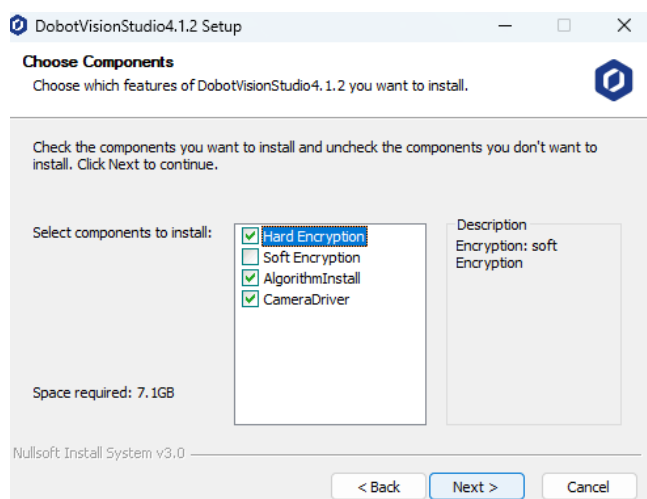
5.1. Instalación de programas y drivers

Para el correcto funcionamiento del sistema Dobot Magician y su kit de visión artificial, es necesario realizar la instalación de los programas y drivers correspondientes que permiten la comunicación entre el equipo físico y el computador. Esta fase tuvo como objetivo establecer un entorno de trabajo estable, funcional y compatible con los requerimientos técnicos del dispositivo, garantizando así el desarrollo fluido de las prácticas de laboratorio.

En primer lugar, se descargaron los programas oficiales desde la página web de Dobot, asegurando que las versiones fueran compatibles con el sistema operativo utilizado Windows 11. Entre los programas principales se instaló el Dobot Studio, Figura 21, una plataforma que permite controlar y programar el brazo robótico a través de una interfaz gráfica. Este software también proporciona acceso a funciones básicas como el control manual, movimientos por coordenadas, grabación de trayectorias y programación mediante bloques o scripts, durante la instalación, se siguieron cuidadosamente los pasos sugeridos en la documentación técnica.

Figura 21

Instalación del programa



Nota. Captura realizada durante la instalación del software en el equipo utilizado para el desarrollo del proyecto.

Este entorno de trabajo permite configurar la cámara industrial incluida en el kit, calibrarla, capturar imágenes y desarrollar tareas de visión por computadora como el reconocimiento de colores, formas o códigos. Una vez instalado, se conectó la cámara mediante su cable USB y se verificó su reconocimiento por parte del software. Si el dispositivo no era detectado de inmediato, se procedía a instalar los drivers específicos del modelo de cámara, los cuales vienen junto al paquete del software o pueden ser descargados desde el sitio oficial del fabricante.

5.2. Calibración de cámara industrial HikVision

Dentro de Dobot Vision Studio se realizaron ajustes iniciales en la cámara, como el enfoque, la resolución, la iluminación, la ganancia y el balance de blancos, de manera que las imágenes capturadas fueran lo suficientemente claras para las tareas de análisis. También

se probó la herramienta de visualización en tiempo real para confirmar que la cámara funcionaba correctamente y que estaba alineada con el área de trabajo del brazo robótico

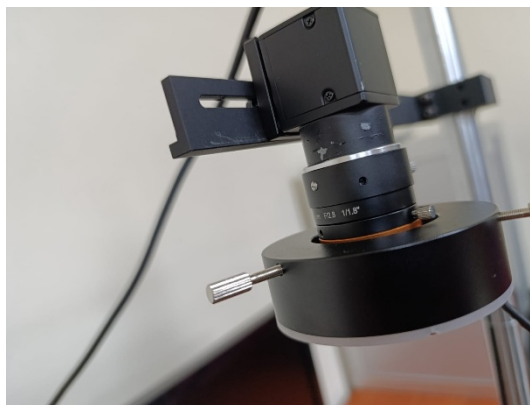
Con el entorno instalado, se conectó el pendrive de seguridad del Kit Dobot Vision en un puerto USB disponible, indispensable para habilitar el funcionamiento del software Dobot Vision Studio. Una vez abierto el programa, se accedió a la opción General Solution para crear un nuevo proyecto desde cero, permitiendo construir un flujo de trabajo personalizado desde la interfaz de desarrollo del software.

Dentro de esta interfaz, se utilizó la herramienta Image Source como nodo principal del sistema de visión, así, esta función permite capturar en tiempo real las imágenes provenientes de la cámara industrial y modificar parámetros esenciales para la calibración. En este nodo se seleccionó la cámara HikVision, se configuró el formato de píxeles a RGB necesario para reconocimiento de colores, y se ingresó a la ventana Camera Set para ajustar los parámetros de adquisición de imagen.

Adicionalmente, se realizó el enfoque manual del lente, Figura 22 girando el anillo físico de la cámara hasta lograr una imagen completamente nítida de los objetos ubicados sobre la base de operación. Este paso fue determinante para evitar distorsiones o desenfoques que pudieran afectar la precisión de los algoritmos de análisis visual.

Figura 22

Cámara HikVision



Nota. Este montaje permite realizar la calibración óptica ajustando parámetros como el enfoque y la distancia focal de manera precisa

Durante esta fase también se utilizó el software MVS (Machine Vision Software), proporcionado por el fabricante de la cámara HikVision, el cual permitió verificar el funcionamiento del dispositivo de forma independiente al software de Dobot. En este entorno se confirmó que la cámara fuera correctamente reconocida por el sistema, se ajustaron parámetros básicos, y se comprobó la comunicación del controlador USB3 Vision.

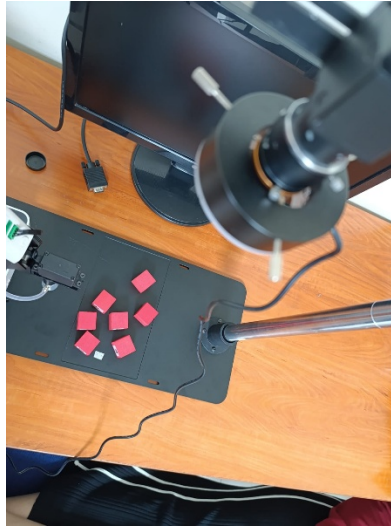
Finalmente, se corroboró el reconocimiento de la cámara a través del Administrador de dispositivos de Windows, verificando que esta apareciera en la sección USB3 Visión Cameras y que los puertos COM utilizados no generaran conflicto con el Dobot Magician. La comunicación entre ambos sistemas quedó validada al establecerse la conexión desde el Dobot Panel, donde se visualizaron en tiempo real las coordenadas del brazo robótico y se realizó el retorno a posición inicial mediante el botón Home.

Como parte del proceso de verificación, se utilizaron cubos de colores en la superficie de trabajo como en la figura 23, permitiendo evaluar si la cámara podía distinguir con

claridad las diferentes tonalidades. Se hicieron varias tomas de imagen con distintos niveles de exposición y ganancia, ajustando cada parámetro hasta lograr una representación visual.

Figura 23

Vista superior del sistema de calibración



Nota. La imagen muestra el montaje de una cámara posicionada sobre una superficie de calibración

		REVISION 1/1	Página 27	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision.

PRÁCTICA # 1

TEMA:

“Instalación y Configuración de Software y Drivers del Sistema”

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 2

Integrantes:

Jean Floyd Florencia Medina
María Gabriela Muñoz Mendoza

MSc. RAFAEL FRANCO REINA

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

		REVISION 1/1	Página 28
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

1. OBJETIVO GENERAL

Instalar el entorno de trabajo del brazo robótico Dobot Magician y su sistema de visión artificial mediante la descarga, configuración de drivers y programas oficiales, para garantizar la correcta operatividad del equipo.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Instalar el software Dobot Vision Studio y los controladores del brazo robótico mediante los instaladores autorizados, para disponer del entorno gráfico de operación y configuración del sistema robótico.
- Verificar la correcta instalación del software y drivers mediante pruebas de reconocimiento de los dispositivos, para confirmar la disponibilidad del sistema.
- Comprobar la correcta visualización de la interfaz gráfica de Dobot Vision Studio, identificando sus componentes principales y su funcionamiento básico, con el fin de familiarizar al estudiante con el entorno de trabajo.

3. NORMAS DE SEGURIDAD

- Leer el manual del usuario antes de comenzar la instalación y manipulación del equipo.
- Manipular el brazo robótico con el sistema apagado al momento de conectar cables, accesorios o cambiar las herramientas.
- Evitar tocar el brazo durante el encendido o calibración automática.
- No manipular cables o conexiones con las manos húmedas ni en superficies mojadas.
- Mantener el área libre de objetos que obstruyan el movimiento del brazo robótico.

		REVISION 1/1	Página 29	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

4. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, Y ACCESORIO)

- Brazo robótico Dobot Magician
- Bomba de vacío
- Ventosa
- Cámara industrial del kit Dobot Vision
- Soporte de cámara
- Poste de extensión para la cámara
- Sistema de iluminación LED
- Base metálica para cámara y brazo robótico
- Computadora con sistema Windows 10/11 64 bits
- Fuente de alimentación para el brazo robótico Dobot Magician
- Adaptador de alimentación
- Cable USB a Micro BM
- Cable USB a tipo A
- Pendrive de seguridad Dobot Vision Kit

5. MARCO TEÓRICO

5.1.Dobot Magician

El Dobot Magician es un brazo robótico educativo, tiene cuatro grados de libertad, es creado para ser parte de la complementación educativa sobre la robótica e inteligencia artificial. Tiene la facilidad de adaptarle varios accesorios y se maneja mediante los diferentes softwares proporcionados por la empresa creadora del Dobot Magician, con la facilidad de manejarlo con diversos lenguajes de programación. En esta práctica, su función es servir como plataforma de integración con el sistema de visión artificial, permitiendo comprobar la correcta instalación

		REVISION 1/1	Página 30
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

del software de control y los controladores que permiten operarlo (DOBOT, 2017).

5.2.Controlador cámara industrial USB3

El controlador USB3 Vision es un componente esencial que permite al sistema operativo reconocer y comunicarse con cámaras industriales conectadas mediante el puerto USB 3.0. Este driver es necesario para habilitar la transmisión de datos de alta velocidad y asegurar que el software de visión (como Dobot Vision Studio) pueda acceder a los parámetros de la cámara y capturar imágenes correctamente.

5.3.DobotVisionStudio

Dobot Vision Studio es el software oficial de procesamiento visual desarrollado por Dobot para tareas de reconocimiento de objetos, colores, formas y códigos. Utiliza un entorno de programación gráfica mediante nodos que facilita el desarrollo de algoritmos de visión artificial sin necesidad de programar desde cero. Su uso requiere que los controladores de la cámara estén previamente instalados (DOBOT, 2017).

5.4.DobotLink

DobotLink es una aplicación que actúa como puente de comunicación entre el software de control (DobotStudio o Vision Studio) y el hardware del Dobot Magician. Su ejecución en segundo plano es necesaria para habilitar la conexión por puerto USB o red local, permitiendo que el software envíe instrucciones al robot de forma confiable (DOBOT, 2017).

5.5.Cámara profesional HikVision

La cámara industrial HikVision, incluida en muchos kits de visión artificial como el del Dobot, permite capturar imágenes con alta calidad y precisión. Está

		REVISION 1/1	Página 31
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

diseñada para aplicaciones de inspección, clasificación o posicionamiento en entornos industriales y educativos. Para que funcione correctamente, es indispensable instalar el controlador USB3 Vision y el software de gestión del fabricante (MVS) (Robotics D. , 2023).

5.6.MVS (Machine Vision Software)

MVS es el software proporcionado por HikRobot para la configuración, prueba y diagnóstico de cámaras industriales. Incluye utilidades como MVS Viewer, que permite verificar si la cámara está funcionando, realizar ajustes de imagen y confirmar que la transmisión de datos es correcta antes de utilizar la cámara con otro software como Dobot Vision Studio (Robotics D. , 2023).

6. INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Prepare el entorno físico con Dobot Magician integrando Kit Dobot Vision
- Luego, instale de software Dobot Vision Studio
- Una vez instalado, proceda a revisar e instalar los controladores para software Dobot Vision Studio
- Realice la instalación del software MVS
- Instale los controladores para la cámara profesional HikVision
- Pruebe y verifique el reconocimiento de los controladores mediante los softwares del equipo.

		REVISION 1/1	Página 32
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

7. MARCO PROCEDIMENTAL

Instalar el entorno con Dobot Magician integrando el kit Dobot Vision Studio, se conecta el cable de alimentación junto con el adaptador para poder encender el brazo robótico mediante el puerto Power como se muestra en la Figura 24 y el sistema de iluminación como se muestra en la Figura 25.

Figura 24

Adaptador del sistema de alimentación y sistema de iluminación LED.



Nota. Mediante el adaptador de alimentación se puede encender el Dobot Magician y a la vez el sistema de alimentación LED para adaptarlo a la cámara.

		REVISION 1/1	Página 33
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 25

Puerto de alimentación.

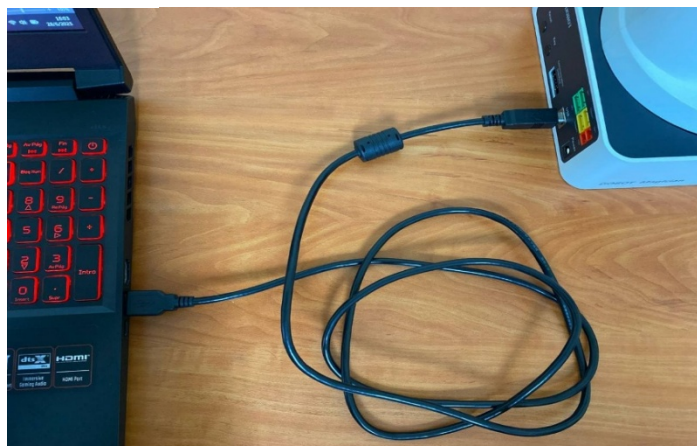


Nota. Puerto donde se conecta la alimentación para encender el Dobot Magician.

Conectar cable USB a tipo A, de la computadora como se muestra en la Figura 26 y a la base del brazo robótico como se muestra en la Figura 27.

Figura 26

Cable USB a Tipo A.

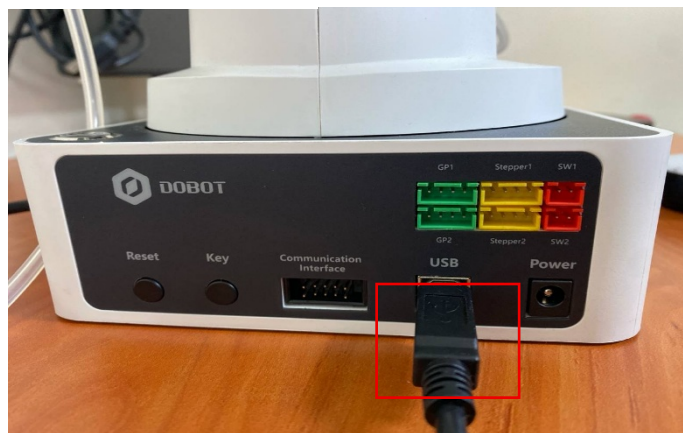


Nota. Cable que sirve para comunicar la PC al brazo robótico.

		REVISION 1/1	Página 34
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 27

Puerto para la comunicación con la PC.



Nota. Mediante el cable USB a tipo A se conecta en el puerto USB de la base del Dobot Magician para la comunicación con la PC.

Conectar el cable USB a Micro BM, para la comunicación de la cámara con la PC como se muestra en la figura 28.

Figura 28

Cable USB a Micro BM.



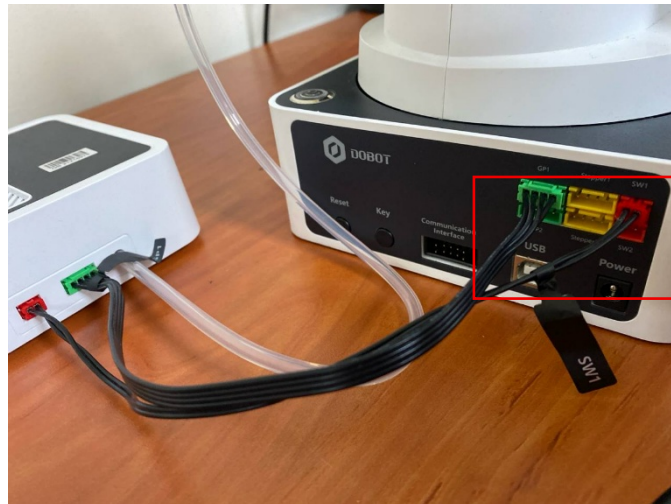
Nota. Cable de comunicación de la cámara a la PC, el puerto Micro BM va directamente conectada a la cámara.

		REVISION 1/1	Página 35
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Para usar el accesorio de la ventosa, se debe conectar la bomba de vacío a la base del brazo robótico como se muestra en la Figura 29.

Figura 29

Conexión de bomba de vacío a puertos de la base de Dobot Magician.



Nota. En GP1 se conecta la señal de comunicación para bomba de aire (Puerto color verde) y en SW1 se conecta la alimentación para la bomba de aire (Puerto color rojo).

En la instalación del accesorio de la ventosa, se debe conocer que en la parte frontal del brazo robótico existen varios puertos, pero únicamente se debe considerar el puerto GP3 tal como se muestra en la Figura 30.

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

Figura 30

Puerto de conexión para ventosa.



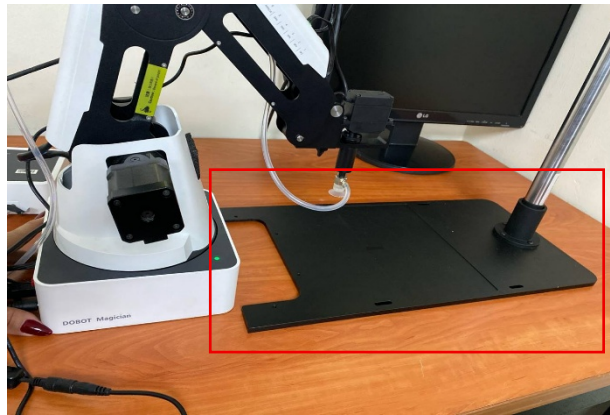
Nota. El puerto 1 (Color verde) es el puerto llamado GP3, el cual pertenece específicamente para la conexión del accesorio de la ventosa (Cornejo & Reyes, 2025).

Para preparar el entorno físico del Kit Dobot Vision también requiere la instalación de base metálica para cámara y brazo robótico como se muestra en la Figura 31.

		REVISION 1/1	Página 37	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 31

Instalación de base metálica para cámara y brazo robótico.



Nota. Es importante la base metálica debido a que será el rango de movimiento del brazo robótico y su vez el espacio de observación de la cámara.

Se procede a instalar el poste de extensión para la cámara en la base metálica como se muestra en la Figura 32.

Figura 32

Poste de extensión para cámara.



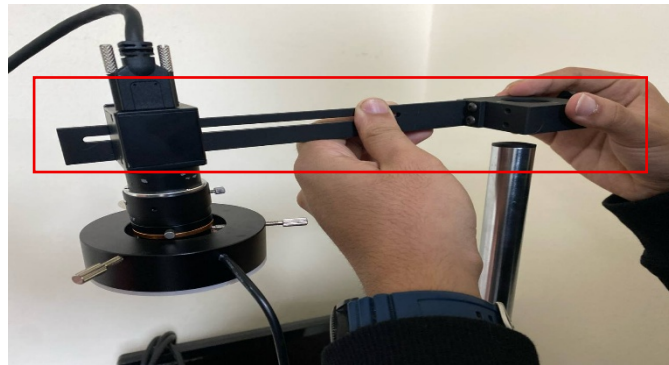
Nota. El poste de extensión para la cámara sirve para que el brazo robótico tenga una visión fija en la base metálica.

		REVISION 1/1	Página 38
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez instalado el poste de extensión para la cámara, se debe adjuntar el soporte para la cámara, tal como se muestra en la Figura 33.

Figura 33

Instalación del soporte para la cámara.



Nota. El soporte para la cámara se debe ajustar correctamente al poste de extensión para que esta quede fija y se obtenga una amplia visión de la base.

El sistema de iluminación debe estar ajustado junto con la cámara en el soporte para que exista mejor visualización en la base metálica, tal como se muestra en la Figura 34 debe instalarse el aro de luz LED.

		REVISION 1/1	Página 39
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 34

Instalación de aro de luz LED.



Nota. El aro de luz LED debe ajustarse alrededor de la cámara de tal manera que ayude a un mejor sistema de visión al usar el brazo robótico.

Una vez instalado todas las piezas del Kit Dobot Vision, se debe encender el botón de encendido que se encuentra en la base del brazo robótico como se muestra en la Figura 35.

Figura 35

Botón de encendido del robot.



Nota. Botón de encendido debe iluminarse de azul para visualizar físicamente que el robot está siendo alimentado correctamente.

		REVISION 1/1	Página 40	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Después de haber encendido el brazo robótico debe encenderse un led interno que se encuentra en la base del brazo robótico, este led debe cambiar a color verde como se muestra en la Figura 36, lo cual significa que se encuentra dentro de su rango de movimiento.

Figura 36

Led indicador.



Nota. Led indicador ubicado en la base del Dobot.

Una vez instalado por completo el entorno físico, a través de la página oficial de descargas de Dobot como se muestra en la Figura 37, se debe instalar Dobot Vision Studio v4.1.2 https://www.dobot.com.mx/visual_kit

		REVISION 1/1	Página 41
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 37

Página principal del Kit de visión de Dobot.

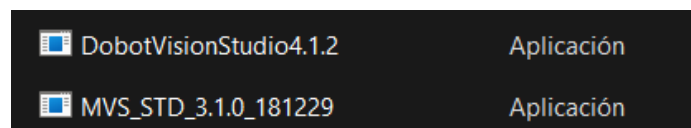


Nota. Se encontrará el software de instalación para usar el sistema de visión del robot.

Al descargar la carpeta desde la página oficial de DOBOT, se encontrará directamente los drivers para el Kit Dobot Vision al momento de instalación, y a su vez se va a encontrar la instalación para la cámara Hik Vision parte del Kit de Visión de Dobot, tal como se muestra en la Figura 38, también incluye el controlador USB3 al momento de instalación necesario para cámaras profesionales como lo es Hik Vision.

Figura 38

Softwares para Kit Dobot Vision.



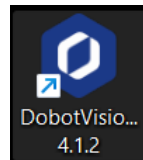
Nota. Se va a encontrar los instaladores de los softwares del Kit Dobot Vision y a su vez incluye los drivers necesarios para cada uno.

		REVISION 1/1	Página 42
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez instalado DobotVisionStudio, el icono del software se va a observar como en la Figura 39.

Figura 39

Software DobotVisionStudio.



Nota. Icono de color azul utilizado para el sistema de visión de

Para poder abrir el software DobotVisionStudio se necesita conectar el pendrive de seguridad Dobot Vision Kit a un puerto USB disponible en la PC como se muestra en la Figura 40, este pendrive funciona como una llave para que el software pueda funcionar sin ningún inconveniente.

Figura 40

Pendrive de seguridad.



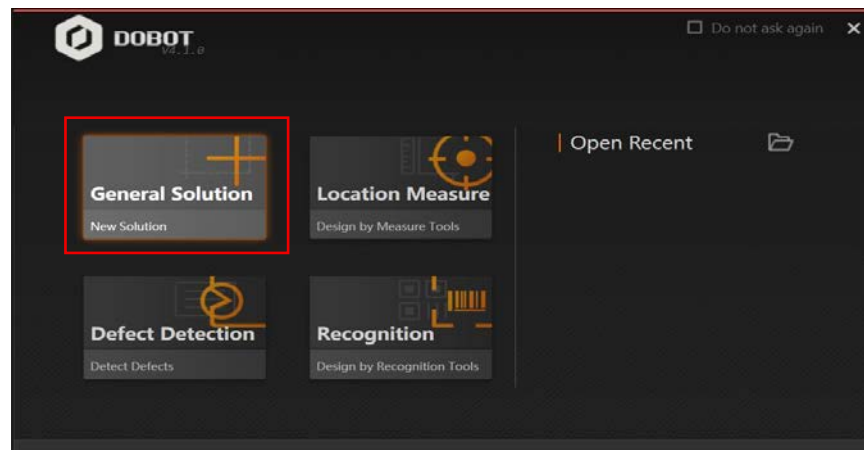
Nota. Pendrive con etiqueta azul Dobot Vision Kit, funciona como llave para el funcionamiento del software DobotVisionStudio.

		REVISION 1/1	Página 43
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Al abrir el software DobotVisionStudio, se encontrará la interfaz principal como se muestra en la Figura 41, aquí se debe escoger la opción “General Solution” para tener la oportunidad de construir cualquier flujo desde un proyecto en blanco.

Figura 41

Interfaz principal del software DobotVisionStudio



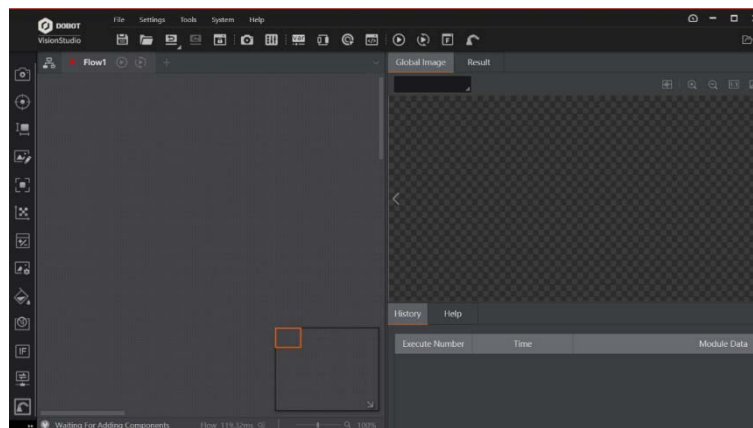
Nota. Al iniciar Dobot Vision Studio, el software presenta una interfaz principal de selección de proyecto, donde el usuario puede escoger entre cuatro tipos de plantillas preconfiguradas

		REVISION 1/1	Página 44
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez iniciado el proyecto, la interfaz de desarrollo se observa Figura 42.

Figura 42

Interfaz de desarrollo del software DobotVisionStudio.



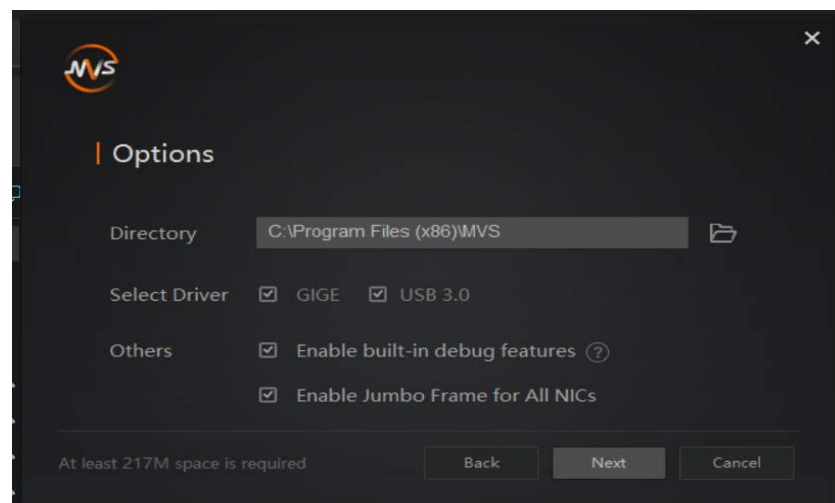
Nota. Al abrir el software Dobot Vision Studio, el entorno se muestra de esta manera, por lo que aquí es donde se realizar todas las prácticas.

		REVISION 1/1	Página 45
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

En la misma carpeta que se descargó del link de instalación se encuentra el instalador MVS Figura 43, el cual es el software para la cámara profesional HikVision que forma parte del kit Dobot Vision, por lo que al momento de instalación se va a encontrar la posibilidad de descargar los drivers correspondientes para el reconocimiento de la cámara.

Figura 43

Selección de driver USB 3.0 para cámara profesional.



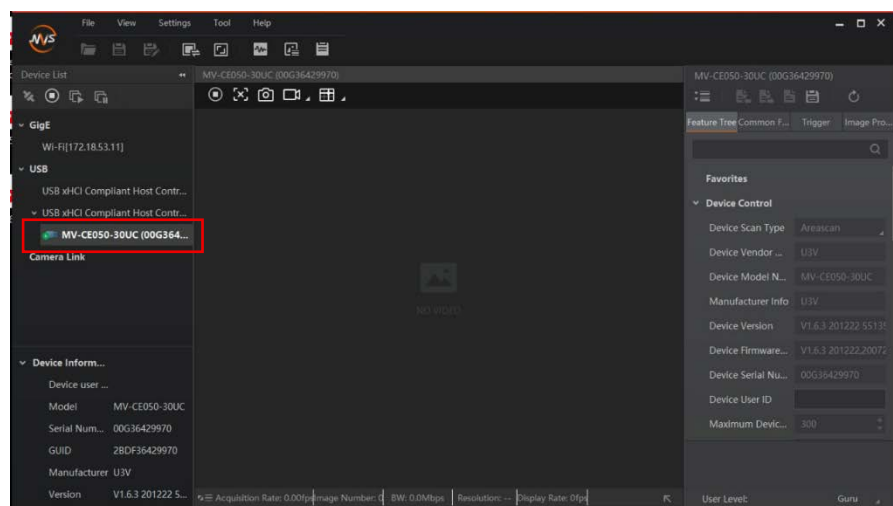
Nota. Al momento de instalación del software MVS de la cámara HikVision, se observa que nos brinda la oportunidad de elegir los drivers a instalar para el correcto funcionamiento y comunicación con Dobot.

		REVISION 1/1	Página 46
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez instalado el software MVS de la cámara HikVision, se puede calibrar la cámara a través de este software y a la vez verificar que hace reconocimiento del sistema de visión como se muestra en la Figura 44.

Figura 44

Interfaz principal del software MVS.



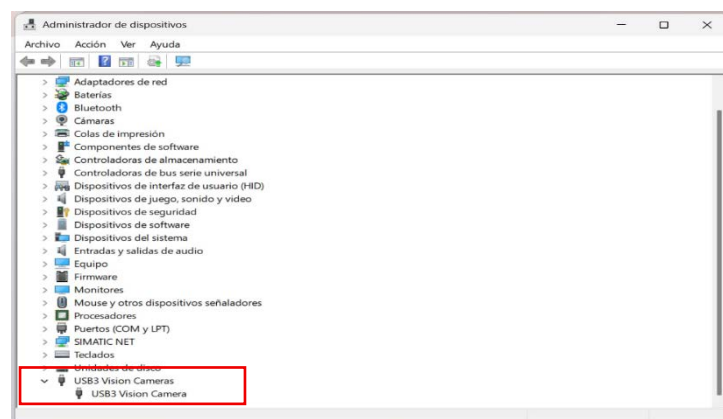
Nota. En el software MVS se puede calibrar la cámara HikVision y también poder observar el reconocimiento de esta.

		REVISION 1/1	Página 47
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Después de haber instalado los softwares que se van a usar, se debe asegurar que la PC este reconociendo la cámara en el administrador de dispositivos para hacer la respectiva verificación como se muestra en la Figura 45.

Figura 45

Administrador de dispositivos



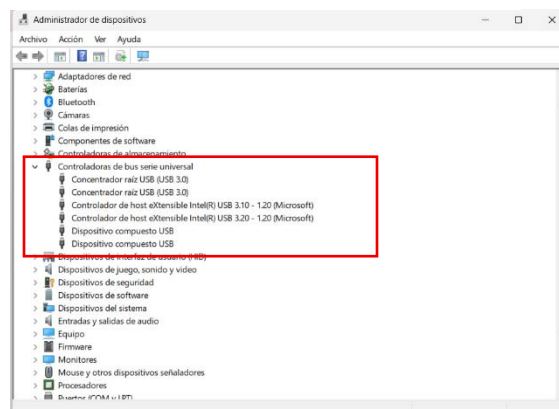
Nota. En la parte de USB3 Vision Cameras debe aparecer que un puerto USB debe estar conectado la cámara de Kit del Dobot.

		REVISION 1/1	Página 48
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

También se debe observar que se encuentre instalado el driver USB 3.0 el cual corresponde al de la cámara del Kit y que se observen los puertos ocupados por la comunicación de la PC hasta el Dobot, tal como se observa en la Figura 46.

Figura 46

Controladores USB detectadas en el sistema.



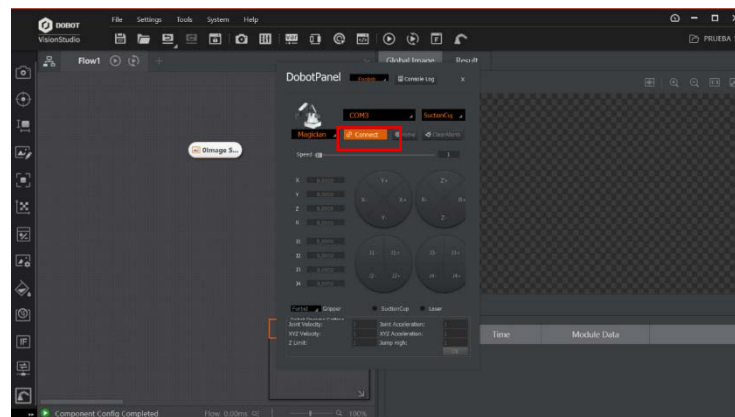
Nota. En este apartado del administrador de dispositivos se hace la confirmación de la detección del dispositivo USB.

		REVISION 1/1	Página 49
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Finalmente, se ingresa en DobotVisionStudio y se realiza la comprobación con la PC y se esté comunicando correctamente con el brazo robótico, para esto se ingresa en DobotPanel tal como se muestra en la Figura 47.

Figura 47

Interfaz de control y conexión del Dobot Magician en DobotVisionStudio.



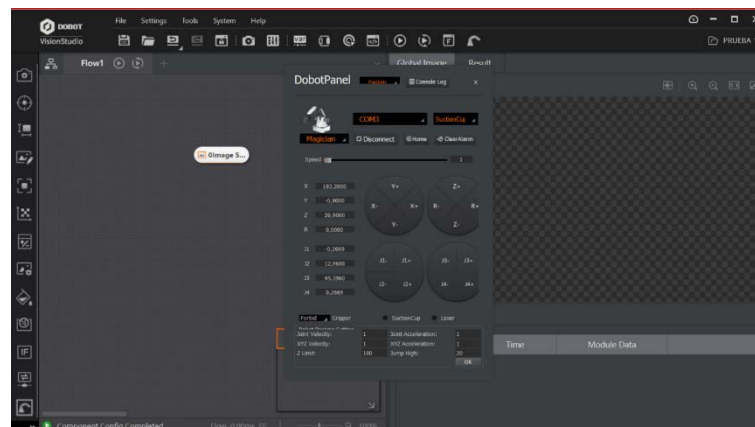
Nota. Se selecciona el puerto COM correspondiente, el botón Connect permite establecer la comunicación entre el software y el brazo robótico.

		REVISION 1/1	Página 50
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Al conectar el entorno de trabajo con el brazo robótico mediante el panel de control, se va a observar las coordenadas de posición, los ángulos de las articulaciones tal como se muestra en la Figura 48, estas se actualizarán en tiempo real, a su vez se observar el botón de Home, donde al presionarlo el brazo robótico se va a calibrar desde su posición inicial listo para recibir órdenes.

Figura 48

Conexión establecida con el Dobot Magician.



Nota. Se observa la conexión del brazo robótico correctamente al puerto COM3 y a su vez las coordenadas en tiempo real en el que se encuentra.

		REVISION 1/1	Página 51
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A través del Administrador de dispositivos, se puede reconocer que puertos USB están siendo utilizados, de esta manera se pueden identificar dispositivos conectados como el Dobot Magician, cámaras industriales, entre otras. Esto es importante porque ayuda a resolver conflictos de puertos COM y fallas de conexión.
- La correcta instalación de drivers es fundamental para la detección y operación del brazo robótico, por lo que la integración del brazo robótico depende de que la comunicación este bien establecida.
- DobotVisionStudio ofrece un entorno de control y visión artificial, la interfaz permite pruebas inmediatas.
- Se recomienda no tener abierto DobotVisionStudio y MVS al mismo tiempo ya que solo funciona uno a la vez debido al acceso exclusivo a la misma cámara industrial.
- El Led interno en la base del brazo robótico debe siempre estar en color verde, ya que indica que está en la posición ideal para trabajar.
- El pendrive de seguridad funciona como llave para que los software de Dobot funcionen sin problemas por lo que se recomienda no desconectarlos de la PC mientras se esté trabajando.

9. BIBLIOGRAFÍA

		REVISION 1/1	Página 52
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision.

PRÁCTICA # 2

TEMA:

“Calibración de cámara industrial HikVision”

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 2

Integrantes:

Jean Floyd Florencia Medina
María Gabriela Muñoz Mendoza

MSc. RAFAEL FRANCO REINA

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

		REVISION 1/1	Página 53	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el proceso de calibración de la cámara industrial HikVision mediante el entorno de visión artificial DobotVisionStudio 4.1.2, para obtener un reconocimiento de imágenes nítido y preciso.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Configurar los parámetros de adquisición de imagen de la cámara industrial HikVision mediante una de las herramientas del panel de trabajo del entorno DobotVisionStudio, para garantizar la calidad visual del entorno físico del Dobot.
- Aplicar ajustes digitales mediante las herramientas del panel de trabajo del entorno DobotVisionStudio, para obtener una imagen clara y estable desde el software de visión del Dobot.
- Realizar ajustes sobre el sistema óptico de la cámara de manera física con la finalidad de obtener una calibración fina asegurando la fidelidad de las imágenes capturadas.

3. NORMAS DE SEGURIDAD

- Leer el manual del usuario antes de comenzar la instalación y manipulación del equipo.
- Manipular el brazo robótico con el sistema apagado al momento de conectar cables, accesorios o cambiar las herramientas.
- Evitar tocar el brazo durante el encendido o calibración automática.
- No manipular cables o conexiones con las manos húmedas ni en superficies mojadas.
- Mantener el área libre de objetos que obstruyan el movimiento del brazo

		REVISION 1/1	Página 54	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

robótico.

- Realizar la manipulación del lente sin ejercer fuerza excesiva.
- Asegurar correctamente la cámara a su base para evitar desplazamientos durando su operatividad.

4. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, Y ACCESORIO)

- Brazo robótico Dobot Magician
- Bomba de vacío
- Ventosa
- Cámara industrial del kit Dobot Vision
- Soporte de cámara
- Poste de extensión para la cámara
- Sistema de iluminación LED
- Base metálica para cámara y brazo robótico
- Computadora con sistema Windows 10/11 64 bits
- Fuente de alimentación para el brazo robótico Dobot Magician
- Adaptador de alimentación
- Cable USB a Micro BM
- Cable USB a tipo A
- Pendrive de seguridad Dobot Vision Kit
- Cubos de colores

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Dobot Magician

El Dobot Magician es un brazo robótico educativo, tiene cuatro grados de libertad, es creado para ser parte de la complementación educativa sobre la robótica

		REVISION 1/1	Página 55
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

e inteligencia artificial. Tiene la facilidad de adaptarle varios accesorios y se maneja mediante los diferentes softwares proporcionados por la empresa creadora del Dobot Magician, con la facilidad de manejarlo con diversos lenguajes de programación. En esta práctica, su función es servir como plataforma de integración con el sistema de visión artificial, permitiendo comprobar la correcta instalación del software de control y los controladores que permiten operarlo (DOBOT, 2017).

5.2. Controlador cámara industrial USB3

El controlador USB3 Vision es un componente esencial que permite al sistema operativo reconocer y comunicarse con cámaras industriales conectadas mediante el puerto USB 3.0. Este driver es necesario para habilitar la transmisión de datos de alta velocidad y asegurar que el software de visión (como Dobot Vision Studio) pueda acceder a los parámetros de la cámara y capturar imágenes correctamente (Robotics D. , 2023).

5.3. DobotVisionStudio

Dobot Vision Studio es el software oficial de procesamiento visual desarrollado por Dobot para tareas de reconocimiento de objetos, colores, formas y códigos. Utiliza un entorno de programación gráfica mediante nodos que facilita el desarrollo de algoritmos de visión artificial sin necesidad de programar desde cero. Su uso requiere que los controladores de la cámara estén previamente instalados (Robotics D. , 2023).

5.4. Cámara profesional HikVision

La cámara industrial HikVision, incluida en muchos kits de visión artificial como el del Dobot, permite capturar imágenes con alta calidad y precisión. Está diseñada para aplicaciones de inspección, clasificación o posicionamiento en entornos industriales y educativos. Para que funcione correctamente, es indispensable instalar el controlador USB3 Vision y el software de gestión del

		REVISION 1/1	Página 56
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

fabricante (MVS) (Robotics D. , 2023).

5.5. MVS (Machine Vision Software)

MVS es el software proporcionado por HikRobot para la configuración, prueba y diagnóstico de cámaras industriales. Incluye utilidades como MVS Viewer, que permite verificar si la cámara está funcionando, realizar ajustes de imagen y confirmar que la transmisión de datos es correcta antes de utilizar la cámara con otro software como Dobot Vision Studio (Robotics D. , 2023).

5.6. Calibración Óptica

La calibración de una cámara industrial consiste en ajustar tanto los parámetros físicos del lente como los digitales del sensor, con el fin de lograr una imagen clara, enfocada y representativa del entorno real. Esta calibración asegura que los datos capturados por la cámara sean precisos y estables, lo cual es esencial para tareas como reconocimiento de formas, seguimiento de objetos o control espacial en sistemas robotizados (Analytics, 2025).

- Parámetros de adquisición de imagen

Durante el proceso de calibración, se ajustan parámetros clave:

- **Exposición:** controla el tiempo que el sensor recibe luz; una exposición muy baja genera imágenes oscuras, y una muy alta produce saturación.
- **Ganancia:** amplifica la señal luminosa recibida; útil en condiciones de baja iluminación, aunque puede introducir ruido.
- **Enfoque (físico):** se ajusta manualmente en el anillo del lente y permite definir la nitidez de la imagen capturada.
- **Brillo y contraste:** afectan la claridad de los bordes y la percepción de detalles.

5.7. Herramienta Imagen Source

El entorno Dobot Vision Studio incluye el módulo “Image Source”, desde el cual se puede acceder a la cámara conectada, visualizar en tiempo real y

		REVISION 1/1	Página 57
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

modificar parámetros como exposición y ganancia. Esta herramienta facilita la configuración inicial del sistema de visión antes de aplicar algoritmos de procesamiento (Corporation, 2025).

6. INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Prepare el entorno físico con Dobot Magician integrando Kit Dobot Vision
- Conecte el pendrive de seguridad para el funcionamiento de DobotVisionStudio.
- Utilice Imagen Source para realizar la calibración de la cámara mediante el entorno virtual.
- Una vez realiza calibración, ajustar de manera manual la cámara para la obtención de una mejor calidad de imagen.
- Por último, realice toma de imágenes para verificar que se encuentra calibrada.

		REVISION 1/1	Página 58
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

7. MARCO PROCEDIMENTAL

Instalar el entorno con Dobot Magician integrando el kit Dobot Vision Studio como se observa en la Figura 49.

Figura 49

Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision.



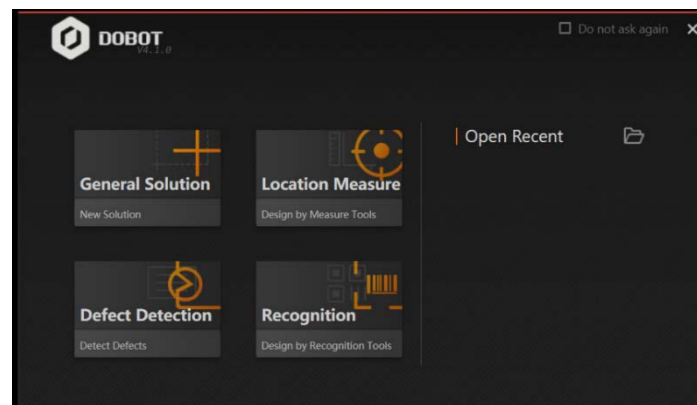
Nota. Dobot Magician se encuentra instalado en el entorno físico con el Kit de Vision de Dobot.

		REVISION 1/1	Página 59	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Teniendo en cuenta que se debe mantener conectado el pendrive de seguridad en la PC, se debe abrir el entorno virtual DobotVisionStudio tal como se muestra en la Figura 50.

Figura 50

Interfaz DobotVisionStudio.



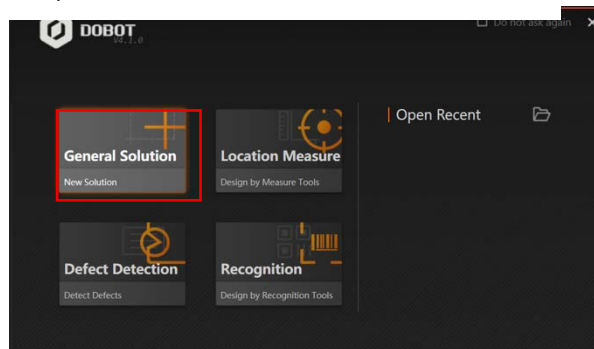
Nota. Se observa las cuatro opciones de proyectos que se pueden realizar.

		REVISION 1/1	Página 60
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Se debe escoger la primera opción “General Solution”, en el que se puede crear un proyecto personalizado desde cero, tal como se muestra en la Figura 51.

Figura 51

Interfaz principal del software DobotVisionStudio.

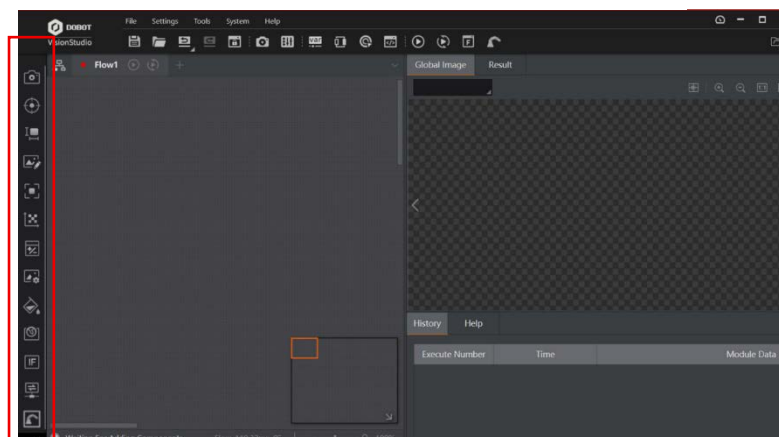


Nota. Se observan cuatro opciones para realizar diferentes tipos de proyectos.

Se puede observar en la Figura 52, que, al ingresar en un proyecto en blanco, se debe tener en cuenta que el objetivo es poder visualizar la cámara, por lo que se va a usar las herramientas que dispone el software.

Figura 52

Herramientas de trabajo del software.



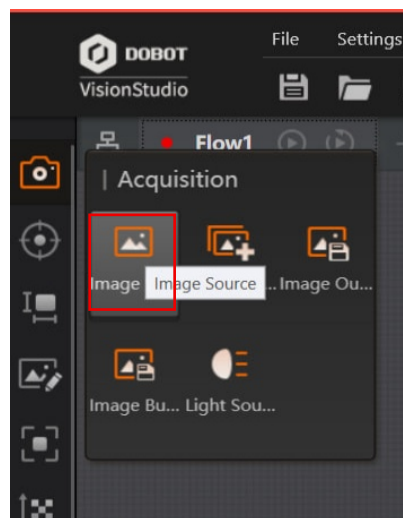
Nota. En el lado izquierdo se puede observar las diferentes herramientas con la que se puede armar un flujo de trabajo.

		REVISION 1/1	Página 61
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Dentro de las opciones se escoge Image Source para poder observar el comportamiento de la cámara industrial HikVision, tal como se muestra en la Figura 53.

Figura 53

Herramienta para flujo de trabajo “Imagen Source”



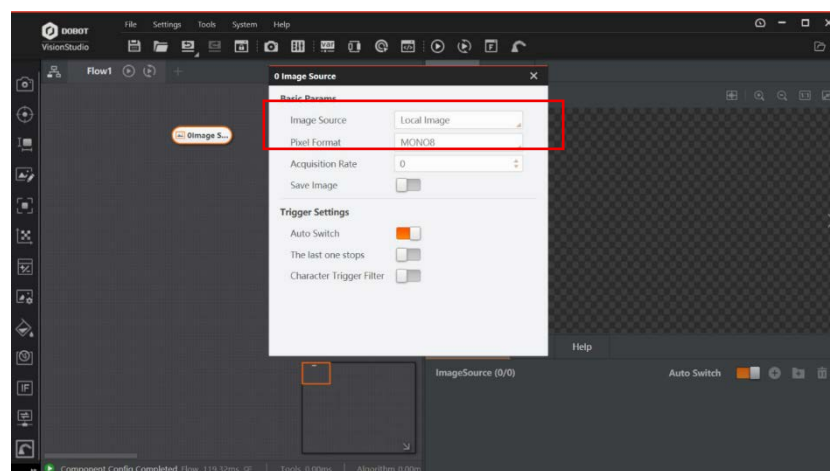
Nota. Nodo principal para el análisis de imagen.

Dentro de este nodo se debe seleccionar los parámetros para que se pueda realizar la configuración de lo que va a ser el sistema de visión, tal como se muestra en la Figura 54.

		REVISION 1/1	Página 62
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 54

Configuración de Imagen Source.

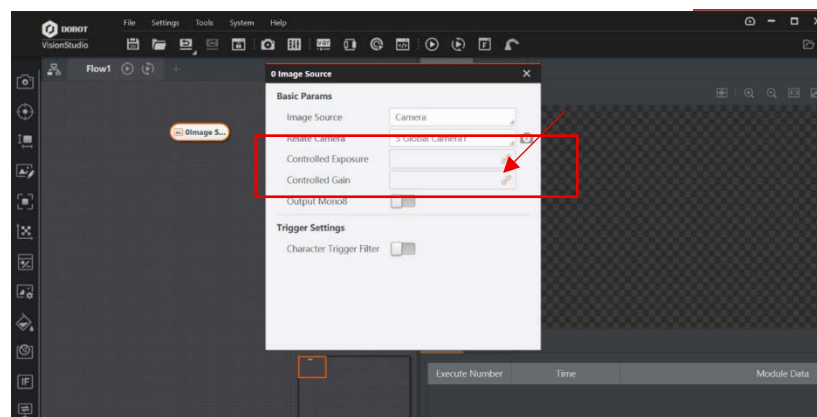


Nota. Se observa dentro de este nodo, los diferentes parámetros a seleccionar para configurar el sistema de visión de Dobot.

Una vez seleccionados los parámetros dentro de este nodo, se debe configurar los parámetros de la cámara seleccionada, en este caso HikVision, tal como se muestra en la Figura 55.

Figura 55

Configuración de parámetros de cámara en nodo Imagen Source.



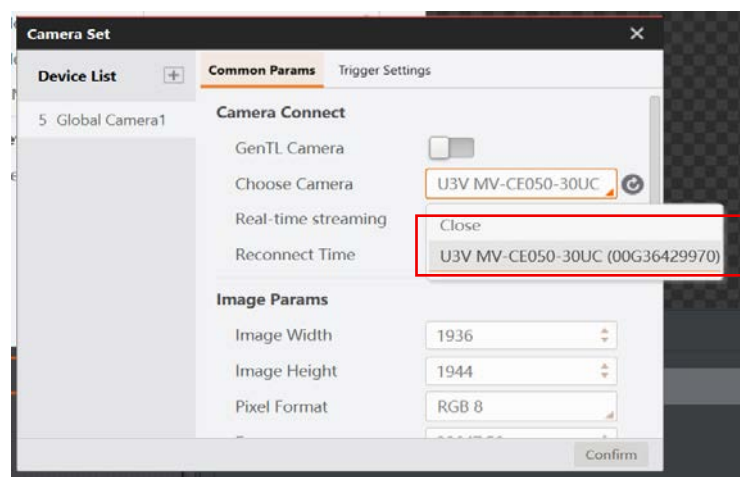
Nota. El soporte para la cámara se debe ajustar correctamente al poste de extensión para que esta quede fija y se obtenga una amplia visión de la base.

		REVISION 1/1	Página 63
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez abierta la ventana de configuración de la cámara, se deben hacer los siguientes ajustes, esto incluye la selección del tipo de cámara como se muestra en la Figura 56.

Figura 56

Ventana Camera Set.



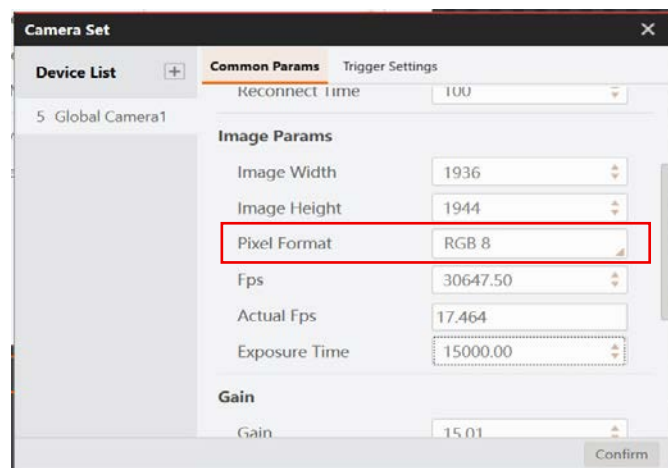
Nota. Se observa que se debe elegir la cámara para que Dobot obtenga comunicación con el sistema de visión.

		REVISION 1/1	Página 64
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Después de seleccionada la cámara, se debe ajustar el formato a RGB como se muestra en la Figura 57, para la detección de colores en la base de física de Dobot.

Figura 57

Selección de Pixel Format



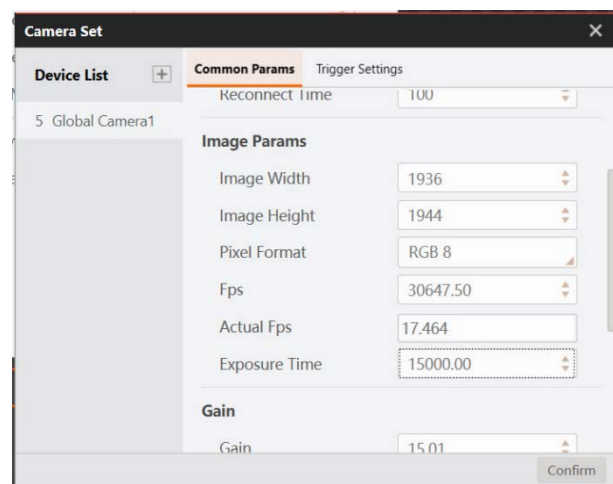
Nota. Como se observa en la Figura 57, es importante ajustar y seleccionar los parámetros necesarios para el correcto sistema de visión.

		REVISION 1/1	Página 65
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Es necesario ajustar el nivel de exposición como se muestra en la Figura 58, para la determinación del tiempo en que el sensor va a pertenecer captando luz, el ajuste dependerá de la intensidad de luz del área.

Figura 58

Ajuste de exposición.



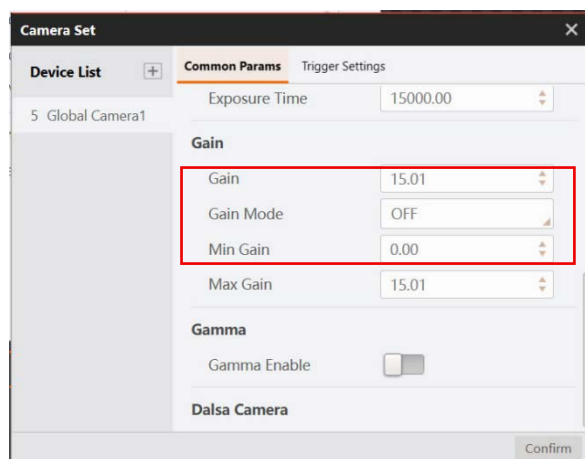
Nota. Se observa en la imagen que ajustar el nivel de exposición es importante por lo que un valor muy alto resultará en sobreexposición y uno muy bajo en una imagen oscura.

		REVISION 1/1	Página 66	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Se debe ajustar la Ganancia en los parámetros de ajuste de la ventana Camera Set, tal como se muestra en la Figura 59, esta amplifica la señal captada por el sensor.

Figura 59

Ajuste de Ganancia



Nota. El ajuste de la ganancia es importante para amplificar la señal por el sensor, se considera que un exceso genera ruido digital.

		REVISION 1/1	Página 67	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Al descargar la carpeta desde la página oficial de DOBOT, se encontrará directamente los drivers para el Kit Dobot Vision al momento de instalación, y a su vez se va a encontrar la instalación para la cámara Hik Vision parte del Kit de Visión de Dobot, tal como se muestra en la Figura 60, también incluye el controlador USB3 al momento de instalación necesario para cámaras profesionales como lo es Hik Vision.

Figura 60

Instaladores de vision kit

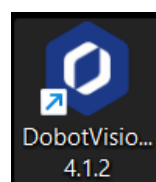


Nota. Se va a encontrar los instaladores de los softwares del Kit Dobot Vision y a su vez incluye los drivers necesarios para cada uno.

Una vez instalado DobotVisionStudio, el icono del software se va a observar como en la Figura 61.

Figura 61

Software DobotVisionStudio.



Nota. Icono de color azul utilizado para el sistema de visión de DOBOT.

		REVISION 1/1	Página 68
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Para poder abrir el software DobotVisionStudio se necesita conectar el pendrive de seguridad Dobot Vision Kit a un puerto USB disponible en la PC como se muestra en la Figura 62, este pendrive funciona como una llave para que el software pueda funcionar sin ningún inconveniente.

Figura 62

Pendrive de seguridad.



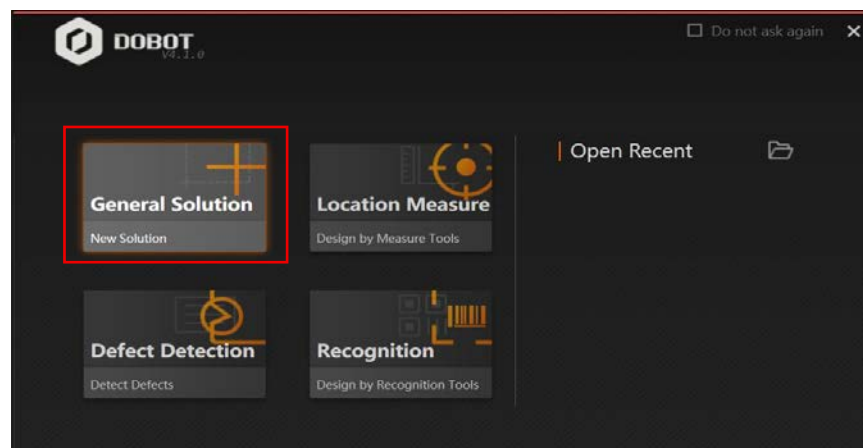
Nota. Pendrive con etiqueta azul Dobot Vision Kit, funciona como llave para el funcionamiento del software DobotVisionStudio.

		REVISION 1/1	Página 69
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Al abrir el software DobotVisionStudio, se encontrará la interfaz principal como se muestra en la Figura 63, aquí se debe escoger la opción “General Solution” para tener la oportunidad de construir cualquier flujo desde un proyecto en blanco.

Figura 63

Interfaz principal del software DobotVisionStudio



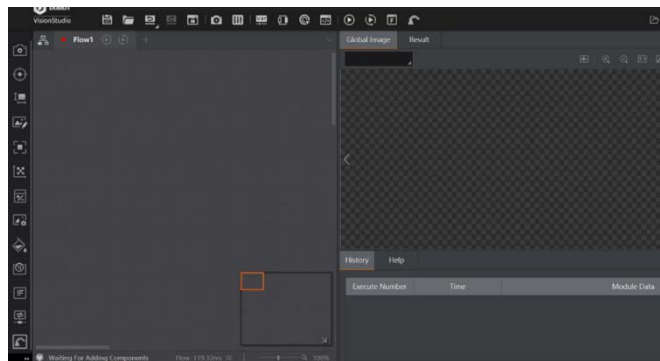
Nota. Al iniciar Dobot Vision Studio, el software presenta una interfaz principal de selección de proyecto, donde el usuario puede escoger entre cuatro tipos de plantillas preconfiguradas

		REVISION 1/1	Página 70	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Una vez iniciado el proyecto, la interfaz de desarrollo se observa Figura 64

Figura 64

Interfaz de desarrollo del software DobotVisionStudio.



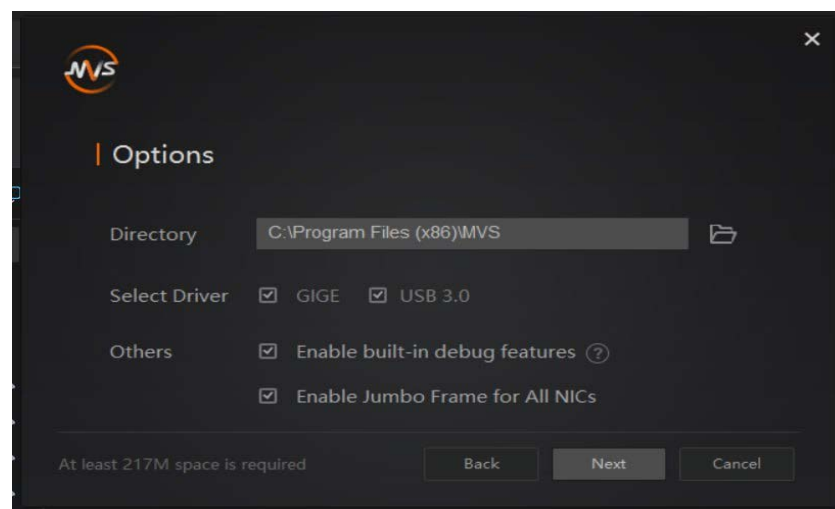
Nota. Al abrir el software Dobot Vision Studio, el entorno se muestra de esta manera, por lo que aquí es donde se a realizar todas las prácticas.

En la misma carpeta que se descargó del link de instalación se encuentra el instalador MVS el cual es el software para la cámara profesional HikVision que forma parte del kit Dobot Vision Figura 65, por lo que al momento de instalación se va a encontrar la posibilidad de descargar los drivers correspondientes para el reconocimiento de la cámara.

		REVISION 1/1	Página 71
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 65

Selección de driver USB 3.0 para cámara profesional.



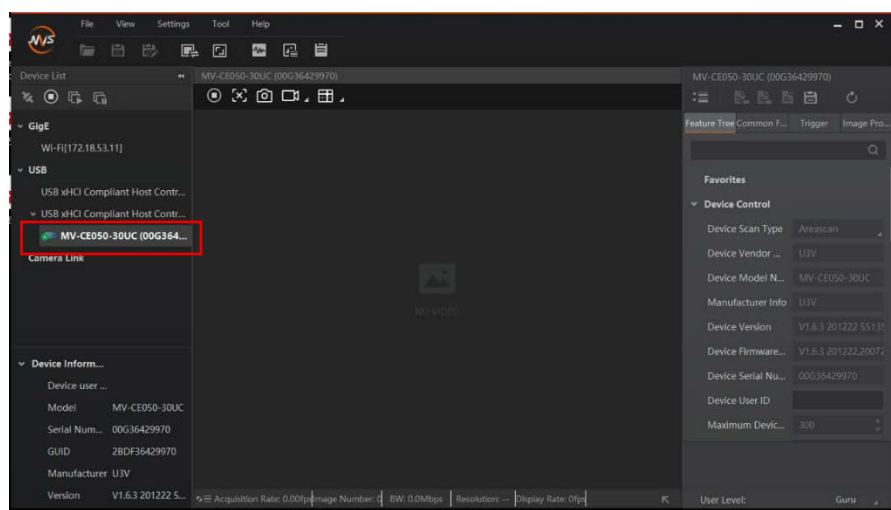
Nota. Al momento de instalación del software MVS de la cámara HikVision, se observa que nos brinda la oportunidad de elegir los drivers a instalar para el correcto funcionamiento y comunicación con Dobot.

Una vez instalado el software MVS de la cámara HikVision, se puede calibrar la cámara a través de este software y a la vez verificar que hace reconocimiento del sistema de visión como se muestra en la Figura 66.

		REVISION 1/1	Página 72
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 66

Interfaz principal del software MVS.



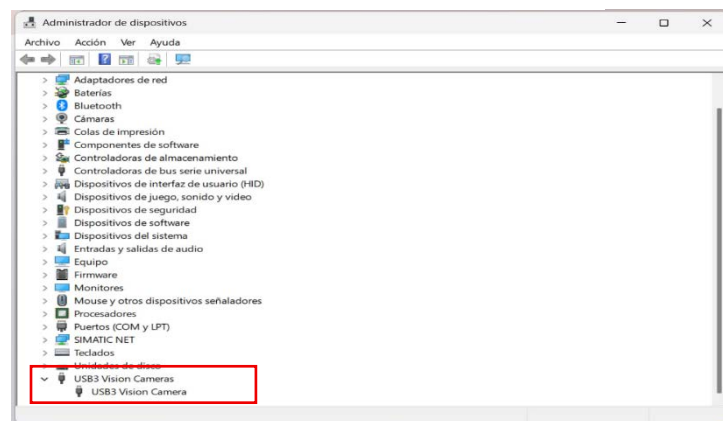
Nota. En el software MVS se puede calibrar la cámara HikVision y también poder observar el reconocimiento de esta.

		REVISION 1/1	Página 73
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Después de haber instalado los softwares que se van a usar, se debe asegurar que la PC este reconociendo la cámara en el administrador de dispositivos para hacer la respectiva verificación como se muestra en la Figura 67.

Figura 67

Administrador de dispositivos



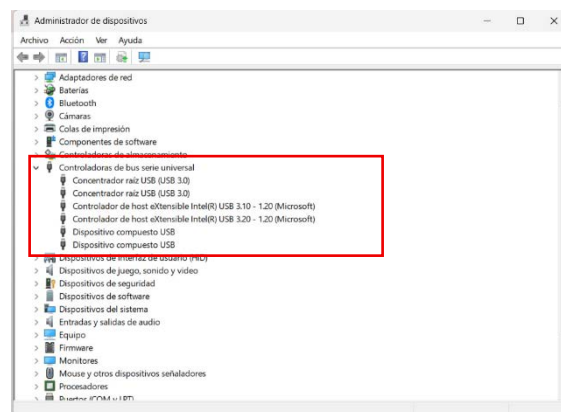
Nota. En la parte de USB3 Vision Cameras debe aparecer que un puerto USB debe estar conectado la cámara de Kit del Dobot.

		REVISION 1/1	Página 74
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

También se debe observar que se encuentre instalado el driver USB 0.3 el cual corresponde al de la cámara del Kit y que se observen los puertos ocupados por la comunicación de la PC hasta el Dobot, tal como se observa en la Figura 68.

Figura 68

Controladores USB detectadas en el sistema.



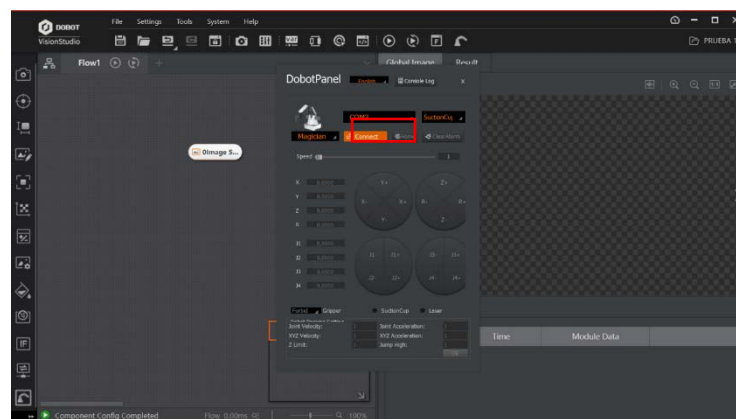
Nota. En este apartado del administrador de dispositivos se hace la confirmación de la detección del dispositivo USB.

		REVISION 1/1	Página 75
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Finalmente, se ingresa en DobotVisionStudio y se realiza la comprobación con la PC y se esté comunicando correctamente con el brazo robótico, para esto se ingresa en DobotPanel tal como se muestra en la Figura 69.

Figura 69

Interfaz de control y conexión del Dobot Magician en DobotVisionStudio.



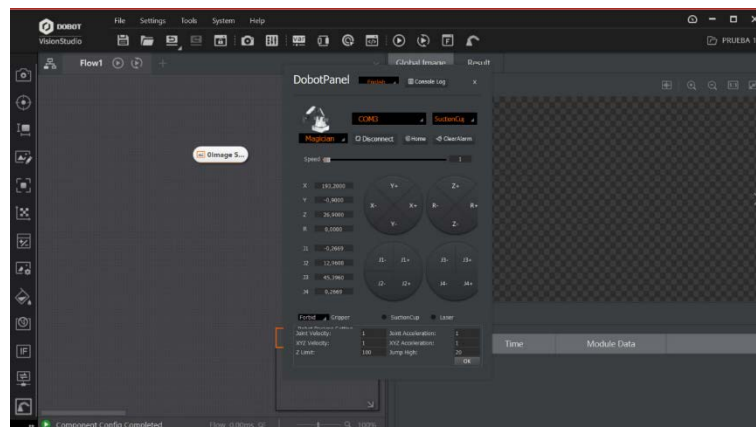
Nota. Se selecciona el puerto COM correspondiente, el botón Connect permite establecer la comunicación entre el software y el brazo robótico.

		REVISION 1/1	Página 76
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Al conectar el entorno de trabajo con el brazo robótico mediante el panel de control, se va a observar las coordenadas de posición, los ángulos de las articulaciones tal como se muestra en la Figura 70, estas se actualizarán en tiempo real, a su vez se observar el botón de Home, donde al presionarlo el brazo robótico se va a calibrar desde su posición inicial listo para recibir órdenes.

Figura 70

Conexión establecida con el Dobot Magician.



Nota. Se observa la conexión del brazo robótico correctamente al puerto COM3 y a su vez las coordenadas en tiempo real en el que se encuentra.

		REVISION 1/1	Página 77	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A través del Administrador de dispositivos, se puede reconocer que puertos USB están siendo utilizados, de esta manera se pueden identificar dispositivos conectados como el Dobot Magician, cámaras industriales, entre otras. Esto es importante porque ayuda a resolver conflictos de puertos COM y fallas de conexión.
- La correcta instalación de drivers es fundamental para la detección y operación del brazo robótico, por lo que la integración del brazo robotico depende de que la comunicación este bien establecida.
- DobotVisionStudio ofrece un entorno de control y visión artificial, la interfaz permite pruebas inmediatas.
- Se recomienda no tener abierto DobotVisionStudio y MVS al mismo tiempo ya que solo funciona uno a la vez debido al acceso exclusivo a la misma cámara industrial.
- El Led interno en la base del brazo robótico debe siempre estar en color verde, ya que indica que está en la posición ideal para trabajar.
- El pen drive de seguridad funciona como llave para que los softwares de Dobot funcionen sin problemas por lo que se recomienda no desconectarlos de la PC mientras se esté trabajando.

9. BIBLIOGRAFÍA

		REVISION 1/1	Página 78	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision.

PRÁCTICA # 3

TEMA:

“Flujo de reconocimiento de color utilizando DobotVisionStudio”

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 2

Integrantes:

Jean Floyd Florencia Medina
María Gabriela Muñoz Mendoza

MSc. RAFAEL FRANCO REINA

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

		REVISION 1/1	Página 79	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un flujo de reconocimiento de color mediante programación por bloques en DobotVisionStudio 4.1.2, para obtención de clasificación por colores.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Documentar el funcionamiento de los bloques escogidos para el flujo de reconocimiento de color mediante el desarrollo de la práctica para plasmar una guía a siguientes proyectos.
- Establecer las configuraciones para cada bloque mediante pruebas al desarrollar la práctica para la detección de objetos según su color en tiempo real.
- Analizar los resultados obtenidos a través del flujo de reconocimiento de colores mediante varias pruebas realizadas en tiempo real.

3. NORMAS DE SEGURIDAD

- Leer el manual del usuario antes de comenzar la instalación y manipulación del equipo.
- Manipular el brazo robótico con el sistema apagado al momento de conectar cables, accesorios o cambiar las herramientas.
- Evitar tocar el brazo durante el encendido o calibración automática.
- No manipular cables o conexiones con las manos húmedas ni en superficies mojadas.
- Mantener el área libre de objetos que obstruyan el movimiento del brazo robótico.
- Realizar la manipulación del lente sin ejercer fuerza excesiva.
- Asegurar correctamente la cámara a su base para evitar desplazamientos

		REVISION 1/1	Página 80
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

durando su operatividad.

- Evitar reflejos o fuentes de luz intensa que puedan afectar la detección de color.
- Evitar exponer la cámara a golpes, polvo excesivo o líquidos.
- Realizar verificación de calibración antes de empezar cada practica para asegurarse que la cámara y el robot operan adecuadamente.

4. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, Y ACCESORIO)

- Brazo robótico Dobot Magician
- Bomba de vacío
- Ventosa
- Cámara industrial del kit Dobot Vision
- Soporte de cámara
- Poste de extensión para la cámara
- Sistema de iluminación LED
- Base metálica para cámara y brazo robótico
- Computadora con sistema Windows 10/11 64 bits
- Fuente de alimentación para el brazo robótico Dobot Magician
- Adaptador de alimentación
- Cable USB a Micro BM
- Cable USB a tipo A
- Pendrive de seguridad Dobot Vision Kit
- Cubos de colores

		REVISION 1/1	Página 81
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Dobot Magician

El Dobot Magician es un brazo robótico educativo, tiene cuatro grados de libertad, es creado para ser parte de la complementación educativa sobre la robótica e inteligencia artificial. Tiene la facilidad de adaptarle varios accesorios y se maneja mediante los diferentes softwares proporcionados por la empresa creadora del Dobot Magician, con la facilidad de manejarlo con diversos lenguajes de programación. En esta práctica, su función es servir como plataforma de integración con el sistema de visión artificial, permitiendo comprobar la correcta instalación del software de control y los controladores que permiten operarlo (DOBOT, 2017).

5.2. DobotVisionStudio

Dobot Vision Studio es el software oficial de procesamiento visual desarrollado por Dobot para tareas de reconocimiento de objetos, colores, formas y códigos. Utiliza un entorno de programación gráfica mediante nodos que facilita el desarrollo de algoritmos de visión artificial sin necesidad de programar desde cero. Su uso requiere que los controladores de la cámara estén previamente instalados (Robotics D. , 2023).

5.3. Cámara profesional HikVision

La cámara industrial HikVision, incluida en muchos kits de visión artificial como el del Dobot, permite capturar imágenes con alta calidad y precisión. Está diseñada para aplicaciones de inspección, clasificación o posicionamiento en entornos industriales y educativos. Para que funcione correctamente, es indispensable instalar el controlador USB3 Vision y el software de gestión del fabricante (MVS) (Robotics D. , 2023).

5.4. Calibración Óptica

La calibración de una cámara industrial consiste en ajustar tanto los

		REVISION 1/1	Página 82
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

parámetros físicos del lente como los digitales del sensor, con el fin de lograr una imagen clara, enfocada y representativa del entorno real. Esta calibración asegura que los datos capturados por la cámara sean precisos y estables, lo cual es esencial para tareas como reconocimiento de formas, seguimiento de objetos o control espacial en sistemas robotizados (Robotics D. , 2023).

- **Parámetros de adquisición de imagen**

Durante el proceso de calibración, se ajustan parámetros clave:

- **Exposición:** controla el tiempo que el sensor recibe luz; una exposición muy baja genera imágenes oscuras, y una muy alta produce saturación.
- **Ganancia:** amplifica la señal luminosa recibida; útil en condiciones de baja iluminación, aunque puede introducir ruido.
- **Enfoque (físico):** se ajusta manualmente en el anillo del lente y permite definir la nitidez de la imagen capturada.
- **Brillo y contraste:** afectan la claridad de los bordes y la percepción de detalles.

5.5. Herramienta Imagen Source

El entorno Dobot Vision Studio incluye el módulo “Image Source”, desde el cual se puede acceder a la cámara conectada, visualizar en tiempo real y modificar parámetros como exposición y ganancia. Esta herramienta facilita la configuración inicial del sistema de visión antes de aplicar algoritmos de procesamiento (Robotics D. , 2023).

5.6. Image Buffer

El image buffer es un segmento de memoria destinado a almacenar temporalmente imágenes capturadas antes de su procesamiento o visualización. Esta estrategia permite que los sistemas de visión trabajen de manera continua y sin interrupciones, también posibilita que las adquisiciones de imágenes se solapen con procesos como el análisis o la visualización, mejorando la eficiencia general del

		REVISION 1/1	Página 83
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

sistema (Support, 2023).

5.7. Blob Analysis

El blob analysis es una técnica fundamental en visión por computador que consiste en identificar y analizar regiones conectadas de píxeles que comparten propiedades similares, como intensidad o color. A partir de estas regiones, también llamadas blobs, es posible extraer características relevantes como área, posición o forma, lo cual es vital para tareas de segmentación, detección de objetos y clasificación visual (Vision, 2025).

5.8. Tasa de error

La tasa de error es una métrica que cuantifica la proporción de predicciones incorrectas dentro del total de predicciones realizadas por un sistema. Se calcula como el complemento de la precisión (accuracy): $\text{tasa de error} = 1 - \text{precisión}$. Esta métrica es ampliamente utilizada en sistemas de clasificación y evaluación de modelos, ya que permite evaluar el rendimiento de forma clara y directa (Overflow, 2018).

5.9. RGB

El modelo de color RGB (Red, Green, Blue) es un sistema aditivo que combina luz roja, verde y azul para reproducir una amplia gama de colores. Este modelo está presente en la mayoría de dispositivos electrónicos como monitores, cámaras digitales y televisores, ya que reproduce colores mediante la combinación variable de estos tres canales. Cada píxel se define por intensidades individuales de rojo, verde y azul (Britannica, 2025).

5.10. ROI

La Región de Interés (ROI) es un área específica dentro de una imagen o volumen donde se concentra el análisis o procesamiento. Definir una ROI permite focalizar los recursos del sistema en elementos significativos, optimizando el

		REVISION 1/1	Página 84	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

rendimiento y evitando procesar datos irrelevantes. Este enfoque se usa ampliamente en vision por computador, imágenes médicas, sistemas de visión artificial y fotografía (Topics, 2024).

5.11. Frame

En el contexto de video, un frame es una imagen estática como parte de una secuencia que, al mostrarse rápidamente una tras otra, produce la ilusión de movimiento. Cada frame representa un momento distinto en el tiempo dentro de un flujo de video y es la unidad básica para análisis y procesamiento visual (Mux., 2023).

5.12. Umbral

El umbral es una técnica de segmentación de imágenes que convierte imágenes en escala de grises en imágenes binarias. Esto se logra estableciendo un valor de intensidad (umbral) que clasifica cada píxel como parte del fondo o del objeto de interés. Es una herramienta simple y efectiva en visión por computador y procesamiento de imágenes (Encord, 2023).

6. INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Prepare el entorno físico con Dobot Magician integrando Kit Dobot Vision
- Conecte el pendrive de seguridad para el funcionamiento de DobotVisionStudio.
- Realice el uso de Imagen Source para realizar la calibración de la cámara mediante el entorno virtual.
- Ajuste de manera manual la cámara para la obtención de una mejor calidad de imagen.
- Tome las imágenes para verificar que se encuentra calibrada.

		REVISION 1/1	Página 85	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

- Incorpore bloques para armar el flujo de reconocimiento de color y coloque diferentes cubos de color sobre la base metálica
- Mantenga encendido el aro de luz led para una mejor calidad de imagen a través de la cámara HikVision.

7. MARCO PROCEDIMENTAL

Instalar el entorno con Dobot Magician integrando el kit Dobot Vision Studio y añadir accesorios como cubos de colores para proceder a armar el flujo de reconocimiento de color, tal como se observa en la Figura 71.

Figura 71

Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision y accesorios de cubos de color.



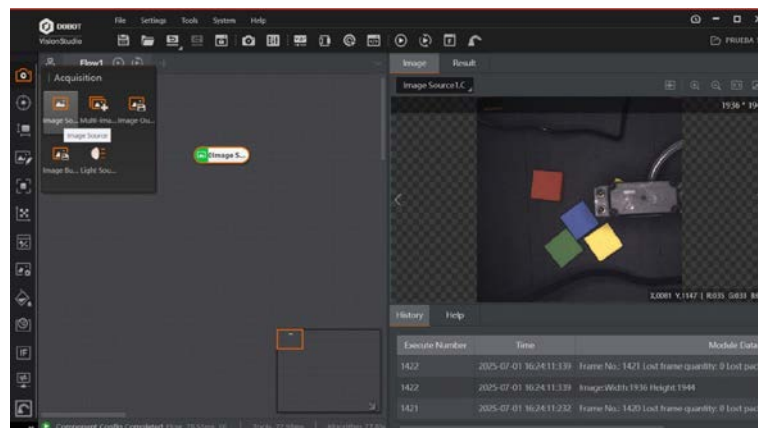
Nota. Dobot Magician se encuentra instalado en el entorno físico con el Kit de Vision de Dobot junto con cubos de colores para realizar el flujo de reconocimiento de color.

		REVISION 1/1	Página 86	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Una vez hecha la instalación física, el primer bloque para el flujo va a ser el que ya se configuró para la cámara, como se muestra en la Figura 72.

Figura 72

Image Source.



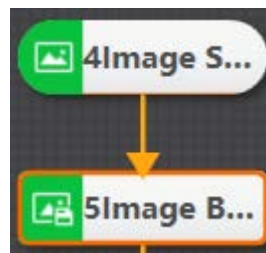
Nota. Se observa que este bloque se realiza la calibración de la cámara para la visión en tiempo real.

Una vez realizada la configuración y calibración de la imagen por medio del bloque Image Source, se debe escoger ahora un bloque que permita el almacenamiento temporal de imágenes en memoria, de esta manera los bloques posteriores trabajan sobre el mismo frame, tal como se muestra en la Figura 73 debe verse la conexión del flujo y tal como se muestra en la Figura 74 es donde se escoge el bloque Image Buffer.

		REVISION 1/1	Página 87	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 73

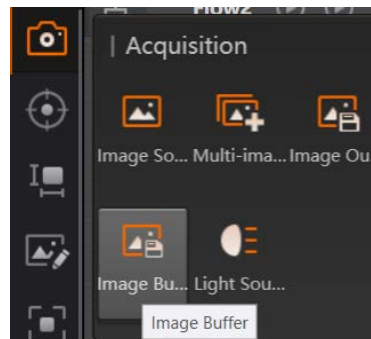
Estructura de flujo.



Nota. Se observan que Image Buffer se debe ubicar después de Image Source.

Figura 74

Selección de bloque Image Buffer.



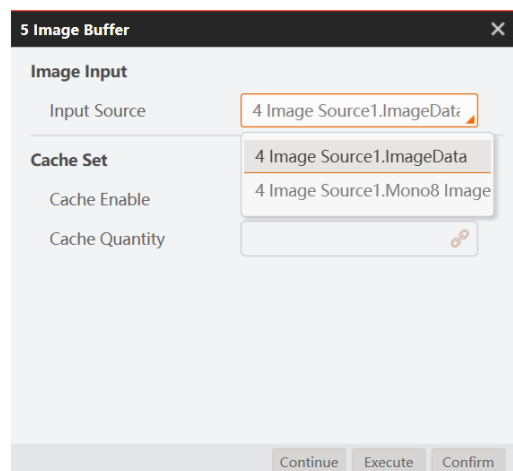
Nota. En este apartado de herramientas se observa que se encuentra el bloque Image Buffer el cual va a ayudar a que los posteriores bloques trabajen sobre mismo frame.

Una vez conectado el bloque, se debe configurar por lo que como entrada la imagen que recibirá será de Image Source, Cache enable debe estar en OFF de manera que no acumule frames y se pueda observar en tiempo real como se observa en la Figura 75, la importancia de este bloque radica en fijar el flujo de datos y evita que exista un cambio repentino que altere el procesamiento.

		REVISION 1/1	Página 88
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 75

Parámetros Image Buffer



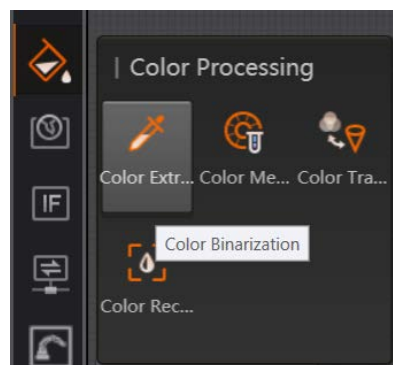
Nota. Nodo importante para no alterar el flujo durante la ejecución.

El siguiente nodo es de extracción de color como se observa en la Figura 76, este nodo permite tomar de la imagen proyectada por el primer nodo las regiones que se necesita, las convierte en una mascara binaria en donde el sistema de visión entenderá que de lo que ve, hay regiones que ya no puede ignorar, el flujo debe verse como se muestra en la Figura 77.

		REVISION 1/1	Página 89	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 76

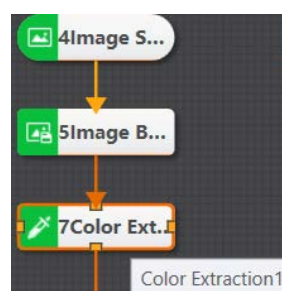
Nodo extracción de color



Nota. Se observa dentro de este nodo, los diferentes nodos que realizan trabajos con reconocimiento de colores.

Figura 77

Estructura de flujo agregando Color Extraction



Nota. Se observa cómo debe irse armando el flujo incluyendo el bloque de extracción de color.

		REVISION 1/1	Página 90
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez ubicado el nodo se debe configurar cada pestaña

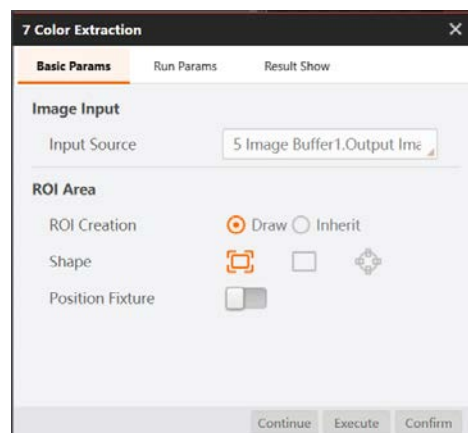
Basic Params:

- La entrada será la que recibirá de Image Buffer, esto ayuda a los próximos nodos trabajar sobre el mismo frame
- En ROI Area, se deja seleccionado en Draw ya que permite dibujar manualmente el área deseada
- En Shape, se define la forma de ROI, se dejará seleccionada toda la vista ya que nos interesa toda el área

Todas estas especificaciones se observan como en la Figura 78.

Figura 78

Parámetros Básica Params de Color Extraction



Nota. Se observan los parámetros para la correcta configuración de la primera pestaña del nodo Color Extraction

		REVISION 1/1	Página 91
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Ahora se debe configurar la segunda pestaña de Color Extraction, estas se observarán como en la Figura 79.

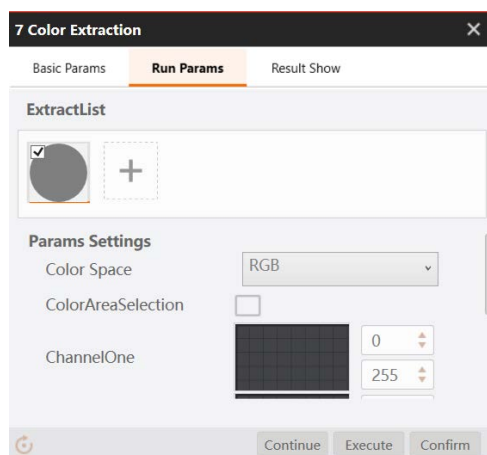
Run Params

-Cada canal corresponde a R, G y B.

-En extractlist se escoge el color que se desea extraer, esto se realiza seleccionando el rectángulo en ColorAreaSelection, posterior se debe dirigir hacia la pantalla transmitida por la cámara y se hace selección tal cual como se muestra en la Figura 80.

Figura 79

Configuración Run Params de Color Extraction

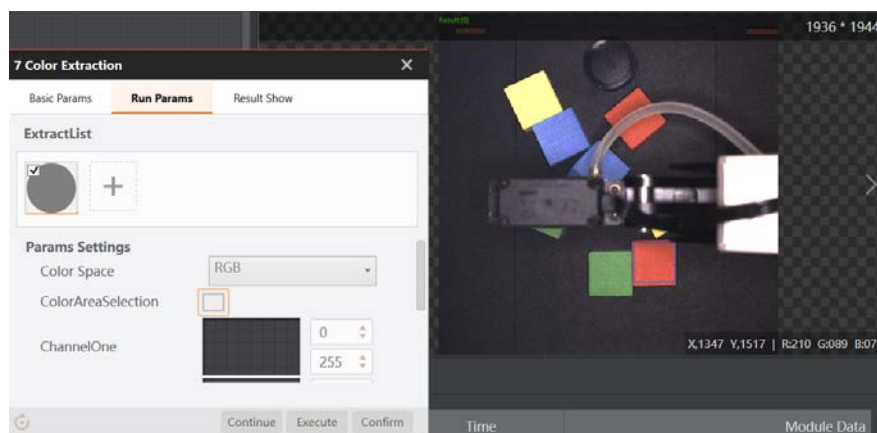


Nota. Como se observa, se escogió trabajar con RGB para realizar los ajustes necesarios de la extracción del color.

		REVISION 1/1	Página 92
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 80

Guía de selección del color

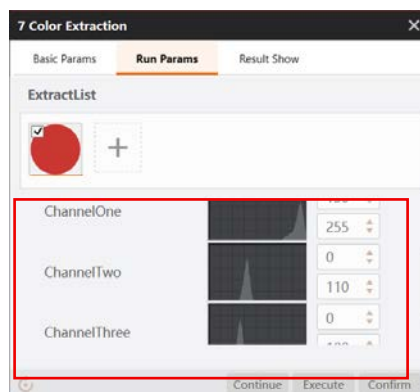


Nota. Se observa en la imagen como realizar la selección del color.

Una vez seleccionado el color deseado, se procede a realizar ajustes en los canales de tal manera que se detecte el color sin filtros o matices de otros parecidos, como se observa en la Figura 81.

Figura 81

Ajuste RGB



Nota. El ajuste que se realiza en los canales es importante para que mientras se esté ejecutando haya la mayor exactitud en el reconocimiento.

		REVISION 1/1	Página 93
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

La configuración de la tercera pestaña de Color Extraction debe verse como en la Figura 82.

Result Show, tiene la finalidad de proyectar datos en la pantalla sobre lo que detecta este nodo para extracción de color.

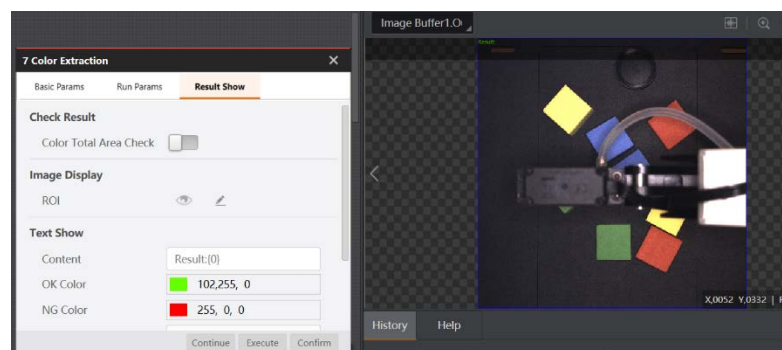
-Color Total Area Check, de momento se deja apagado ya que no se va a realizar un control de tamaño del objeto.

-ROI, se va a dejar activado para que se enfoque en la región de interés.

-Text Show, serán las configuraciones del texto que se mostrará en pantalla.

Figura 82

Parámetros de Result Show.



Nota. Se observa en la pantalla como debe verse el texto que va a reflejar los datos.

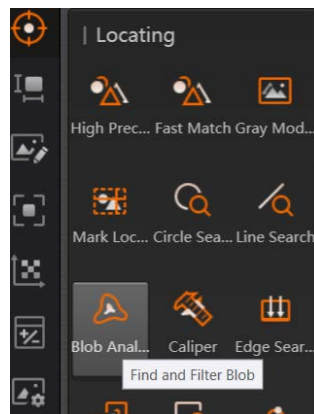
		REVISION 1/1	Página 94	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Ahora se va a escoger el bloque Blob Analysis como se observar en la Figura 83, debe conectarse al flujo como lo muestra la Figura 84.

Este bloque es importante ya que convierte el color detectado en datos de píxeles, sin este bloque solo se vería manchas blancas y no se sabría cuántas, ni su tamaño y donde se encuentran.

Figura 83

Selección de bloque Blob Analysis.

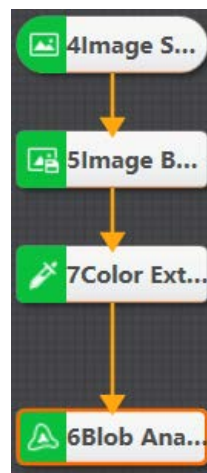


Nota. Dentro de la sección de Locating se observa varias herramientas a usar, entre estas debe escogerse Blob Analysis.

		REVISION 1/1	Página 95
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 84

Adaptación de Blob Analysis al flujo.



Nota. Se observa cómo debe verse la estructura del flujo agregando el bloque de Blob Analysis.

Al entrar en el nodo de Blob Analysis, se debe configurar la primera pestaña como se muestra en la Figura 85.

-Basic Params

-La entrada de este bloque va a ser la que reciba del bloque de extracción de color.

-Draw, se dejará que observe toda la mesa ya que es el área de trabajo.

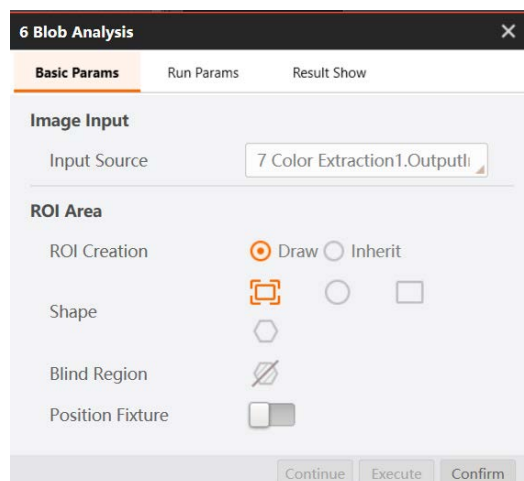
-Shape, este define la forma del ROI, se deja en rectángulo cubriendo toda el área que observa la cámara.

-Position Fixture, este nodo se activa si existen piezas en movimiento.

		REVISION 1/1	Página 96	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 85

Parámetros de configuración Basic Params en Blob Analysis.



Nota. Al configurar los parámetros de Basic Params en Blob Analysis, se observa las configuraciones correspondientes.

Se debe configurar la segunda pestaña del nodo Blob Analysis como se observa en la Figura 86.

Run Params

- Threshold Mode, se deja con Single Threshold ya que detecta los blobs usando un umbral único.
- Polarity, se elige Brighter than background, hace la detección de objetos sobre una base de color oscura.
- Number to Find, aquí se le indica la cantidad de blobs que el necesita ver.
- Minimum Pore Area, aquí filtra los agujeros dentro de un blob, por lo que si las piezas son pequeñas pueden estar en un rango de 200-500
- Area Enable, se deja activado ya que realiza filtro de ruido, se ajusta el rango

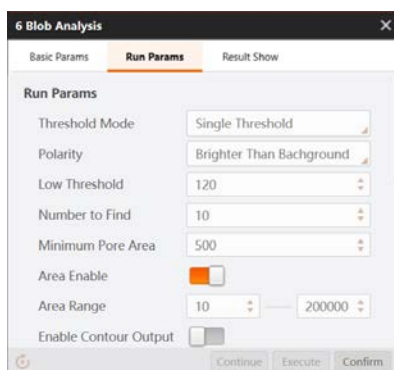
		REVISION 1/1	Página 97
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

según el tamaño del objeto.

- Blob Image Output, se deja activado para mostrar resultados.
- Connectivity, se deja en 8-connected ya que reconoce bloques vecinos en varias posiciones.
- Overlap Ratio, se deja en 0 para que los blobs no se solapen, por lo que se está usando una imagen binaria.

Figura 86

Configuración de parámetros en la pestaña Run Params de Blob Analysis.



Nota. Al observar la pestaña Run Params se encuentra varios parámetros de ajuste, estos son clave para los resultados de detección del objeto por el color determinado.

		REVISION 1/1	Página 98
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

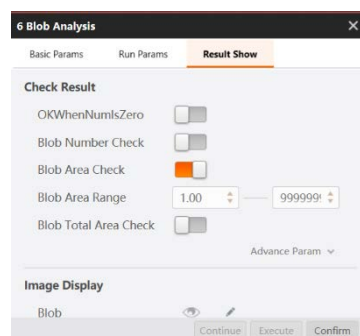
En el mismo bloque ahora se debe configurar los parámetros de la tercera pestaña, debe verse como la Figura 87.

Result Show

- Blob Area Check, este se deja activado lo cual significa que se valida el área de los objetos.
- Blob Number Check, si se activa este verifica el número exacto de blobs detectados
- Blob, este dibuja la silueta del objeto detectado.
- ROI, marca la región que observa la cámara
- Contour Point, este realiza un dibujo en todo el perímetro.
- Text, habilita el texto en la pantalla donde verán los resultados al momento de la ejecución

Figura 87

Configuración de parámetros Run Params en Blob Analysis.



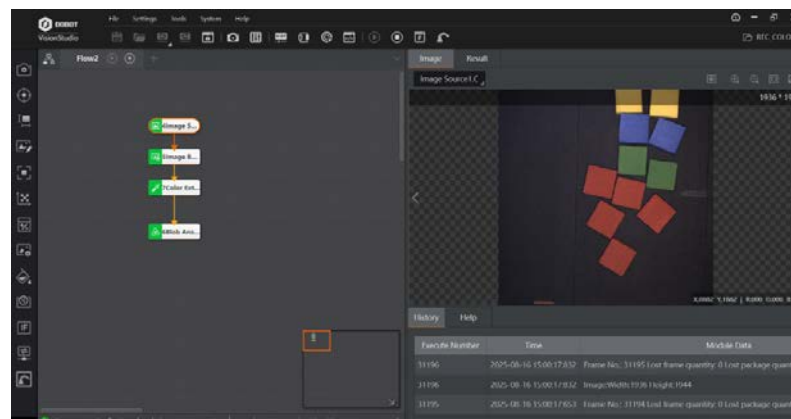
Nota. Al En esta pestaña se define lo que se necesita saber, en la pantalla se imprimirán el color detectado y las coordenadas del centroide del blob en tiempo real.

		REVISION 1/1	Página 99
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez configurado cada nodo en la interfaz, se colocarán varios bloques de varios colores como se observa en la Figura 88, al momento de ejecutar todo el flujo, el sistema de visión tiene que identificar solo los bloques del color que se le asignó y a su vez en la pantalla se reflejarán los resultados en píxeles de cada bloque de color detectado como se muestra en la Figura 89.

Figura 88

Muestra del flujo antes de ejecutarse.

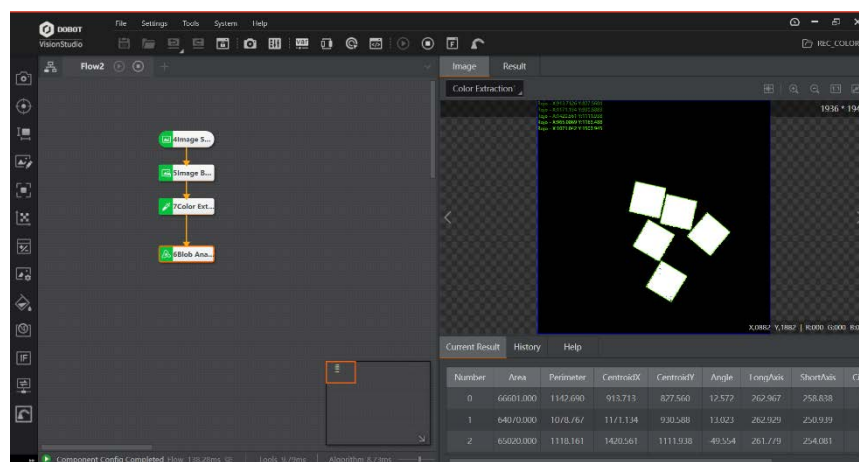


Nota. Se observa el flujo armado, pero solo se está ejecutando el primer nodo.

		REVISION 1/1	Página 100
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 89

Ejecución de todo el flujo.



Nota. En esta ejecución del flujo se observa que solo ha detectado el color que se le pidió que extrajera.

Canales de color RGB.

El modelo de color RGB (Red, Green, Blue) —Rojo, Verde y Azul— constituye la base para la representación digital de imágenes en la mayoría de sistemas de visión artificial. Cada canal almacena la intensidad de un color primario en un rango de 0 a 255, donde 0 representa ausencia total y 255 la máxima intensidad. Si bien cada canal permite identificar un color principal, en la práctica también abarca una gama de tonalidades que pueden generar similitudes con otros colores cercanos, lo cual debe considerarse en aplicaciones de clasificación y reconocimiento de objetos, Tabla 1. Adicionalmente, mediante la combinación de canales se obtienen colores secundarios como amarillo, cian y magenta, que amplían las posibilidades de análisis cromático en entornos académicos e industriales.

		REVISION 1/1	Página 101
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Tabla 1

Canales de color RGB y ejemplos de colores representativos

Canal	Color Principal	Rango de Intensidad	Colores Representativos (ejemplos)	Aplicaciones
Red (Rojo)	Rojo	0 – 255	Naranja, Fucsia, Marrón	Señales de advertencia, clasificación de piezas con tonos cálidos.
Green (Verde)	Verde	0 – 255	Lima, Turquesa, Verde Oliva	Análisis de vegetación, biometría, segmentación en visión artificial.
Blue (Azul)	Azul	0 – 255	Celeste, Violeta, Índigo	Detección de agua, control de calidad en tonos fríos.
Yellow (Amarillo)	Amarillo (Rojo + Verde)	0 – 255	Dorado, Mostaza, Amarillo Neón	Señalética, identificación de advertencias, selección de objetos industriales.

Nota. Además de los colores principales, la combinación de canales permite obtener tonalidades secundarias relevantes para la visión por computadora

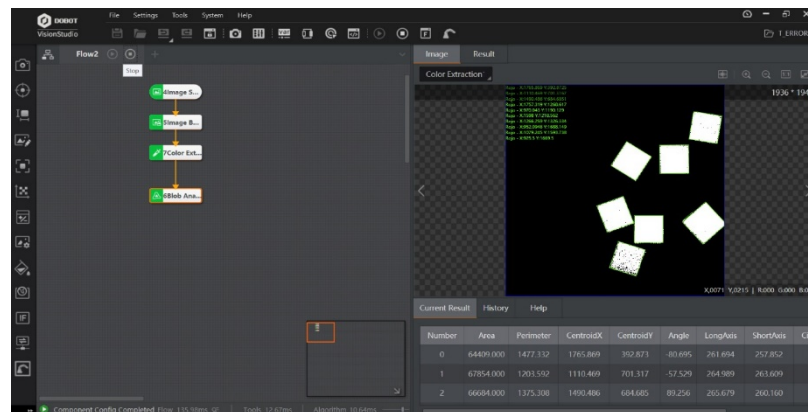
		REVISION 1/1	Página 102	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Tabla de error

El análisis de la tabla de errores evidencia que la cantidad de cubos influye de manera significativa en el desempeño del sistema de visión. Se observa que, cuando el número de cubos es reducido a 3, el error de detección es mayor debido a la menor cantidad de referencias disponibles para el reconocimiento; en cambio, al aumentar el número de cubos hasta 6, Figura 90.

Figura 90

Reconocimiento de color



Nota. Como se muestra en la imagen se reconoce el color preseleccionado que es el rojo

El error disminuye, lo que confirma que la redundancia de objetos favorece la precisión. Sin embargo, esta relación no depende únicamente de la cantidad de cubos, sino también de factores técnicos como la iluminación, la cual, si no es adecuada, incrementa los errores al dificultar la correcta diferenciación de colores; mientras que una iluminación uniforme y controlada reduce considerablemente la tasa de error. Del mismo modo, la ganancia y la exposición influyen directamente en la calidad de la captura: los valores óptimos se

		REVISION 1/1	Página 103
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

encontraron en un rango de ganancia entre 4 y 5 y una exposición entre 40.000 y 50.000, ya que fuera de estos parámetros el sistema pierde estabilidad en el reconocimiento. Finalmente, se identificó que el propio hardware del Dobot también introduce limitaciones, puesto que su capacidad de memoria 128 Mb genera un cuello de botella durante un uso prolongado de la cámara, lo que ocasiona acumulación de datos y, en consecuencia, un aumento en los errores de detección, Tabla 2.

Tabla 2

Tabla de error de 3 a 6 cubos de color.

Factor	Condición óptima	Condición desfavorable	Efecto en el error
Nº de cubos por imagen	6 cubos (menor error)	3 cubos (mayor error)	Redundancia mejora precisión
Iluminación	Adecuada y uniforme	Insuficiente o variable	Incrementa error por sombras y brillos
Ganancia	Entre 4 y 5	Fuera de este rango	Degradación de imagen
Exposición	Entre 40.000 y 50.000	Muy baja o muy alta	Pérdida de estabilidad en reconocimiento
Capacidad de memoria (Dobot)	Uso corto de cámara (libre memoria)	Uso prolongado (128 Mbits saturados)	Cuello de botella → mayor error

Nota. Se evidencia que con un menor número de cubos los errores son más altos debido a la falta de referencias

		REVISION 1/1	Página 104
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La extracción de color por medio del nodo Color Extraction, permite realizar la simplificación de la segmentación de una imagen que obtiene en tiempo real de la cámara, esto reduce ruido y mejora la precisión del análisis para los nodos posteriores.
- El análisis de blobs fue exitoso como una herramienta que permite obtener propiedades como el área, contorno y centroide de cada figura detectada.
- La opción de visualización mediante Result Show facilitó la interpretación de los resultados en tiempo real, mediante la pantalla se mostraron los resultados obtenidos.
- La práctica demostró la importancia de la retroalimentación visual en sistemas de visión artificial, la representación gráfica de blobs, RUI y coordenadas en píxeles asegura al operador que los parámetros han sido configurados de manera correcta, y esto asegura llevar el sistema a ejecución.
- Image Buffer es recomendable pero no necesario, este sincroniza y estabiliza conteos o comparaciones.
- Se recomienda ajustar la iluminación del entorno de trabajo para así evitar sombras o reflejos que puedan generar falsos blobs durante la extracción del color.
- Se recomienda definir con la mayor precisión posible los rangos de color en el bloque Color Extraction, considerando variaciones de luz y posibles diferencias de tonalidad en los objetos con el fin de que la detección sea tenga mayor precisión.
- La práctica evidenció que el número de cubos, la iluminación, la ganancia y la exposición son factores determinantes en la precisión del sistema de visión. Un mayor número de cubos reduce la tasa de error, mientras que una

		REVISION 1/1	Página 105
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

iluminación adecuada y parámetros de captura correctos garantizan un reconocimiento más confiable, evitando errores asociados al límite de memoria del Dobot.

9. BIBIOGRAFÍA

		REVISION 1/1	Página 106
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision.

PRÁCTICA # 4

TEMA:

“Flujo de detección de objetos de color con Dobot Magician mediante cámara industrial HikVision”

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 2

Integrantes:

Jean Floyd Florencia Medina
María Gabriela Muñoz Mendoza

MSc. RAFAEL FRANCO REINA

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

		REVISION 1/1	Página 107	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de visión con cámara industrial HikVision integrado y Dobot Magician, mediante la configuración de bloques en DobotVisionStudio 4.1.2 para un flujo de detección de objetos por color.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar técnicas morfológicas mediante un bloque que permita realizar limpieza de ruido para que el sistema detecte con mayor precisión los objetos por color.
- Establecer la comunicación entre el sistema de visión y el robot Dobot Magician, a través de transformación entre coordenadas en píxeles y milímetros, para enviar las coordenadas correctas de posición al brazo robótico.
- Realizar pruebas de la comunicación mediante el sistema de visión y el brazo robótico mediante el flujo armado en DobotVisionStudio para la verificación del sistema de comunicación.

3. NORMAS DE SEGURIDAD

- Leer el manual del usuario antes de comenzar la instalación y manipulación del equipo.
- Manipular el brazo robótico con el sistema apagado al momento de conectar cables, accesorios o cambiar las herramientas.
- Evitar tocar el brazo durante el encendido o calibración automática.
- No manipular cables o conexiones con las manos húmedas ni en superficies mojadas.
- Mantener el área libre de objetos que obstruyan el movimiento del brazo

		REVISION 1/1	Página 108
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

robótico.

- Realizar la manipulación del lente sin ejercer fuerza excesiva.
- Asegurar correctamente la cámara a su base para evitar desplazamientos durando su operatividad.
- Evitar reflejos o fuentes de luz intensa que puedan afectar la detección de color.
- Evitar exponer la cámara a golpes, polvo excesivo o líquidos.
- Realizar verificación de calibración antes de empezar cada practica para asegurarse que la cámara y el robot operan adecuadamente.
- Evitar mirar directamente el aro de luz.
- Manipular con precaución mientras se desinstale todo.

4. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, Y ACCESORIO)

- Brazo robótico Dobot Magician
- Bomba de vacío
- Ventosa
- Cámara industrial del kit Dobot Vision
- Soporte de cámara
- Poste de extensión para la cámara
- Sistema de iluminación LED
- Base metálica para cámara y brazo robótico
- Computadora con sistema Windows 10/11 64 bits
- Fuente de alimentación para el brazo robótico Dobot Magician
- Adaptador de alimentación
- Cable USB a Micro BM
- Cable USB a tipo A

		REVISION 1/1	Página 109
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

- Pendrive de seguridad Dobot Vision Kit
- Cubos de colores

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Dobot Magician

El Dobot Magician es un brazo robótico educativo, tiene cuatro grados de libertad, es creado para ser parte de la complementación educativa sobre la robótica e inteligencia artificial. Tiene la facilidad de adaptarle varios accesorios y se maneja mediante los diferentes softwares proporcionados por la empresa creadora del Dobot Magician, con la facilidad de manejarlo con diversos lenguajes de programación. En esta práctica, su función es servir como plataforma de integración con el sistema de visión artificial, permitiendo comprobar la correcta instalación del software de control y los controladores que permiten operarlo (DOBOT, 2017).

5.2. DobotVisionStudio

Dobot Vision Studio es el software oficial de procesamiento visual desarrollado por Dobot para tareas de reconocimiento de objetos, colores, formas y códigos. Utiliza un entorno de programación gráfica mediante nodos que facilita el desarrollo de algoritmos de visión artificial sin necesidad de programar desde cero. Su uso requiere que los controladores de la cámara estén previamente instalados (UPTIMEFAB, 2020).

5.3. Cámara profesional HikVision

La cámara industrial HikVision, incluida en muchos kits de visión artificial como el del Dobot, permite capturar imágenes con alta calidad y precisión. Está diseñada para aplicaciones de inspección, clasificación o posicionamiento en entornos industriales y educativos. Para que funcione correctamente, es indispensable instalar el controlador USB3 Vision y el software de gestión del fabricante (MVS) (Robotics D. , 2023).

		REVISION 1/1	Página 110
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

5.4. Píxeles

Un píxel es la unidad mínima de una imagen digital. En imágenes binarias, típicamente toma uno de dos valores 0 o 1 fondo u objeto. Cada píxel representa un punto de la imagen con una ubicación y valor específicos.

5.5. Centroide

El centroide de un objeto en procesamiento de imágenes es el punto que representa el promedio espacial de la distribución de intensidad dentro de una región. Es frecuentemente usado para localizar objetos con precisión subpíxel, especialmente en contextos ópticos y astronómicos. Por ejemplo, un método moderno basado en procesamiento de imágenes astronómicas define el “centroiding” como la localización del centro de intensidad de una estrella registrada por un sensor óptico, con alta exactitud (MDPI, 2023).

5.6. Operaciones Morfológicas

Las operaciones morfológicas son técnicas de procesamiento de imágenes basadas en la teoría matemática de conjuntos, aplicadas sobre imágenes binarias o en escala de grises para analizar y modificar estructuras mediante un elemento estructurante, estas operaciones erosión, dilatación, apertura y cierre son esenciales porque actúan directamente sobre la forma de los objetos (Robert M. Haralick, Stanley R. Sternberg, & Xinhua Zhuang, 1987).

5.7. Kernel

El kernel o elemento estructurante es una matriz compacta que determina cómo interactúan las operaciones morfológicas con los píxeles vecinos. Su forma y tamaño dirigen el resultado de procesos como erosión, dilatación y filtrado morfológico (Haralick, R. M., Sternberg, S. R., & Zhuang, X, 1987).

		REVISION 1/1	Página 111
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

5.8. Filtro Erosión

La erosión es una operación morfológica que reduce el tamaño de los objetos en una imagen, eliminando píxeles del contorno si no están completamente contenidos dentro del kernel. Esta técnica es útil para eliminar ruido fino y separar elementos conectados (K A M Said & A B Jambek, 2021).

5.9. Filtro Dilation

La dilatación expande los objetos dentro de una imagen, agregando píxeles donde al menos uno, dentro del kernel, pertenece al objeto. Esta técnica ayuda a rellenar huecos y mejorar la conectividad, actuando como operación dual de la erosión (K A M Said & A B Jambek, 2021).

5.10. Filtro Opening

La apertura es el resultado de aplicar una erosión seguida de una dilatación con el mismo kernel. Este filtro elimina pequeños objetos de ruido y suaviza los contornos, sin alterar las estructuras principales. Se emplea en tareas como segmentación y limpieza previa de imágenes (K. Sreedhar & B. Panlal, 2012).

5.11. Filtro Closing

El cierre se realiza aplicando una dilatación seguida de una erosión con el mismo kernel. Es efectivo para rellenar huecos, conectar fragmentos y suavizar bordes sin eliminar estructuras importantes de los objetos. Esta operación es complementaria a la apertura y refuerza la integridad visual de los objetos en la imagen (R M Haralick & S R Sternberg, X Zhuang, 1987).

5.12. Ruid

El ruido consiste en variaciones no deseadas y aleatorias en los valores del píxel que degradan la calidad de la imagen y dificultan su análisis preciso. Existen distintos tipos, como ruido gaussiano e impulsivo (sal y pimienta), ambos pueden ser atenuados mediante operaciones morfológicas—especialmente apertura y

		REVISION 1/1	Página 112
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

cierre—para mejorar la segmentación y el reconocimiento de formas (Mary L. Comer & Edward J. Delp , 1997).

6. INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Preparar el entorno físico con Dobot Magician integrando Kit Dobot Vision
- Conectar el pendrive de seguridad para el funcionamiento de DobotVisionStudio.
- Usar la Imagen Source para realizar la calibración de la cámara mediante el entorno virtual.
- Ajuste manualmente el giroscopio de la cámara para la obtención de una mejor calidad de imagen.
- Tome las imágenes para verificar que se encuentra calibrada e inserte bloques para armar el flujo de reconocimiento de color
- Coloque diferentes cubos de color sobre la base metálica y mantenga encendida el aro de luz led para una mejor calidad de imagen a través de la cámara HikVision.
- Calcule la conversión píxeles a milímetros e incluya bloques de movimiento para Dobot.

		REVISION 1/1	Página 113
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

7. MARCO PROCEDIMENTAL

Instalar el entorno con Dobot Magician integrando el kit Dobot Vision y añadir accesorios como cubos de colores para proceder a armar el flujo de detección de objetos por reconocimiento de color, tal como se observa en la Figura 91.

Figura 91

Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision y accesorios de cubos de color rojo.



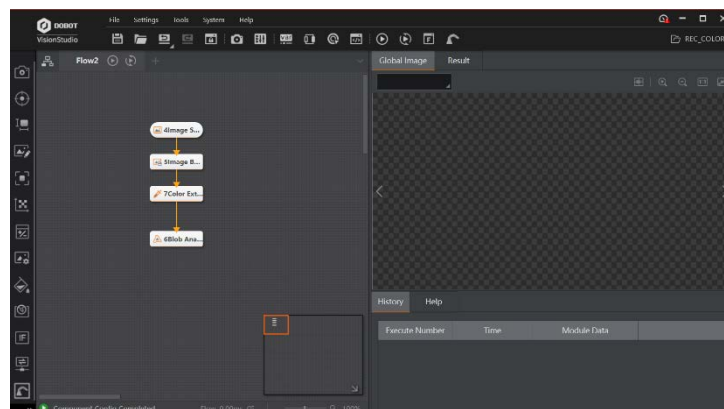
Nota. Dobot Magician se encuentra instalado en el entorno físico con el Kit de Vision de Dobot junto con cubos de colores para realizar el flujo de detección de objetos por color.

Una vez hecha la instalación física, se va a usar el flujo ya realizado para el reconocimiento de color, como se muestra en la Figura 92.

		REVISION 1/1	Página 114
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 92

Flujo reconocimiento de color.



Nota. Se observa que el flujo de reconocimiento de colores es el que va a ser útil para el flujo de manipulación de objetos por color.

Realizar ajustes según la cantidad de cubos que se pueden usar en el kit, por lo que se sabe que se tiene máximo 6 cubos por color, es de interés que el sistema actúe cuando tenga un área dentro de lo que se espera, con esto se evita falsas detecciones por manchas pequeñas o reflejos, se define un rango de área total esperado según el tamaño de los cubos y se valida que la cantidad de objetos propuestos se encuentren sobre el área de trabajo.

Primero se van a observar las medidas de un solo cubo bajo el lente de cámara en la pestaña Result, como se muestra en la Figura 93.

		REVISION 1/1	Página 115
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 93

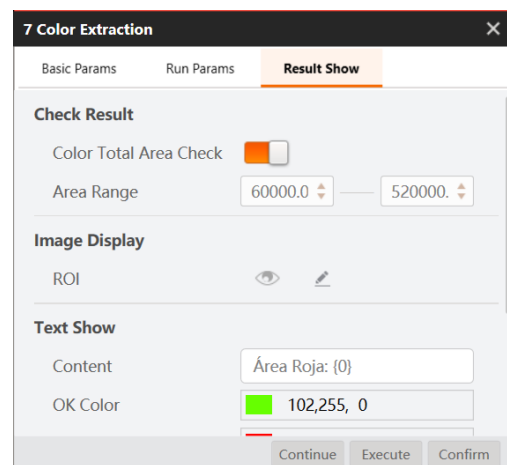
Pestaña Result.

Image	Result						
Param Name	Current Result	Global Variable					
▼ Blob Analysis1							
ModuStatus	1						
BlobStatus	1						
BlobNum	1						
Area	83257						
TotalArea	83257						
▼ CentroidPoint							
CentroidX	985.3625						
CentroidY	1104.519						
Current Result		History	Help				
Number	Area	Perimeter	CentroidX	CentroidY	Angle	LongAxis	ShortAxis
0	83257.000	1293.318	985.363	1104.519	-83.904	299.922	28.904

		REVISION 1/1	Página 116	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 94

Valores para Area Range.



Nota. En este apartado se establece los valores por el máximo de la suma de áreas de los cubos que se requiere observar, tomando en cuenta los valores reales calculados.

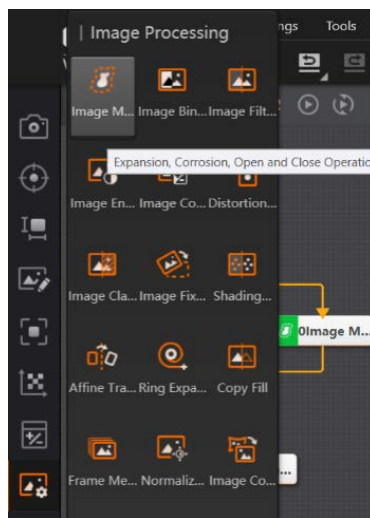
Posterior al nodo Color Extraction se agrega el nodo Image Morphology, este bloque realiza un filtro de limpieza entre el nodo de extracción del color y el nodo Blob Analysis, permite preparar la máscara binaria para que el análisis de blobs sea lo más preciso y estable posible.

Es un filtro de procesamiento de imagen que limpie o modifica la forma de los objetos detectados, se aplica sobre pixeles y se basa en el kernel, este bloque se escoge de las herramientas de trabajo del panel de DobotVisionStudio, como se observa en la Figura 95 y el flujo debe verse conectado como se muestra en la Figura 96.

		REVISION 1/1	Página 117
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 95

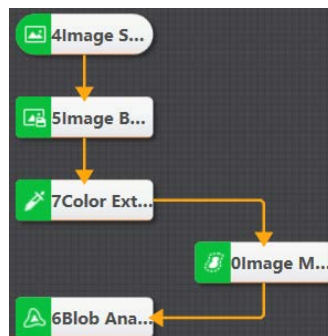
Selección de nodo Image Morphology



Nota. Nodo importante para limpieza de la imagen.

Figura 96

Flujo con nodo Image Morphology



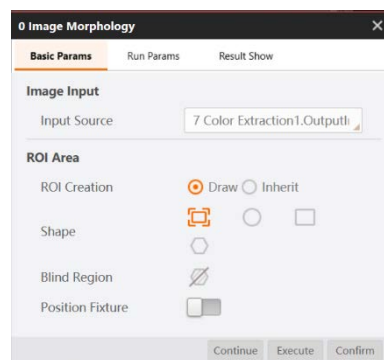
Nota. Se observa que este nodo debe colocarse entre Color Extraction y Blob Analysis.

		REVISION 1/1	Página 118
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Ahora se procede a configurar los parámetros del nodo Image Morphology, en la entrada del nodo se debe recibir la del nodo color extraction y el ROI de ineteres es todo lo que observa la cámara como se muestra en la Figura 97.

Figura 97

Configuración de parámetros en Basic Params de Image Morphology.



Nota. Se observa cómo debe ser configurado el nodo para la correcta entrega de imágenes.

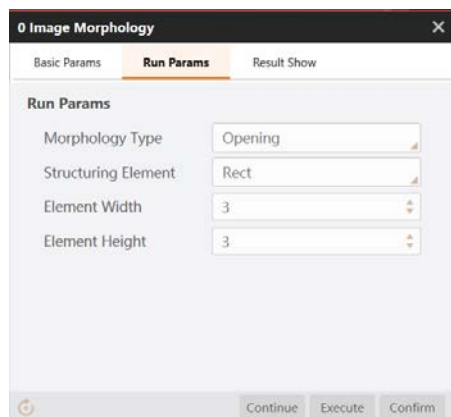
Una vez ubicado el nodo se debe configurar la pestaña Run Params:

Se escoge Opening para primero borrar puntos blancos aislados que aparezcan en la imagen binaria y luego la dilatación devuelve el tamaño del cubo, pero sin el ruido, Opening evita que dos blobs se observen como un solo objeto y mejora la definición del objeto que se observa por la cámara. Todas estas especificaciones se observan como en la Figura 98.

		REVISION 1/1	Página 119
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 98

Parámetros Run Params en Image Morphology



Nota. Se observan que se puede escoger entre los diferentes tipos de Morfologías y establecer el tamaño de kernel.

El nodo de Blob Analysis ya configurado ahora se realiza ajustes con los datos tomados del cubo, esto valida que el conjunto este dentro de lo esperado y que pasen objetos del tamaño de un cubo real

Run Params, en Area Range se establecen los rangos de un solo cubo, sabiendo que los datos observados en la pantalla fueron de:

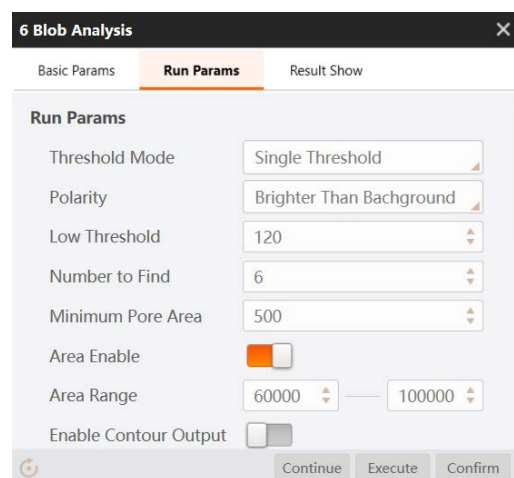
$$\text{Área} = 83.000px^2$$

Por lo que los rangos mínimos y máximos se observan en la Figura 99.

		REVISION 1/1	Página 120	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 99

Establecimiento de rango de un cubo en Blob Analysis.



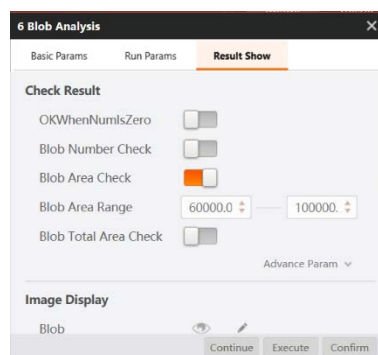
Nota. Como se observa, se escogieron los rangos aproximados a los de un cubo por lo que esto debe eliminar ruido, sombras y variaciones.

En la pestaña de Result Show, dentro de Blob Area Range se establece los mismos rangos para descartar así mismo un blob muy pequeño porque no llega al mínimo y si aparece algo mucho más grande se descarte porque supera el rango máximo. Esto se observa en la Figura 100.

		REVISION 1/1	Página 121	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 100

Parámetro en Result Show de Blob Analysis.



Nota. Se observa en la imagen que, ingresando los valores, de esta forma cada cubo será validado individualmente, sin importar si se ubican 1 o 6.

En la misma pestaña, se despliega los parámetros avanzados, donde se va a ubicar los valores correspondientes en Box Height y Box Width, esto valida el tamaño de cada blob, detecta deformaciones o piezas que no cumplen con el tamaño, se sabe que

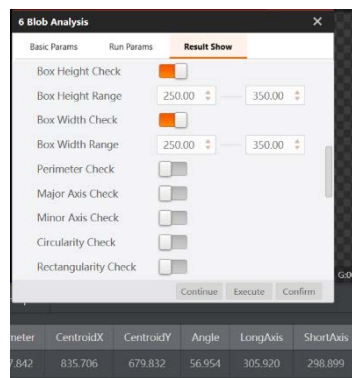
$$\text{Área} = 83.257px^2$$

Por lo que en la pantalla donde se observa ese valor, en la parte inferior de la tabla se indica LongAxis y ShortAxis, por lo que los valores de máximos y mínimos serán de 250 a 350, como se observa en la Figura 101.

		REVISION 1/1	Página 122	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 101

Ajustes de parámetros en Advanc Params de Blob Analysis



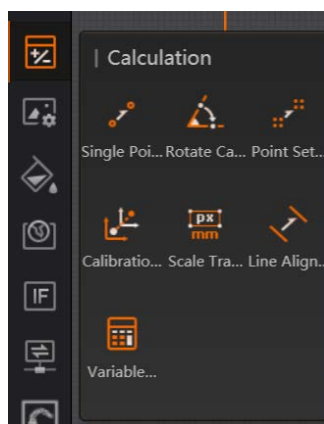
Nota. El ajuste que se realiza ayuda a que la detección del objeto sea mucho más precisa.

El nodo siguiente de blob Analysis, será Variable Calculation, este se encontrará en el apartado de herramientas como en la Figura 102, este nodo tiene la finalidad de recibir los valores en pixeles que salen de Blob Analysis, para ingresarlas por medio de una ecuación que permita realizar la transformación a coordenadas cartesianas, por lo tanto, la conexión debe verse como en la Figura 103.

		REVISION 1/1	Página 123	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 102

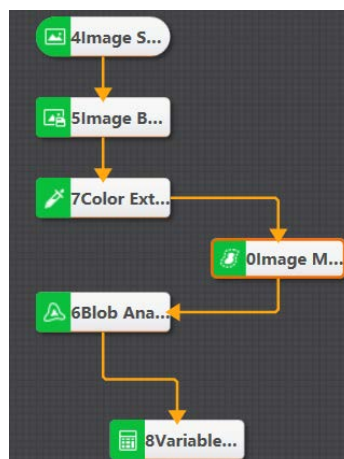
Selección de bloque Variable Calculation



Nota. Se observa que en el apartado de las herramientas está el bloque de Variable Calculation

Figura 103

Flujo agregando nodo Variable Calculation



Nota. Se observa cómo debe estar conectado el flujo incluyendo el nodo de Variable

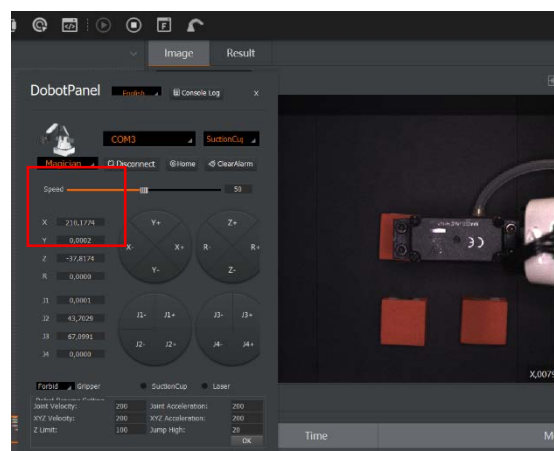
		REVISION 1/1	Página 124
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Para poder obtener la ecuación que permita realizar la conversión de coordenadas de pixeles a coordenadas cartesianas, lo primero que se realiza es la toma de los valores de posición de Dobot mediante Dobot Panel como se observa en la Figura 104, se toma al menos 3 puntos de referencia.

En este caso se realizó mediante los cubos que ya se encontraban los datos registrados en los nodos, como se muestra en la Figura 105.

Figura 104

Dobot Panel.

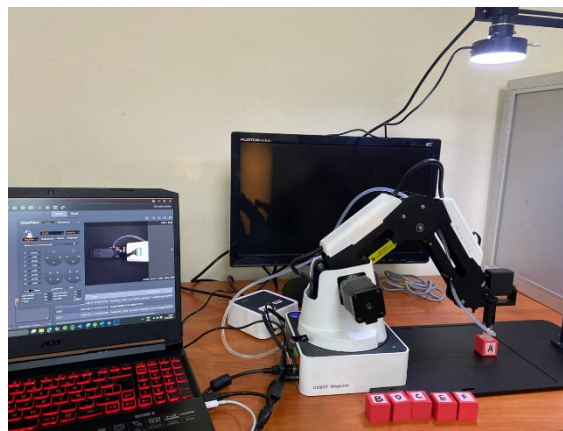


Nota. Mediante Dobot Panel se realizan los movimientos del brazo para obtener las coordenadas cartesianas de los 4 puntos.

		REVISION 1/1	Página 125
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 105

Cubos en posiciones de puntos tomados para conversión.



Nota. Se observa que mediante el movimiento en Dobot Panel, por cada punto se deja un cubo para obtener las coordenadas en pixeles por medio del sistema de visión.

Una vez tomadas los datos de las coordenadas cartesianas, se van a tomar ahora los datos de las coordenadas en pixeles por medio de la visión que se obtiene mediante el nodo de Blob Analysis, para cada punto se va a observar en la pantalla los datos de CentroidX y CentroidY, esos son los datos que se van a recolectar, como se observa en la Figura 106.

		REVISION 1/1	Página 126
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 106

Datos de los centros de cada Blob.



Nota. Al observar la pantalla de resultados, los datos del centro de cada blob son los que son útiles para plantear la ecuación de conversión.

Obtenidos los datos de ambos tipos de coordenadas en los diferentes puntos como se observa en la Tabla 2 de la práctica 3, con estos datos se debe realizar una transformación afín.

Esto significa obtener una relación lineal con corrección de traslación entre las coordenadas de la cámara y las del robot.

Formula General:

$$X = a * u + b * v + c$$

$$Y = d * u + e * v + f$$

(u, v) = coordenadas en pixeles (CentroidX, CentroidY)

(x, y) = coordenadas en mm (posición real que mide el robot en esos puntos)

a,b,c,d,e,f=coeficientes que se calculan a partir de los 4 puntos.

		REVISION 1/1	Página 127
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Para el eje X

$$\begin{bmatrix} u1 & v1 & 1 \\ u2 & v2 & 1 \\ u3 & v3 & 1 \\ u4 & v4 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X1 \\ X2 \\ X3 \\ X4 \end{bmatrix}$$

Para el eje Y

$$\begin{bmatrix} u1 & v1 & 1 \\ u2 & v2 & 1 \\ u3 & v3 & 1 \\ u4 & v4 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{bmatrix}$$

Por método de mínimos cuadrados se obtiene a,b,c,d,e,f, Dobot Vision Studio no hace el ajuste automático pero la ecuación final si se puede ingresar en el bloque de Variable Calculation, Tabla 3.

Tabla 3

Coordenadas en Pixeles y Cartesiana

	Cartesiana (X, Y)	Pixeles (u, v)
A	(249,9933; 0,0002)	(899,073; 963,617)
B	(249,9951; 47,9522)	(901,611; 1531,708)
C	(206,4376; 47,9524)	(1446,538; 1532,708)
D	(210,1774; 0,0002)	(1400,401; 971,782)
Z= -40,6620		

Nota. Se observa que se consideraron 4 puntos en diferentes coordenadas, tanto en cartesianas como en pixeles.

		REVISION 1/1	Página 128
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Mediante un script en Matlab se puede realizar el cálculo de esta matriz, como se muestra en la Figura 107.

Se busca pasar de pixeles a milímetros con una transformación afín

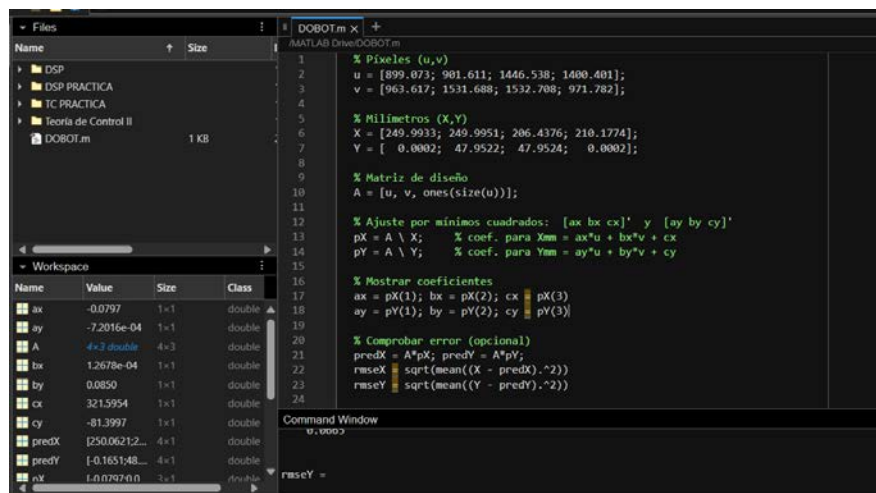
$$X = ax * u + bx * v + cx$$

$$Y = ay * u + by * v + cy$$

Los coeficientes ax, bx, cx, ay, by, cy los calcula Matlab con los 4 puntos tomados anteriormente.

Figura 107

Script de Matlab.



```

1 % Píxeles (u,v)
2 u = [899.873; 901.611; 1446.538; 1400.401];
3 v = [963.617; 1531.688; 1532.708; 971.782];
4
5 % Milímetros (X,Y)
6 X = [249.9933; 249.9951; 206.4376; 210.1774];
7 Y = [ 0.0002; 47.9522; 47.9524; 0.0002];
8
9 % Matriz de diseño
10 A = [u, v, ones(size(u))];
11
12 % Ajuste por mínimos cuadrados: [ax bx cx]' y [ay by cy]'
13 pX = A \ X; % coef. para Xmm = ax*u + bx*v + cx
14 pY = A \ Y; % coef. para Ymm = ay*u + by*v + cy
15
16 % Mostrar coeficientes
17 ax = pX(1); bx = pX(2); cx = pX(3)
18 ay = pY(1); by = pY(2); cy = pY(3)
19
20 % Comprobar error (opcional)
21 predX = A*pX; predY = A*pY;
22 rmseX = sqrt(mean((X - predX).^2))
23 rmseY = sqrt(mean((Y - predY).^2))
24

```

Nota. En Matlab se observa las ecuaciones correspondientes para el cálculo de los coeficientes necesarios para la transformación afín.

		REVISION 1/1	Página 129
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

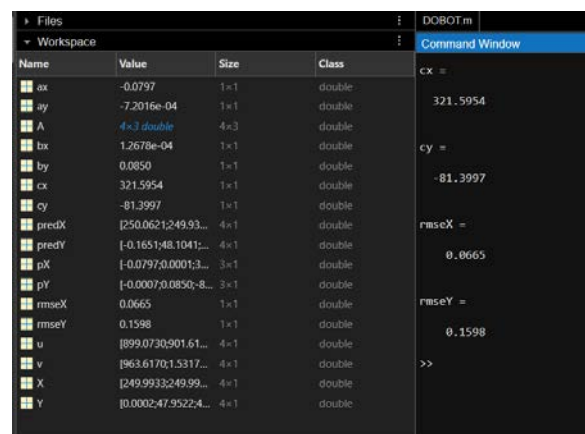
Los resultados que da Matlab, donde c_x es el término independiente en la ecuación de x , c_y es el término independiente en la ecuación de y , $rmseX$ es el error cuadrático medio de la conversión en X en mm, así mismo con $rmseY$, como se muestra en la Figura 108.

$$X_{mm} = a_x * u + b_x * v + c_x$$

$$Y_{mm} = a_y * u + b_y * v + c_y$$

Figura 108

Resultados del script en Matlab



Name	Value	Size	Class
ax	-0.0797	1x1	double
ay	-7.2016e-04	1x1	double
A	4x3 double	4x3	double
bx	1.2678e-04	1x1	double
by	0.0850	1x1	double
cx	321.5954	1x1	double
cy	-81.3997	1x1	double
predX	[250.0621; 249.93...	4x1	double
predY	[-0.1651; 48.1041]...	4x1	double
pX	[-0.0797; 0.0001; 3...	3x1	double
pY	[-0.0007; 0.0850; 8...	3x1	double
rmseX	0.0665	1x1	double
rmseY	0.1598	1x1	double
u	[899.0730; 901.61...	4x1	double
v	[963.6170; 1.5317...	4x1	double
X	[249.9933; 249.99...	4x1	double
Y	[0.0002; 47.9522; 4...	4x1	double

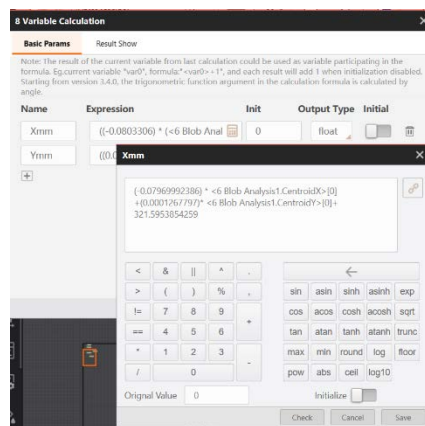
Nota. Se observa que se obtiene los datos de los coeficientes y a su vez un margen de error.

Una vez hallados los coeficientes, se debe crear dos variables en la pestaña de Basic Params en el nodo de Variable Calculation, se agrega la ecuación en cada variable ajustando el nombre del bloque a los que se tiene de CentroidX y CentroidY del Blob Analysis, tal como se observa en la Figura 109.

		REVISION 1/1	Página 130
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 109

Configuración de Variable Calculation



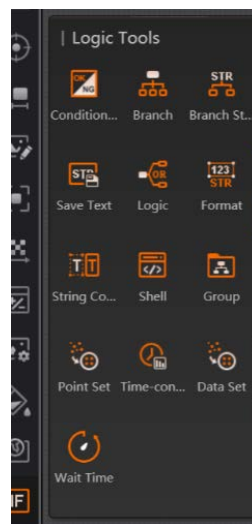
Nota. En esta pestaña se ingresa la ecuación ajustándola a los bloques de donde va a recibir las coordenadas del sistema de visión.

Ahora se realiza una verificación de las coordenadas, se manda a observar el bloque Blob Analysis con solo un cubo que detecte y se observará mediante el DobotPanel que las coordenadas entregadas son las correctas, tal como se muestra en la Figura 110.

		REVISION 1/1	Página 132
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 111

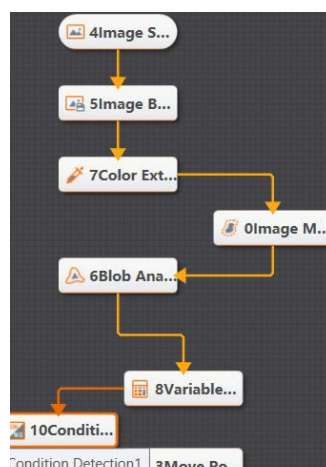
Selección de Condition Detection.



Nota. Se observa la barra de herramientas donde se va a encontrar el bloque Condition Detection.

Figura 112

Flujo incluyendo Condition Detection



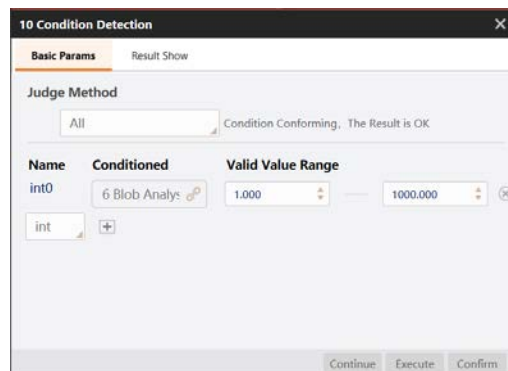
Nota. Se observa la estructura del Flujo incluyendo ya los bloques que realizarán la comunicación del brazo robótico.

		REVISION 1/1	Página 133
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Para configurar el nodo de la condicional, en Judge Method se selecciona “All”, esto quiere decir que todas las condiciones que se configuren deben cumplirse para que el bloque se ejecute sin errores, en Conditioned se selecciona BlobAnalysis.Number, en Valid Value Range se ingresa de 1-1000. De esta forma el flujo solo pasa al bloque de movimiento cuando detecta al menos un objeto, estas configuraciones se pueden observar en la Figura 113.

Figura 113

Parámetros en Condition Detection



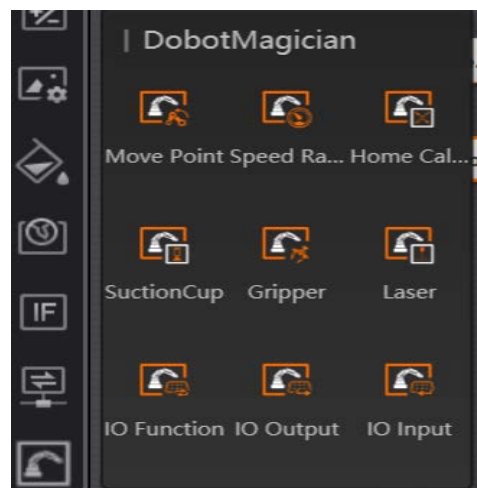
Nota. Se observa las configuraciones para el bloque de condicional.

		REVISION 1/1	Página 134
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Después del nodo condicional, se agrega un bloque de movimiento “Move Point”, este se encuentra en la barra de herramientas como se muestra en la Figura 114.

Figura 114

Selección de nodo Move Point.



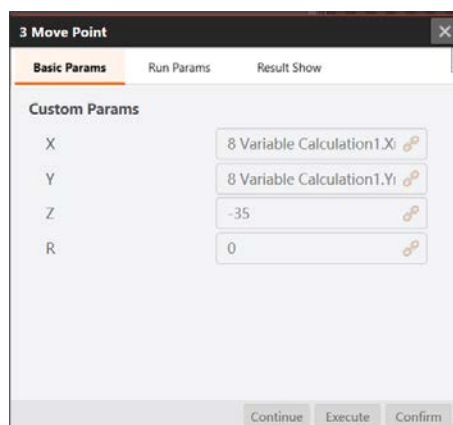
Nota. Se observa las diferentes opciones para movimiento de Dobot.

		REVISION 1/1	Página 135
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Las configuraciones para el nodo de movimiento deben ser las que se reciben del nodo de Variable, para X y Y, en Z se escribe un numero entero que dará de orden cuanto baja o sube el brazo, mientras que R se va a tratar de la rotación del eje, por este momento se deja en 0, las indicaciones dadas se muestran en la Figura 115.

Figura 115

Configuraciones de la pestaña Basic Params en Move Point



Nota. Se observa las configuraciones que se deben ingresar para el nodo de movimiento.

		REVISION 1/1	Página 136
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los puntos tomados en ambas coordenadas sirvieron para el desarrollo de la ecuación y se pudieran ingresar en el nodo que permitió la comunicación entre el sistema de visión artificial y el brazo robótico Dobot Magician.
- El bloque condicional permite que el sistema del brazo robótico reciba las coordenadas cuando el sistema de visión este mandando datos correctos de lo contrario este no se ejecuta.
- Tomar los datos reales de un cubo en pixeles permitió que los datos para mejorar el ruido y la limpieza de la imagen sean mucho más nítidas y haya mejores detecciones a través del sistema de visión.
- Se recomienda la calibración de cámara cada vez que se inicie una práctica ya que el sistema de iluminación externa influye mucho en cada práctica.
- Se recomienda no tener mucho tiempo encendido el aro de luz alrededor de la cámara ya que calienta mucho la cámara y esto puede ser un problema para el envío de datos conforme pasa el tiempo de uso.
- Se recomienda asegurarse de conectar el brazo robótico cada vez que se va a ejecutar el flujo ya que eso suele dar inconvenientes al querer ejecutar Move Point.

9. BIBIOGRAFÍA

		REVISION 1/1	Página 137
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Desarrollo de manual de prácticas de laboratorio con robot Dobot Magician mediante kit Dobot Vision.

PRÁCTICA # 5

TEMA:

“Flujo de clasificación de cubos de color con Dobot Magician mediante cámara industrial HikVision”

NÚMERO DE ESTUDIANTES: 2

Integrantes:

Jean Floyd Florencia Medina
María Gabriela Muñoz Mendoza

MSc. RAFAEL FRANCO REINA

TIEMPO ESTIMADO 2 HORAS

		REVISION 1/1	Página 138	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de visión con cámara industrial HikVision integrado y Dobot Magician, mediante la configuración de bloques en DobotVisionStudio 4.1.2 para un flujo de clasificación de objetos por color.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Configurar bloques de movimiento mediante las herramientas del panel de trabajo de DobotVisionStudio 4.1.2 para realizar los movimientos de clasificación de objetos.
- Integrar delays a ciertos bloques de movimiento mediante la toma de pruebas para que los movimientos del brazo robótico sean más controlados.
- Analizar los resultados del flujo completo mediante la toma de diferentes pruebas con los bloques de color para verificar que realice la tardea de pick-and-place.

3. NORMAS DE SEGURIDAD

- Leer el manual del usuario antes de comenzar la instalación y manipulación del equipo.
- Manipular el brazo robótico con el sistema apagado al momento de conectar cables, accesorios o cambiar las herramientas.
- Evitar tocar el brazo durante el encendido o calibración automática.
- No manipular cables o conexiones con las manos húmedas ni en superficies mojadas.
- Mantener el área libre de objetos que obstruyan el movimiento del brazo robótico.
- Realizar la manipulación del lente sin ejercer fuerza excesiva.
- Asegurar correctamente la cámara a su base para evitar desplazamientos durando

		REVISION 1/1	Página 139
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

su operatividad.

- Evitar reflejos o fuentes de luz intensa que puedan afectar la detección de color.
- Evitar exponer la cámara a golpes, polvo excesivo o líquidos.
- Realizar verificación de calibración antes de empezar cada practica para asegurarse que la cámara y el robot operan adecuadamente.
- Evitar mirar directamente el aro de luz.
- Manipular con precaución mientras se desinstale todo.
- Evitar tocar la cámara y el aro de luz directamente con las manos debido a su alta temperatura conforme el extenso tiempo de uso.

4. RECURSOS UTILIZADOS (EQUIPOS, Y ACCESORIO)

- Brazo robótico Dobot Magician
- Bomba de vacío
- Ventosa
- Cámara industrial del kit Dobot Vision
- Soporte de cámara
- Poste de extensión para la cámara
- Sistema de iluminación LED
- Base metálica para cámara y brazo robótico
- Computadora con sistema Windows 10/11 64 bits
- Fuente de alimentación para el brazo robótico Dobot Magician
- Adaptador de alimentación
- Cable USB a Micro BM
- Cable USB a tipo A
- Pendrive de seguridad Dobot Vision Kit
- Cubos de colores

		REVISION 1/1	Página 140	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Dobot Magician

El Dobot Magician es un brazo robótico educativo, tiene cuatro grados de libertad, es creado para ser parte de la complementación educativa sobre la robótica e inteligencia artificial. Tiene la facilidad de adaptarle varios accesorios y se maneja mediante los diferentes softwares proporcionados por la empresa creadora del Dobot Magician, con la facilidad de manejarlo con diversos lenguajes de programación. En esta práctica, su función es servir como plataforma de integración con el sistema de visión artificial, permitiendo comprobar la correcta instalación del software de control y los controladores que permiten operarlo (DOBOT, 2017).

5.2. DobotVisionStudio

Dobot Vision Studio es el software oficial de procesamiento visual desarrollado por Dobot para tareas de reconocimiento de objetos, colores, formas y códigos. Utiliza un entorno de programación gráfica mediante nodos que facilita el desarrollo de algoritmos de visión artificial sin necesidad de programar desde cero. Su uso requiere que los controladores de la cámara estén previamente instalados (Robotics A. , 2023).

5.3. Cámara profesional HikVision

La cámara industrial HikVision, incluida en muchos kits de visión artificial como el del Dobot, permite capturar imágenes con alta calidad y precisión. Está diseñada para aplicaciones de inspección, clasificación o posicionamiento en entornos industriales y educativos. Para que funcione correctamente, es indispensable instalar el controlador USB3 Vision y el software de gestión del fabricante (MVS) (Robotics D. , 2023).

		REVISION 1/1	Página 141
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

5.4. Bloques de movimiento (Move Point)

Los bloques de movimiento, comúnmente llamados Move Point, son instrucciones utilizadas en entornos de programación de robots o sistemas de control industrial para definir trayectorias específicas en el espacio. Estos bloques permiten que el manipulador o sistema siga un punto de destino con coordenadas definidas, generando un control preciso de posición. En aplicaciones de visión artificial y control en tiempo real, se emplean arquitecturas basadas en bloques de procesamiento que dividen las tareas en unidades más pequeñas, facilitando el análisis rápido de múltiples puntos de referencia (Masatoshi Ishikawa, Takashi Komuro, & Yoshihiro Watanabe, 2007)

5.5. Delay

El término *delay* hace referencia al retardo o tiempo de espera que se produce en un sistema entre la emisión de una instrucción o señal y su ejecución o recepción efectiva. En el ámbito de la programación de control y comunicaciones digitales, este concepto es clave ya que incluso pequeños retardos pueden afectar el rendimiento de sistemas que requieren sincronización precisa, como robots, sistemas de transmisión en tiempo real o aplicaciones de streaming (Gregory Wornell, Gauri Joshi, & Yuval Kochman, 2014)

5.6. Latencia

La *latencia* se define como el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el origen hasta el destino a través de un sistema o red. A diferencia del *delay*, que suele referirse a un retardo puntual en la ejecución de procesos, la latencia representa un retardo acumulativo asociado a la distancia física, la calidad de la infraestructura y el número de procesos intermedios (Zacchello, 2023).

		REVISION 1/1	Página 142
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

6. INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Prepare el entorno físico con el robot Dobot Magician integrado al Kit Dobot Vision.
- Conecte el pendrive de seguridad para habilitar el funcionamiento de DobotVisionStudio.
- Utilice Image Source para realizar la calibración de la cámara en el entorno virtual.
- Ajuste manualmente la cámara para obtener una mejor calidad de imagen.
- Capture imágenes de prueba para verificar la correcta calibración.
- Agregue bloques en el flujo para el reconocimiento de color.
- Coloque los cubos de diferentes colores sobre la base metálica.
- Mantenga encendido el aro de luz LED para mejorar la calidad de imagen en la cámara HikVision.
- Calcule la conversión de píxeles a milímetros.
- Inserte bloques de movimiento para el robot Dobot.
- Incorpore bloques de *delay* en coordinación con los bloques de movimiento.
- Ejecute pruebas completas con el Kit Dobot Vision.

		REVISION 1/1	Página 143	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

7. MARCO PROCEDIMENTAL

Instalar el entorno con Dobot Magician integrando el kit Dobot Vision y añadir accesorios como cubos de colores para proceder a armar el flujo de selección de objetos por reconocimiento de color, tal como se observa en la Figura 116.

Figura 116

Dobot Magician integrado con Kit Dobot Vision.



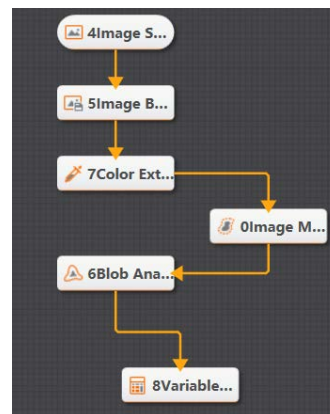
Nota. Dobot Magician se encuentra instalado en el entorno físico con el Kit de Vision de Dobot junto con cubos de color.

Par armar el flujo de selección de cubos por color, se va a usar el mismo flujo de detección por color, como se muestra en la Figura 117.

		REVISION 1/1	Página 144
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 117

Flujo detección de color.



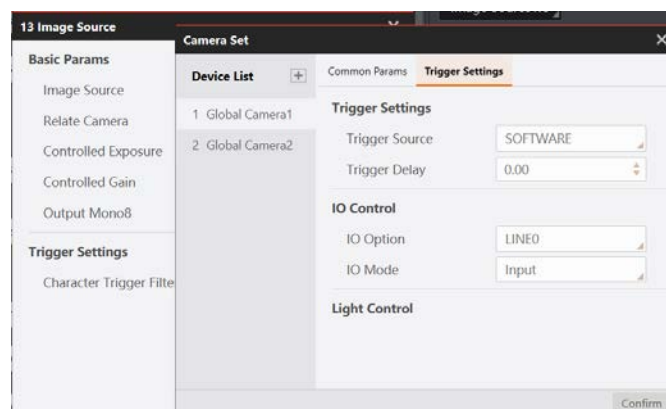
Nota. Se observa que el flujo de reconocimiento de colores es el que va a ser útil para el flujo de detección de objetos por color.

Lo primero que se debe hacer es la calibración del cámara una vez instalado todo el kit de visión, por lo que se juega con la exposición y la ganancia dentro de las configuraciones de la cámara, adicional se realiza también ajustes de manera manual para mejorar la nitidez, dentro de estas configuraciones en Image Source se debe asegurar de estar en modo Software Trigger, evitando la captura continua de frames y reduciendo la latencia, como se muestra en la Figura 118.

		REVISION 1/1	Página 145	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 118

Parámetros de configuración Camera Set



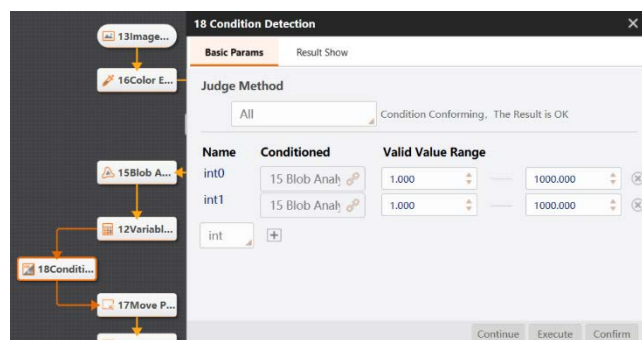
Nota. Se observa que debe estar configurado en Trigger Source, la opción de Software ya que es el que va a ayudar a que no se forme cuello de botella de frames.

Ahora se va a agregar una nueva condición en el nodo de Condition Detection, con el parámetro de BlobNum de Blob Analysis, validando el rango de 1 a 1000, de esta manera el flujo solo se ejecuta cuando existe al menos un cubo detectado en área de trabajo, si no hay cubo, el flujo entra a un Wait Time corto y luego regresa al inicio para esperar la siguiente captura, estas configuraciones se observan en la Figura 119.

		REVISION 1/1	Página 146
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 119

Nueva condición en Condition Detection



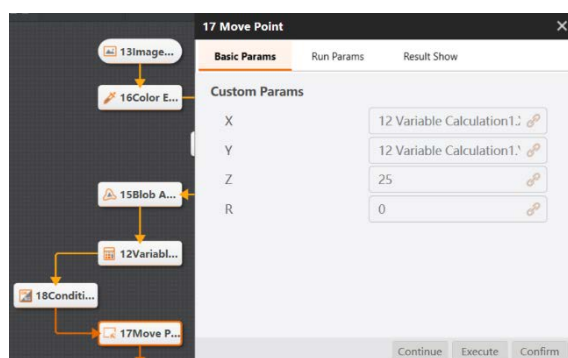
Nota. Se observa que se agrega otra condicional para que el flujo funcione solo si se encuentra un blob, es decir la detección de al menos un cubo.

El primer nodo de movimiento va a estar destinado a la aproximación sobre el cubo, donde X, Y son las variables del nodo Variable Calculation que realizan la transformación en mm para que indique al brazo robótico donde está ubicado el cubo que observa por medio del sistema de visión, Z=25 lo cual va a ser una altura sobre el cubo de manera segura y R=0 ya que no se va a ejecutar ninguna rotación, como se muestra en la Figura 120, el tipo de movimiento será MOVJ ya que es esto significa que el brazo se mueve a la velocidad que se necesite para llegar al punto final lo más rápido posible, se usa más para movimientos largos de aproximación o traslado donde no importa la trayectoria exacta, estas configuraciones se observan en la Figura 121.

		REVISION 1/1	Página 147	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 120

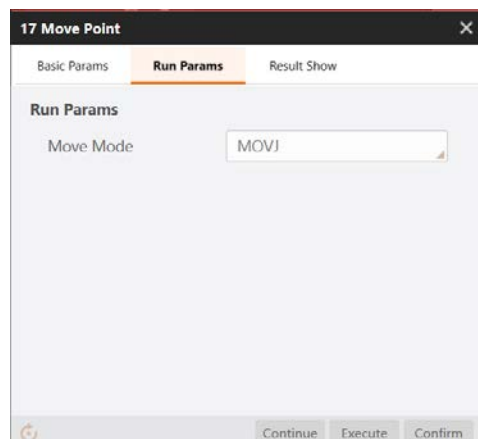
Parámetros para Move Point



Nota. Se observa las configuraciones para el bloque de movimiento.

Figura 121

Pestaña Run Params de Move Point



Nota. Se observa las configuraciones para el bloque de movimiento en la pestaña Run Params.

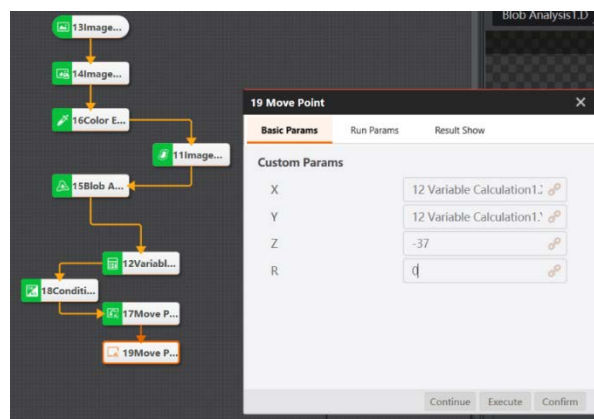
Se va a aumentar un segundo bloque de Move Point, este va a realizar el movimiento de bajada una vez detectado el bloque de color, por ende los parámetros del bloque serán los mismos del primero con la diferencia que cambia el valor de Z, del como se muestra en la Figura 122, el tipo de

		REVISION 1/1	Página 148
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

movimiento será tipo MOVJ, el cual significa movimiento lineal, la trayectoria que realizará el brazo será exactamente recta, es más preciso y es ideal para subir y bajar verticalmente sin arrastrar los cubos, una desventaja es que es más lento que MOVJ, esto se observa en la Figura 123.

Figura 122

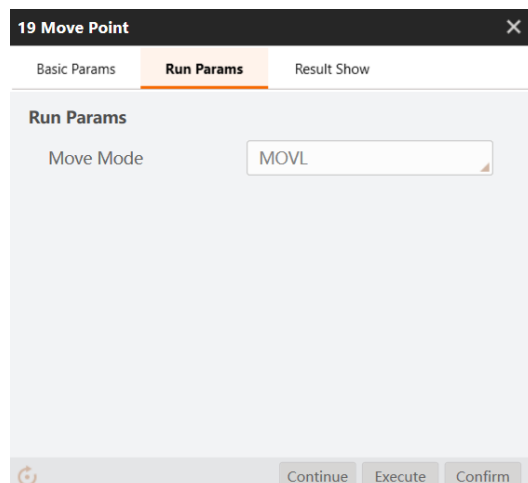
Segundo nodo de Move Point.



Nota. Se observan que los parámetros no cambian, solo el valor de Z.

Figura 123

Configuración de Run Params.



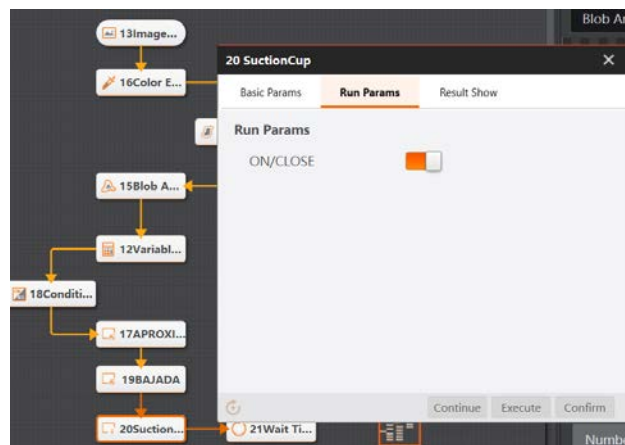
Nota. Se observan el tipo de movimiento aquí es lineal.

		REVISION 1/1	Página 149
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Una vez que el brazo realiza la acción de bajar, se le coloca al flujo un nodo de succión el cual es SuctionCup, en donde dentro de la pestaña de Run Params se le va a dejar activada, estas especificaciones se van a observar en la Figura 124

Figura 124

Nodo de SuctionCup



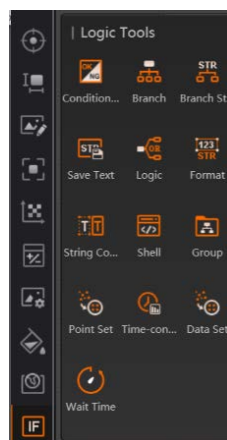
Nota. En este apartado se establece la activación de la ventosa.

Posterior al nodo de succión de la ventosa, se le va a agregar un delay, que asegura la succión, el nodo se llama Wait Time, este se encuentra en el panel de herramientas de Dobot como se muestra en la Figura 125, los parámetros y la estructura del flujo se deben ver cómo se observa en la Figura 126.

		REVISION 1/1	Página 150	
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS		
LABORATORIO	Fabricación Flexible			
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización			
SEDE	Guayaquil			

Figura 125

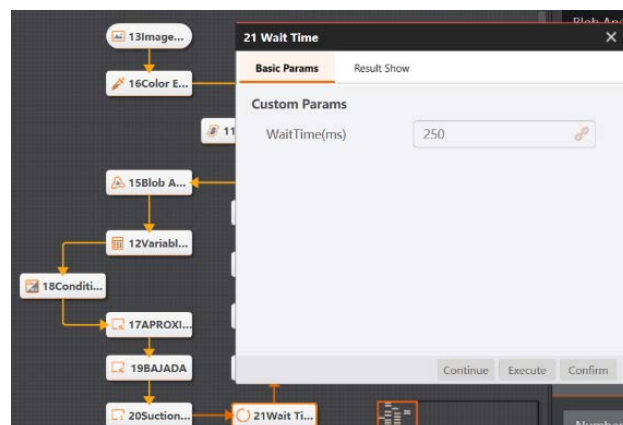
Selección de nodo Wait Time



Nota. Nodo importante para establecer delays.

Figura 126

Valores posibles para los delays en Wait Time.



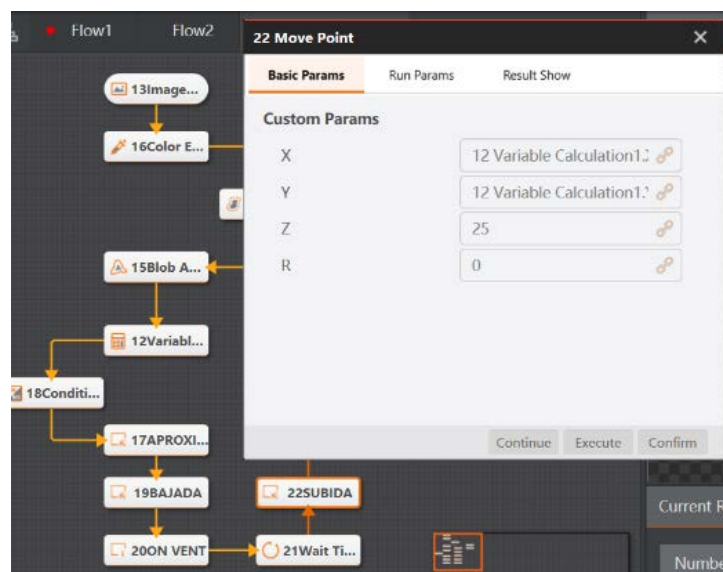
Nota. Se observa que este nodo debe colocarse los valores ms según el tiempo que se desea establecer.

		REVISION 1/1	Página 151
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Ahora se debe agregar otro nodo de movimiento para que después de realizar la succión del cubo, el brazo realice la acción de subida, donde los parámetros para X, Y serán los que recibirá del nodo de variable, Z=25 el cual es el rango de altura de subida y R=0 por lo que no realizará rotación, el tipo de movimiento para este nodo será MOVL, estas especificaciones se observarán en la Figura 127.

Figura 127

Nodo para acción de subida del brazo robótico.



Nota. Se observa cómo debe ser configurado el nodo para la correcta ejecución de la práctica.

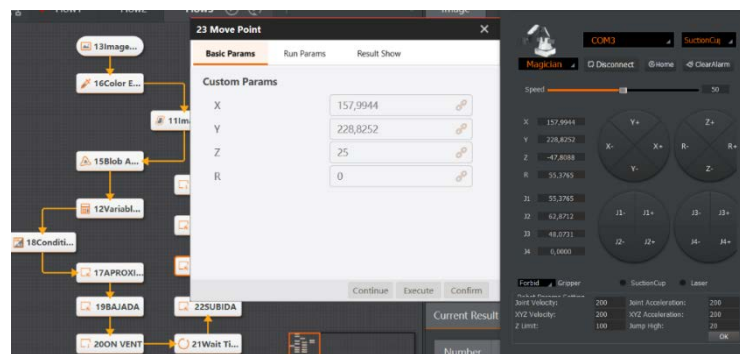
Ahora se realiza la secuencia de transporte, se agrega al flujo otro nodo de Move Point, al cual esta vez se le va a asignar coordenadas fijas las cuales serán fuera del sistema de visión, se tomó como referencia mediante Dobot Panel la ubicación del brazo fuera del área del trabajo, y esas son las coordenadas asignadas a este Move Point, mientras que Z=25 por lo que es la altura antes de

		REVISION 1/1	Página 152
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

bajar, el movimiento será MOVJ. Todas estas especificaciones se observan como en la Figura 128.

Figura 128

Nodo de movimiento para la secuencia de transporte.



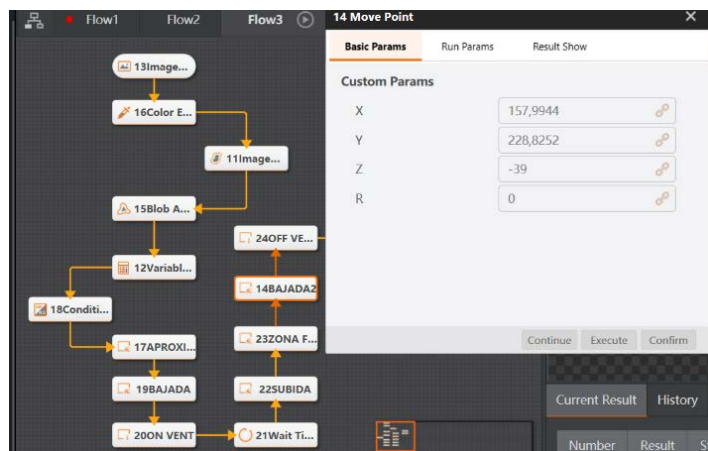
Nota. Se observan que se establecen parámetros de una coordenada fija la cual fue medida de manera manual con guía de Dobot Panel.

Se agrega otro Move point para realizar el movimiento de descarga en el área fuera del sistema de visión, donde las coordenadas serán las mismas del bloque anterior de aproximación, pero con la diferencia de que Z=-37 y el tipo de movimiento es MOVL, como se observa en la Figura 129.

		REVISION 1/1	Página 153
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 129

Nodo de movimiento para realizar la baja en el área fuera de rango.

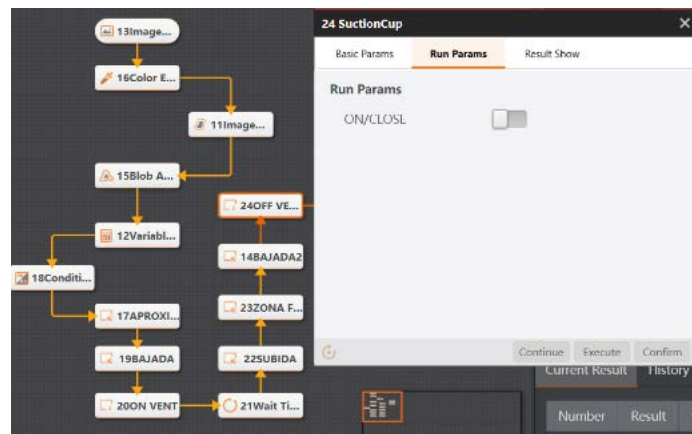


Nota. Como se observa, se escogieron los valores del nodo anterior del área fuera de rango, pero solo varia el valor de Z.

Una vez el brazo este en la zona de descarga, para que el deje el cubo en esa posición, se va a agregar un nodo de SectionCup, pero en los parámetros se le va a dejar desactivada la ventosa. Esto se observa en la Figura 130.

Figura 130

Segundo nodo de succión.



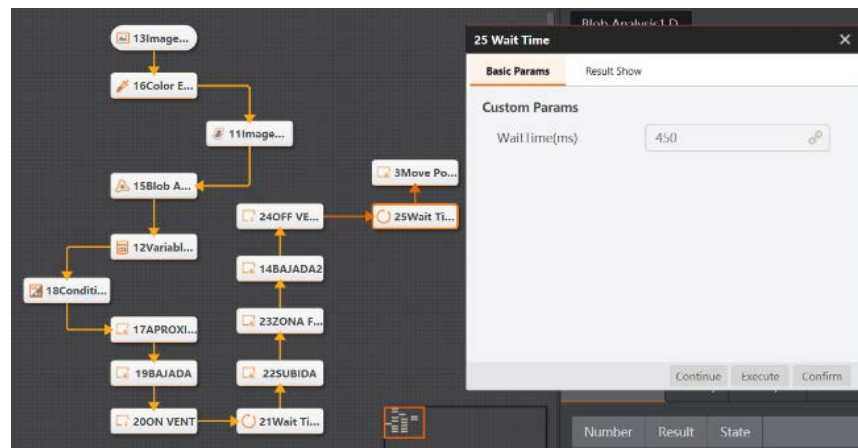
Nota. Se observa que en este nodo se deja desactiva la ventosa ya que es justo en el lapso que necesita descargar el bloque.

		REVISION 1/1	Página 154
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Para asegurarse que el cubo se desprenda, se le agrega un delay, un bloque de Wait Time, aproximadamente 450ms, el flujo debe verse como en la Figura 131.

Figura 131

Delay para la zona de descarga.



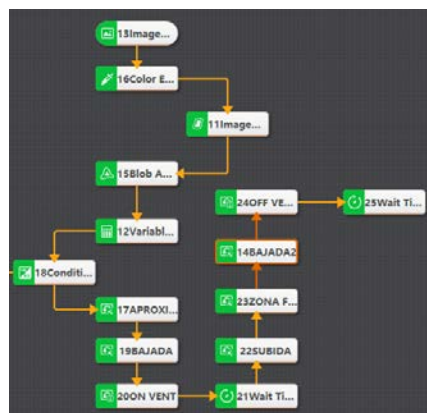
Nota. El ajuste que se realiza ayuda a asegurarse a que no arrastre el cubo cuando lo deje.

Se agrega un bloque de movimiento para realizar la retirada del brazo robótico, los parámetros puestos en este caso fueron los de la posición de Home del brazo robótico, por lo tanto, la conexión debe verse como en la Figura 132 y los parámetros de configuración en la Figura 133.

		REVISION 1/1	Página 155
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

Figura 132

Flujo de selección de cubos por color.



Nota. Se observa finalmente como debe verse el flujo para que la practica sea exitosa.

Figura 133

Parámetros del nodo de movimiento que dará por finalizado el flujo.

Nota. Se observa cómo estos parámetros son medidos también con el Panel de Dobot cuando el brazo está en su posición de Home.

		REVISION 1/1	Página 156
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRÁCTICAS	
LABORATORIO	Fabricación Flexible		
CARRERA	Ingeniería Electrónica y Automatización		
SEDE	Guayaquil		

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los varios delays son necesarios para que cuando se active o desactive la ventosa esta tenga suficiente tiempo para mantener el bloque o suficiente tiempo para dejarlo en el área fuera de rango y retirarse.
- La realización de pruebas con los diferentes nodos de movimiento para Dobot fue exitoso debido a su respuesta para identificar el color y realizar los movimientos de los cubos y llevarlos fuera del rango de trabajo.
- La inclusión del nodo de activación y desactivación de la ventosa fue muy útil para no realizarlo manual y ya quedé dentro del flujo de tal manera que no hace falta intervención humana.
- Se recomienda primero ejecutar en modo home desde el Dobot Panel antes de iniciar el flujo.
- Se recomienda calibrar la cámara siempre antes de iniciar el flujo.
- Se recomienda verificar que los blobs están siendo correctamente identificado por Blob Analysis ya que estos son los que mientras mayor precisión tengan, mejor será la precisión de Dobot.

9. BIBLIOGRAFÍA

VII. PRESUPUESTO

El presupuesto destinado para el desarrollo del presente proyecto fue cubierto íntegramente por los autores. Únicamente se consideraron las horas de ingeniería, valorizadas en \$3,00 por hora, dedicadas a la programación y simulación del sistema. Los precios del hardware y software son solo valorativos, es decir no representaron gastos, ya que todos los productos, accesorios y licencias necesarios fueron proporcionados por la Universidad Politécnica Salesiana, tal como se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4

Presupuesto del proyecto

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
Horas de Ingeniería	100	\$3.00	\$300.00
Dobot Magician	1	\$1,695.00	\$1,695.00
Placa base de visión (baseboard)	1	\$50.00	\$50.00
Tableros de calibración	1	\$25.00	\$25.00
Cámara industrial HD	1	\$300.00	\$300.00
Lente de cámara (12mm)	1	\$60.00	\$60.00
Soporte de cámara	1	\$40.00	\$40.00
Fuente de iluminación LED	1	\$90.00	\$90.00
Adaptador de corriente	1	\$35.00	\$35.00
Paquete de herramientas y cables	1	\$25.00	\$25.00
Pendrive con licencias (estimado)	1	\$50.00	\$50.00
Total			2,670.00

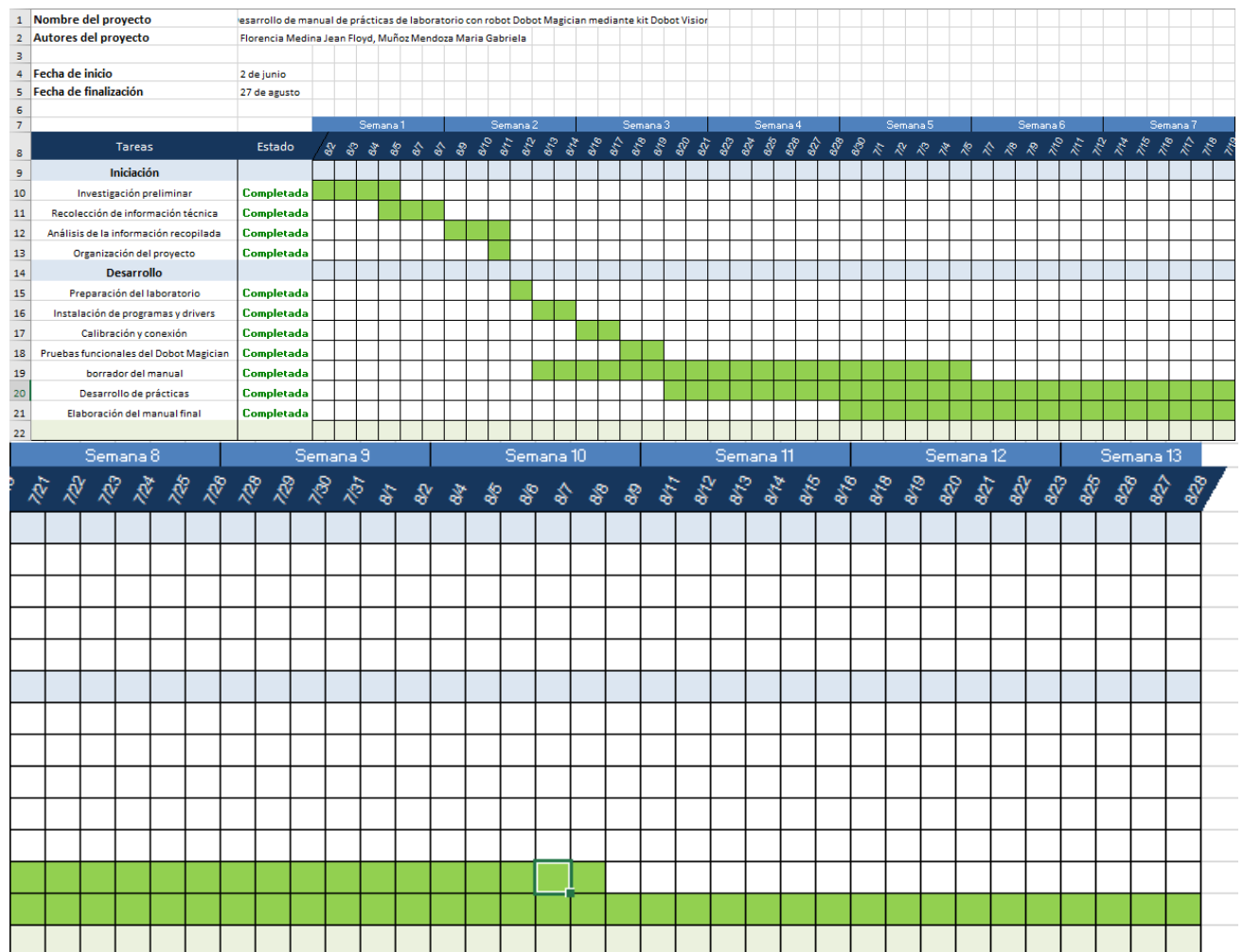
Nota. El presupuesto es una estimación valorativa del costo del Dobot Magician y el kit de visión artificial.

VIII. CRONOGRAMA

El cronograma de actividades para el desarrollo del proyecto de titulación, con una duración aproximada de 19 semanas ver Figura 143, abarca el periodo académico 66, comprendiendo las labores desde noviembre hasta diciembre. Este plan establece las etapas y tiempos necesarios para la ejecución ordenada y eficiente de cada fase del proyecto.

Figura 134

Cronograma de Actividades



IX. CONCLUSIONES

El desarrollo del manual de prácticas de laboratorio con el robot Dobot Magician y el kit Dobot Vision permitió disponer de una herramienta didáctica eficaz para la enseñanza de robótica y visión artificial en entornos académicos. La integración de hardware y software facilitó la comprensión de conceptos como instalación de controladores, programación de rutinas y procesamiento digital de imágenes, lo que fortaleció el aprendizaje mediante experiencias directas con tecnologías de automatización.

Los resultados alcanzados durante la experimentación validaron la eficacia del manual como herramienta de apoyo en el aprendizaje práctico. La precisión obtenida en los movimientos cartesianos evidenció la confiabilidad del robot en tareas repetitivas, mientras que el alto porcentaje de aciertos en el reconocimiento de colores demostró la solidez del sistema de visión bajo condiciones controladas. Además, la reducción de errores en la manipulación inicial reflejó la utilidad de los procedimientos estandarizados, lo que confirma que la aplicación del manual contribuye directamente a mejorar el rendimiento académico y a optimizar el uso del tiempo en el laboratorio.

Asimismo, el trabajo evidenció la importancia de contar con metodologías estandarizadas que garanticen la reproducibilidad de las prácticas en distintos contextos académicos. El manual elaborado no solo constituye un recurso técnico, sino también una guía estructurada que puede adaptarse a nuevas versiones de software y hardware, asegurando su vigencia a futuro. Con ello, se contribuye a la consolidación de competencias prácticas en los estudiantes, fortaleciendo la vinculación entre teoría y aplicación real en laboratorios de automatización y control.

X. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una verificación previa de los puertos USB, cables y conexiones del robot Dobot Magician y del kit Dobot Vision antes de iniciar cada práctica, garantizando que todos los dispositivos sean reconocidos por el sistema. Asimismo, es fundamental mantener actualizados los controladores del robot y la cámara industrial, en especial el driver USB 3.0, ya que estos aseguran la transferencia de datos estable y la compatibilidad del sistema de visión. También se aconseja ejecutar pruebas de calibración antes de cada sesión, para optimizar la captura y procesamiento de imágenes en tiempo real.

Otra recomendación a futuro es ampliar el manual con prácticas enfocadas en aplicaciones industriales, tales como clasificación de piezas en movimiento o integración con sistemas de IoT para monitoreo remoto. Para esto, se requiere mayor tiempo de investigación y pruebas en laboratorio, así como la actualización constante de software y hardware. De esta manera, el manual no solo cubriría la enseñanza de fundamentos, sino que evolucionaría hacia un recurso de innovación tecnológica para la formación de profesionales en automatización y control.

Finalmente, se sugiere implementar un plan de mantenimiento preventivo tanto para el robot como para el sistema de visión, que incluya la limpieza periódica de lentes y sensores, la revisión del estado de las ventosas y actuadores, y la verificación de la alineación mecánica del brazo robótico. Con estas medidas se prolonga la vida útil del equipo, se reduce la probabilidad de fallas durante las prácticas y se asegura la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en condiciones óptimas.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Cornejo, & Reyes. (2025). Obtenido de Desarrollo de Manual de Prácticas de Laboratorio para el Robot DOBOT MAGICIAN: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/30225>
- ShenZhen Yuejiang Technology. (2022). Obtenido de <https://dobot.com.mx/assets/download/vision-kit/DobotVisionStudio-User-Guide-en-V4.1.2.pdf>
- Fernández, Flores, & Muñoz. (2020). Obtenido de Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM: <https://www.redalyc.org/journal/920/92065360002/html/>
- Murcia. (2017). Obtenido de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):: <https://revistas.um.es/rie/article/view/246811>
- PRISA. (2025). Obtenido de Los centros de la Región serán los primeros de España en impartir el programa 'Escuela 4.0' de pensamiento computacional, programación y robótica: <https://cadenaser.com/murcia/2024/12/16/los-centros-de-la-region-seran-los-primeros-de-espana-en-impartir-el-programa-escuela-40-de-pensamiento-computacional-programacion-y-robotica-radio-murcia/>
- Siciliano, & Khatib. (2016). Obtenido de Springer Handbook of Robotics: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-32552-1>
- EL UNIVERSO. (2025). Obtenido de El robot humanoide más avanzado del mundo: <https://www.eluniverso.com/larevista/tecnologia/conoce-a-ameca-el-robot-humanoide-mas-avanzado-del-mundo-que-se-cansa-de-mostrar-a-las-personas-lo-que-puedo-hacer-nota/>
- Kai, Guo-Yuan, Lan-Zi, Shi-Hua, & Jian-Wen. (2023). Obtenido de The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/5/4637>
- EDS ROBOTICS. (2020). Obtenido de ¿Qué es y cómo funciona un brazo robótico?: <https://www.edsrobotics.com/blog/brazo-robotico/>
- Groover. (2020). Obtenido de automation_production_systems_and_computer_integra: https://www.pearson.com/en-us/search.html?q=automation_production_systems_and_computer_integra
- TECNOLÓGICO, C. (2022). Obtenido de DOBOT MAGICIAN ES UN BRAZO ROBÓTICO EDUCATIVO: <https://camptecnologico.com/dobot-magician/>
- Sproutmation. (2023). Obtenido de Desktop Robotic Arm with Suction Cup: <https://www.sproutmation.com/shop/p/dobot-magician>
- Funduino. (2022). Obtenido de Bomba de vacío para DOBOT Mago: <https://funduinoshop.com/es/robotica/brazos-roboticos-dobot/accesorios-para-dobot-mago/bomba-de-vacio-para-dobot-mago>

- TECHY. (2022). Obtenido de Magician: <https://www.techy.co.th/dobot/magician/magician-specs/?utm>
- Muzix. (2025). Obtenido de Educational Robot Arm. Especificaciones técnicas: <https://www.muzix.eu/DOBOT/Robotic/DBT-MAG-EDU/DOBOT-MAGICIAN-EDU-Educational-Robot-Arm-for-Teaching-Learning-and-Modeling?utm>
- Botland. (2022). Obtenido de Dobot Magician Suction Cup: <https://botland.store/withdrawn-products/13885-dobot-magician-suction-cup-5904422321659.html>
- Robotics, D. (2023). Obtenido de Vision Kit: <https://es.dobot-robots.com/ecosystem/accessories/700.html>
- Robotics, A. (2023). Obtenido de Kit de visión: <https://artilrobotics.com/producto/kit-de-vision>
- Kit, D. V. (2024). Obtenido de Download Center - User Manual: https://www.dobot-robots.com/service/download-center?utm_source
- Intel Corporation. (2019). Obtenido de USB 3.0: A Brief Overview: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/network-io.html>
- Kaehler, A., & Bradski, G. (2008). *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books/about/Learning_OpenCV.html?id=seAgiOfu2EIC&redir_esc=y
- Cursor. (2025). *Cursor*. Obtenido de <https://cursor.com/>
- Drake, F. L., Jr., & Van Rossum, G. (2011). *The Python Language Reference Manual*. Obtenido de <https://wiki.python.org/moin/ReferenceBooks>
- Microsoft. (2022). *Dynamic-Link Libraries*. *Microsoft Docs*. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/dlls/dynamic-link-libraries>
- Microsoft. (2025). *Serial Controller Driver Design Guide*. *Microsoft Learn*. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-hardware/drivers/serports/>
- Mesas, L. (2021). *PyDobot: Python library for Dobot Magician*. Obtenido de <https://github.com/luismesas/pydobot>
- Craig, J. J. (2005). *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. Obtenido de <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/introduction-to-robotics-mechanics-and-control/P200000003493/9780134794105>
- Panchal, R., & Panchal, S. (2014). *Serial Communication Protocols: A Brief Review*. Obtenido de <https://doi.org/10.5120/17046-7137>
- Overflow, S. (2018). *definition of error rate in classification and why some researchers use error rate instead of accuracy*. Obtenido de <https://stackoverflow.com/questions/52865390/definition-of-error-rate-in-classification-and-why-some-researchers-use-error-ra>

- Britannica. (2025). *RGB color model*. Obtenido de <https://www.britannica.com/science/RGB-color-model>
- Topics, S. (2024). *Region of Interest in Computer Vision*. Obtenido de <https://www.scaler.com/topics/region-of-interest-opencv/>
- Mux. (2023). *What is Frame*. Obtenido de <https://www.mux.com/video-glossary/frame>
- Encord. (2023). *Image Thresholding in Image Processing*. Obtenido de <https://encord.com/blog/image-thresholding-image-processing/>
- Analytics, N. (2025). *Camera Calibration Essentials*. Obtenido de <https://www.numberanalytics.com/blog/ultimate-guide-camera-calibration-computer-graphics>
- Corporation, P. (2025). *Dobot Vision Kit user guide*. Obtenido de https://www.pololu.com/product/5401?utm_source=chatgpt.com
- DOBOT. (2017). Obtenido de Dobot Magician User Guide: https://www.generationrobots.com/media/Dobot-Magician-User-Manual-V1.2.4.pdf?srsId=AfmBOooFloJL-5a7cV-T_K5H81VGITpbUGgg4yi2gx8iH_5L90PIDVn
- MDPI. (2023). *Sieve Search Centroiding Algorithm for Star Sensors*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/6/3222>
- Robert M. Haralick, Stanley R. Sternberg, & Xinhua Zhuang. (1987). *Image Analysis Using Mathematical Morphology*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/4767941/authors#authors>
- Haralick, R. M., Sternberg, S. R., & Zhuang, X. (1987). *Image analysis using mathematical morphology*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21869411/>
- K A M Said, & A B Jambek. (2021). *Analysis of Image Processing Using Morphological Erosion and Dilation*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2071/1/012033>
- K. Sreedhar, & B. Panlal. (2012). *Enhancement of Images using Morphological Transformation*. Obtenido de https://arxiv.org/abs/1203.2514?utm_source=chatgpt.com
- R M Haralick, & S R Sternberg, X Zhuang. (1987). *Image analysis using mathematical morphology*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21869411/>
- Mary L. Comer, & Edward J. Delp . (1997). *Morphological operations*. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-5779-1_11?utm
- Support, C. (2023). *Image Buffers – In-Sight Spreadsheet*. Obtenido de https://support.cognex.com/docs/is2d_2310/web/EN/InSight_Sheet/Content/Topics/Spreadsheet/usp_image_buffers.htm?TocPath=Getting+Started+with+In-Sight+Spreadsheet%7CDevice+Management%7C_____4&utm

- UPTIMEFAB. (2020). *Dobot Vision Kit*. Obtenido de <https://uptimefab.com/2020/10/17/dobot-vision-kit-review/?utm>
- Vision, A. (2025). *Blob Analysis*. Obtenido de https://docs.adaptive-vision.com/current/studio/machine_vision_guide/BlobAnalysis.html?utm
- Masatoshi Ishikawa, Takashi Komuro, & Yoshihiro Watanabe. (2007). *955-fps Real-time Shape Measurement of a Moving/Deforming Object using High-speed Vision for Numerous-point Analysis*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/224705620_955-fps_Real-time_Shape_Measurement_of_a_MovingDeforming_Object_using_High-speed_Vision_for_Numerous-point_Analysis?utm=
- Gregory Wornell, Gauri Joshi, & Yuval Kochman. (2014). *The Effect of Block-wise Feedback on the Throughput-Delay Trade-off in Streaming*. Obtenido de <https://arxiv.org/abs/1403.0259?utm>
- Zacchello, M. (2023). *What is Latency, and How Can You Address It?* Obtenido de <https://blog.equinix.com/blog/2023/03/01/what-is-latency-and-how-can-you-address-it/?utm>
- MATLAB. (2023). *What Is MATLAB?* Obtenido de <https://www.mathworks.com/discovery/what-is-matlab.html?utm=>