



# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Instituto de Tecnologías

Programa de Especialización Tecnológica  
en Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones

Seminario de Graduación  
"Robots Manipuladores"

**"Clasificador de Objetos por Reflectividad"**

**TESINA DE SEMINARIO**

Previa a la obtención del título de  
**Licenciado en Controles Industriales**

**PRESENTADO POR:**

Gonzalo Loor Constante  
José Véliz Benítez

**Guayaquil - Ecuador**

**2010**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**

**Programa de Especialización Tecnológica  
en Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones**

**Seminario de Graduación  
"Robots Manipuladores"**

**"CLASIFICADOR DE OBJETOS POR REFLECTIVIDAD"**

**TESINA DE SEMINARIO**

**Previa a la obtención del Título de  
LICENCIADO EN CONTROLES INDUSTRIALES**

**Presentado por**

**Gonzalo Loor Constante  
José Véliz Benites**

**Guayaquil - Ecuador  
2010**



# AGRADECIMIENTO

MSc. Eloy Moncayo, Coordinador del PROTEL por la oportunidad brindada a los Tecnólogos de las distintas especialidades, para la obtención de un título de tercer nivel en Licenciaturas aportando de esta manera a nuestro desarrollo personal y aportación a la productividad del País.

# DEDICATORIA

A nuestros padres que con su esfuerzo diario logran asentar nuestro espíritu de desarrollo intelectual hacia un mejor mundo globalizado que avanza a paso agigantado.

A nuestros profesores que imparten sus conocimientos en las aulas de clases entregando un valioso legado aplicado al desarrollo industrial y tecnológico, dentro del marco de respeto ecológico.

# TRIBUNAL DE SUSTENTACION



Eloy Moncayo Triviño, MSc.

Profesor de Seminario de Graduación



Camilo Arellano Arroba, Lcdo.

Profesor Delegado del Director de INTEC

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta tesina de seminario, me corresponden exclusivamente: y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

  
Gonzalo Loo Constante

  
José Véliz Benites



## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal solucionar los problemas de selección en una línea de producción y ahorrar tiempo y espacio de maquinarias para productos o artículos en proceso de calidad final, ya que puede clasificar los objetos por color y reclasificarlo para sus respectivos embalajes y/o distribución siguiente dentro del proceso.

La alta demanda de varios productos o artículos exige utilizar varias líneas de transporte en la parte final del proceso rezagándolos en varias líneas seleccionando el producto por marca o etiqueta, este proyecto se enfoca a minimizar los procedimientos a una sola línea de salida, con ayuda del brazo Robocell, que los toma en su tenazas y luego los acerca a su sensor fotoeléctrico, quien reacciona su contacto a distancias predefinidas por los colores reflectivos.

Como prerrequisito necesario los artículos deben tener una misma geometría y ser homogéneos en su estructura para evitar la deformación al momento de ser tomados para su respectiva evaluación. El proceso se tornaría un poco lento por la velocidad del brazo robot, pero podría tener una alta eficiencia al sumar varios elementos robóticos en la misma línea de salida.

El proyecto abarca el aprendizaje del manejo del software y la respectiva programación según sea la aplicación a ejecutarse, es parte del proceso de aprendizaje durante un largo periodo en clases; es también una solución industrial necesaria hoy en día por el grado contaminación de ruidos emitidos por elementos electromecánicos.

Como información resumida final, el proyecto fue analizado y ejecutado en laboratorio, como parte de una simulación ejecutada frente a jurado calificador, actualmente la industria ecuatoriana está incursionando en el mundo robótico rápidamente, por lo cual demanda profesionales con perfiles idóneos para la aplicación del futuro La Robótica.



DIRECCIÓN  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS

## INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERAL .....	I
INTRODUCCION .....	II
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	III
CAPITULO 1	
Historia de la Robótica.	
1.1 Breve historia de la Robótica.....	9
1.2 Aplicación en diversas áreas.....	9
CAPITULO 2	
Característica del Sistema Robótico Scorbot	
2.1 Características del brazo robot Scorbot-ER 4u.....	10
2.2 Características del controlador USB.....	11
2.3 Características de los accesorios.....	12
2.4 Ambiente de programación.....	12
CAPITULO 3	
Introducción a la Reflexión	
3.1 Introducción.....	13
3.2 Ley de reflexión.....	13
3.3 Reflexión especular.....	13
CAPITULO 4	
Clasificador por Reflectividad	
4.1 Objetivo.....	14
4.2 Configuración de los componentes.....	14
4.3 Secuencia del proceso.....	15
4.4 Programa.....	15
4.5 Tabla de Posiciones.....	17
4.6 Tabla de Conexiones.....	18
4.7 Diagrama de flujo.....	19
CONCLUSIONES.....	20
RECOMENDACIONES.....	21



BIBLIOTECA  
DE ESCUELAS TECNOLÓGICAS



## INTRODUCCION

La presente aplicación es un "Clasificador por reflectividad de objetos" y tiene por objetivo demostrar una de las aplicaciones de secuencia continua del brazo Robocell dentro de la industria. Además es una programación desarrollada en laboratorio con ayuda del software, simulada con objetos en forma de cubos de distintos colores que son recibidos luego de resbalar por una rampa y activar el sensor final de carrera que envía la señal para iniciar la secuencia del robot, tomando en primera acción en sus tenazas el objeto y acercándolo a varias distancias de un sensor fotoeléctrico que se activa a diferentes distancias según el grado de reflexión de cada color, clasificándolo y ubicándolo dentro de unas cajas que se asemejan a un embalaje final.

Para la evaluación de detección del sensor fotoeléctrico por color se realiza la reflexión de cada color en función a la distancia a la que se expone del sensor, el cual activa este elemento electrónico y se los compara con la hoja técnica considerando un promedio, luego estos valores son considerados al momento de realizar la programación, la prueba es realizada en vacío para evitar posibles riesgos.

En el capítulo uno se detalla una breve descripción de la historia de la robótica en el tiempo y sus diferentes aplicaciones en varias ramas de la industria de ensamblaje, farmacéutica etc. El capítulo dos trata de enfocar el desarrollo utilizado para la programación de la secuencia del robot y diferentes aplicaciones utilizadas en proyectos distintos. El capítulo tres redacta la aplicación de la reflectiva así como sus leyes utilizada para reconocer objetos por sus colores.



## CAPITULO 1

### HISTORIA DE LA ROBÓTICA.

#### 1.1 Breve historia de la robótica.

Por siglos el ser humano ha construido máquinas que imiten las partes del cuerpo humano. Durante los siglos XVII y XVIII en Europa fueron construidos muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots.

En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos. Una serie de levas se utilizaban como 'el programa' para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar. Hubo otras invenciones mecánicas durante la revolución industrial, creadas por mentes de igual genio, muchas de las cuales estaban dirigidas al sector de la producción textil. Entre ellas se puede citar la hiladora giratoria de Hargreaves (1770), la hiladora mecánica de Crompton (1779), el telar mecánico de Cartwright (1785), el telar de Jacquard (1801), y otros.

El desarrollo en la tecnología, donde se incluyen las poderosas computadoras electrónicas, los actuadores de control retroalimentados, transmisión de potencia a través de engranes, y la tecnología en sensores han contribuido a flexibilizar los mecanismos autómatas para desempeñar tareas dentro de la industria. Son varios los factores que intervienen para que se desarrollaran los primeros robots en la década de los 50's. La investigación en inteligencia artificial desarrolló maneras de emular el procesamiento de información humana con computadoras electrónicas e inventó una variedad de mecanismos para probar sus teorías.

#### 1.2 Aplicaciones en diversas áreas.

Los robots son utilizados en una diversidad de aplicaciones, desde robots tortugas en los salones de clases, robots soldadores en la industria automotriz, hasta brazos tele operados en el transbordador espacial.

Cada robot lleva consigo su problemática propia y sus soluciones afines; no obstante que mucha gente considera que la automatización de procesos a través de robots está en sus inicios, es un hecho innegable que la introducción de la tecnología robótica en la industria, ya ha causado un gran impacto. En este sentido la industria Automotriz desempeña un papel preponderante.

Es necesario hacer mención de los problemas de tipo social, económicos e incluso político, que puede generar una mala orientación de robotización de la industria. Se hace indispensable que la planificación de los recursos humanos, tecnológicos y financieros se realice de una manera inteligente.



## CAPITULO 2

### CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ROBÓTICO SCORBOT

#### 2.1 Características del brazo robot Scorbot-ER 4u

Este robot es una herramienta versátil para el aprendizaje. El modelo Scorbot-ER 4u ha sido utilizado como medio introducido para los principiantes en la formación de los conocimientos de robótica. «Su estructura de carcasa abierta, su software fácil de programar y la posibilidad de controlar el robot de forma sencilla a través de una interfaz USB, convertirán en poco tiempo a sus estudiantes en unos expertos en el manejo de robots.

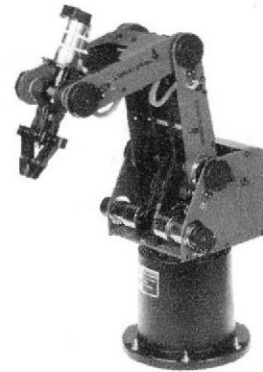


Fig. 1. Robot Scorbot ER 4u

El Scorbot-ER 4u es robot articulado vertical, similar a un brazo, con 6 articulaciones para su movimiento, que se describen en la siguiente tabla:

No. del eje	Nombre articulación	Movimiento	No. del motor
1	Base	Rota el cuerpo	1
2	Hombro	Levanta y baja el ante brazo	2
3	Codo	Levanta y baja el brazo	3
4	Elevación	Levanta y baja la pinza	4 + 5
5	Giro	Gira la pinza	4 + 5
6	Pinza	Abre y cierra la pinza	6

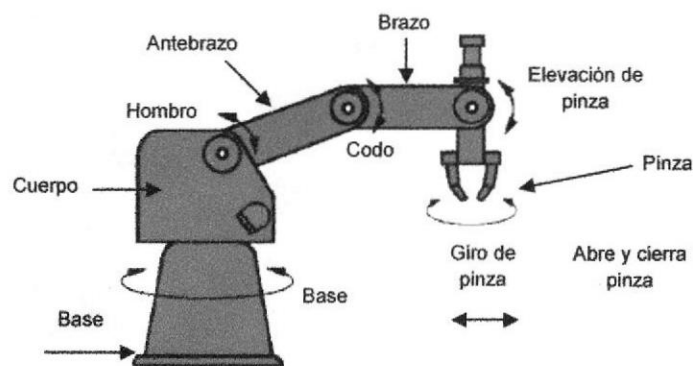


Fig. 2. Robot Scorbot ER 4u Componentes

Las especificaciones técnicas del brazo robot Scorbot ER 4u son:

- Estructura mecánica: articulación vertical, carcasa abierta
- Número de ejes: 5 + pinza (se puede considerar 6 ejes)
- Capacidad de carga: 2.1 Kg.
- Movimiento de los ejes
  - Eje 1 (Base): 310°
  - Eje 2 (Brazo inferior): +130° / -35°
  - Eje 3 (Brazo superior): ±130°
  - Eje 4 (Elevación de pinza): ±130°
  - Eje 5 (Giro de pinza): ±570°
- Radio de alcance: 610mm (con pinza)
- Velocidad: 700 mm/sec
- Repetibilidad: +/- 0,18 mm
- Pinza: servo motor de cd, 2 pinzas paralelas
- Accionadores: 12 Vcd servo motor
- Transmisión: engranajes, correas, husillo madre
- Sistema información de posición: codificador óptico incremental
- Peso: 10,8 kg
- Temperatura de operación: 2° a 40° C

## 2.2 Características del Controlador-USB

El Controlador-USB es parte del sistema robótico Scorbot que sirve para operar el brazo robot y algunos accesorios. Se lo conecta a un computador vía conector USB. Posee una fuente de alimentación que suministra los 24 Vcd para los motores del brazo robot, y dos conexiones adicionales (eje 7 y eje 8) para los motores de dos accesorios.

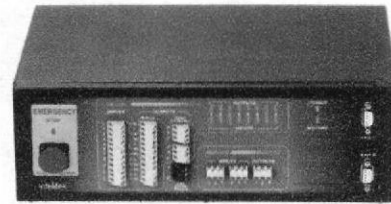
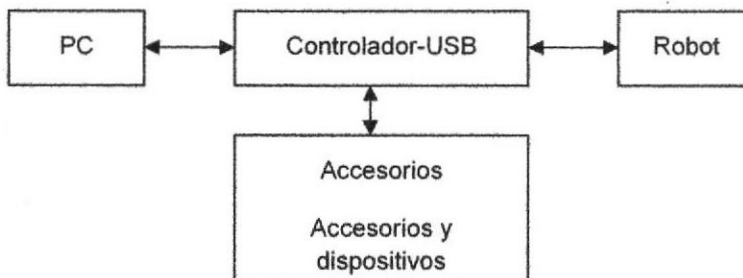


Fig. 3. Controlador USB

Además, posee puertos de entrada y salida, digital y análoga, para conectarse a los accesorios adicionales como sensores, interruptores, actuadores, transmisores, etc.

El siguiente diagrama de bloques presenta la conexión del Controlador-USB:



## 2.3 Características de los accesorios

### Base lineal de 1m

La base lineal de 1m es un dispositivo que permite ampliar el campo de acción del brazo robot. El brazo robot va montado sobre este accesorio. Tiene un cable de comunicación con conector DB9 que se conecta al eje 7 de entrada del Controlador USB a fin de manipular los motores que producen el desplazamiento horizontal del brazo.

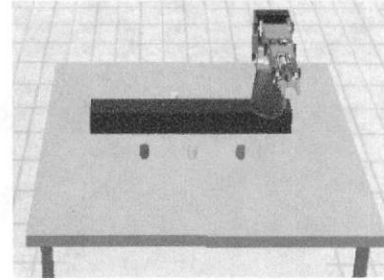


Fig. 4. Base Lineal

### Alimentador por gravedad

Este accesorio suministra objetos por acción de la gravedad. Tiene un micro-interruptor que indica al Controlador-USB (mediante una de sus entradas digitales) que un objeto está en posición para ser manipulado.

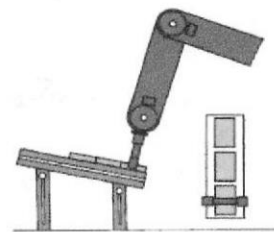


Fig. 5. Alimentador por gravedad

## 2.4 Ambiente de programación

SCORBASE es un programa empleado para programar y operar el brazo robot Scorbot-ER 4u y sus accesorios. El ambiente de programación es muy sencillo y amigable, similar a las aplicaciones para Windows. Por lo general se encuentra una pantalla que muestra los siguientes elementos:

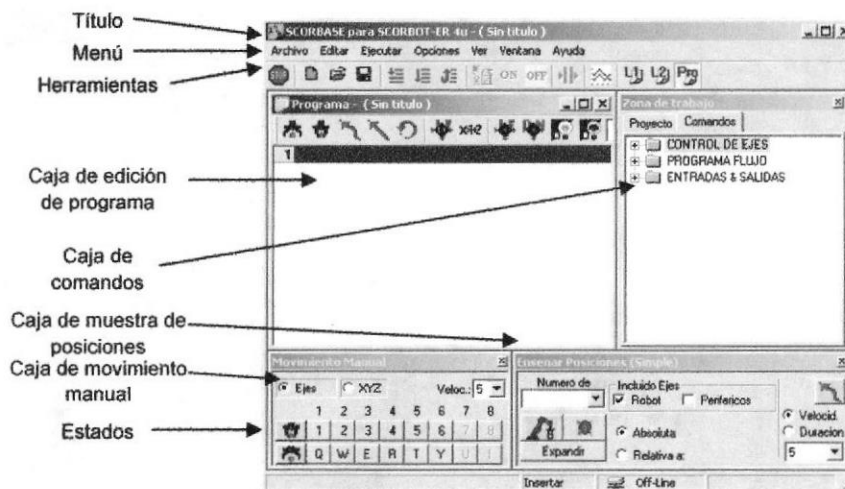


Fig. 6. Ambiente de Programación

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CALABAZAR

## CAPITULO 3

### INTRODUCCION A LA REFLEXION

#### 3.1 Introducción.

La reflexión de la luz es un fenómeno óptico de gran importancia. La reflexión de la luz, hace posible el que podamos percibir muchos de los objetos a nuestro alrededor.

#### 3.2 Ley de reflexión

El rayo de luz que incide sobre una superficie, se describe por el ángulo que forma respecto a la normal. La línea normal, es una línea perpendicular a la superficie reflexiva. Al rayo que incide lo llamamos rayo incidente (R I), mientras que al ángulo que se forma respecto a la normal lo llamamos ángulo incidente ( $\theta$  I). AL igual que el rayo incidente, el rayo de luz reflejado se puede describir por el ángulo que forma respecto a la normal. A este rayo lo llamamos rayo reflejado (R R), mientras que al ángulo le llamamos ángulo reflejado ( $\theta$  R).

#### 3.3 Reflexión especular

Cuando rayos paralelos inciden sobre una superficie lisa, los rayos reflejados serán paralelos entre sí. A este tipo de reflexión le conocemos como reflexión especular. El resultado de la reflexión especular es la formación de una imagen clara del objeto que se refleja.

Si por el contrario, los rayos paralelos inciden sobre una superficie irregular, entonces los rayos reflejados por la superficie no serán paralelos entre sí. El resultado será una imagen borrosa. A este tipo de reflexión lo llamamos reflexión difusa.

Mencionamos inicialmente que la reflexión es responsable de que veamos los objetos a nuestro alrededor. Esto, debido a que todas las superficies tienen la capacidad de reflejar en algún grado la luz que incide sobre ellos, con la excepción de los objetos negros. Cuando la luz incide sobre la superficie de los objetos que nos rodean, estos reflejan la luz. Esta luz reflejada, llega a nuestros ojos, haciendo posible el que percibamos la presencia de los objetos.

Los objetos negros, absorben la luz que incide sobre ellos, por lo que llega la luz hasta nuestros ojos desde ellos. Ante la ausencia de luz, nuestro cerebro lo interpreta como negro. El negro no es un color; es ausencia de luz. Por eso al entrar a una habitación totalmente oscura, todos los objetos aparentan ser negros.



## CAPITULO 4

### CLASIFICADOR POR REFLECTIVIDAD

#### 4.1 Objetivos:

1.- Desarrollar un programa empleando el robot Scorbot ER 4u para que realice la clasificación de objetos de distinto color y los ubique en depósitos individuales.

2.- Emplear el sensor de reflectividad para que detecte objetos de tres colores diferentes

#### Equipos a usarse:

- 1.- Brazo robótico Scorbot ER 4u
- 2.- Cubos de diferentes colores: blanco, azul, rojo
- 3.- Depósitos de objetos para cada color
- 4.- Sensor de reflectividad, (sensor difuso) modelo CY-22 6E0Z
- 5.- Alimentador por gravedad.

#### 4.2 Configuración de los componentes

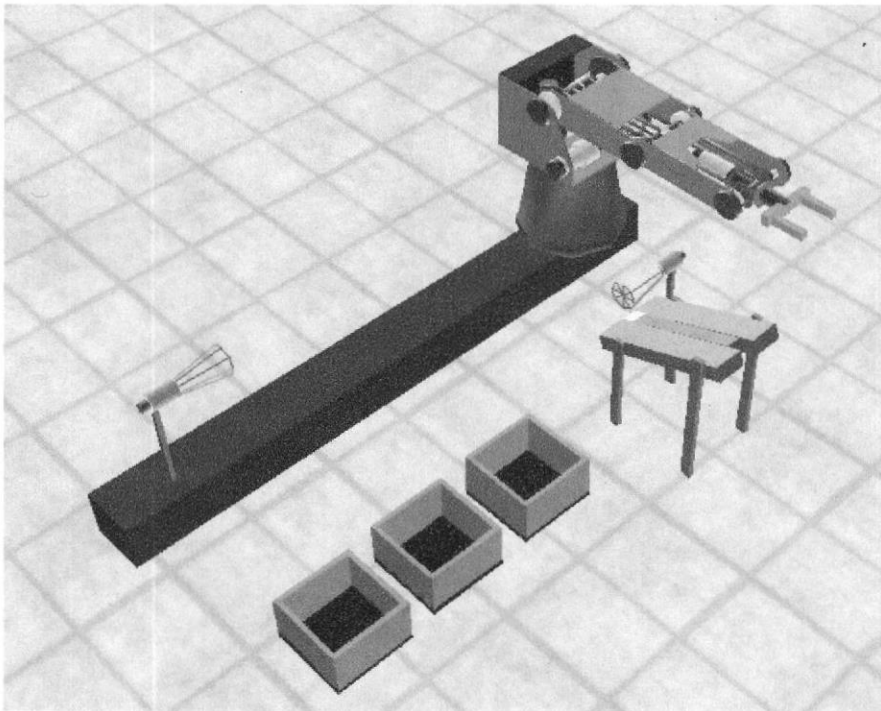


Fig. 7. Configuración de los Componentes

#### 4.3 Secuencia del proceso



### 4.3 Secuencia del proceso

Las etapas del programa están clasificadas en tres secuencias como se describe a continuación:

1.- Etapa de recepción del objeto, donde el programa recepta la presencia del objeto en el alimentador por gravedad, luego de activarse el sensor tipo bigote que envía la señal discreta al controlador USB, para cumplir la condición de arranque el brazo robot debe estar en posición de reposo o cero. Una vez cumplidas las fases anteriores o condiciones, la programación desarrollada en el software da el permisivo para arrancar la primera secuencia, que consiste en tomar el objeto con las tenazas y llevarlo a la siguiente etapa del proceso.

2.- Etapa de reconocimiento por reflectividad, donde el robot acerca el objeto hasta el sensor en tres distancia preestablecidas en laboratorio, cada distancia esta concebida para que según el color del objeto se active el sensor, una vez activado el sensor este reconoce la posición donde debe ubicarlo, por programación se ha establecido tres diferentes depósitos cada deposito representa el color que detecto el sensor.

3.-Etapa de ubicación del objeto, consiste finalmente en colocar el objeto en el depósito correcto clasificándolo por el color, una vez terminada esta etapa el programa corre nuevamente la secuencia para iniciar una nueva selección.

### 4.4 Programa

Desactiva Salida 6

Activa Salida 5

INICIO:

Ir a la Posición 10 velocidad. 5

Abrir Pinza

ALIMENTADOR:

Si Entrada 5 Off salta a ALIMENTADOR

Ir a la Posición 7 velocidad. 5

Cerrar Pinza

Ir a la Posición 8 velocidad. 5

Ir a la Posición 9 velocidad. 5

Ir a la Posición 1 velocidad. 5

Espere 20 (10cent. de segundo)

Si Entrada 1 On salta a BLANCO

Ir a la Posición 2 velocidad. 5

Espere 20 (10cent. de segundo)

Si Entrada 1 On salta a ROJO

Ir a la Posición 3 velocidad. 5

Espere 20 (10cent. de segundo)

Si Entrada 1 On salta a AZUL





**BLANCO:**

Ir a la Posición 4 velocidad. 5

Abrir Pinza

Ir a la Posición 9 velocidad. 5

Salta a INICIO

**ROJO:**

Ir a la Posición 5 velocidad. 5

Abrir Pinza

Ir a la Posición 9 velocidad. 5

Salta a INICIO

**AZUL:**

Ir a la Posición 6 velocidad. 5

Abrir Pinza

Ir a la Posición 9 velocidad. 5

Salta a INICIO

**FINALIZAR:**

Desactiva Salida 5

Activa Salida 6

**4.5 Tabla de Posiciones**

● Posiciones - veliz-loor									
#	Coord.	Eje 1 X (mm)	Eje 2 Y (mm)	Eje 3 Z (mm)	Eje 4 Elev. pinza (grad)	Eje 5 Giro pinza (grad)	Eje 7 mm/grad	Eje 8 mm/grad	Tipo
1	Ejes	-0.51	-34.84	83.54	44.27	-94.23			Abs. (Ejes)
	XYZ	335.70	-2.97	164.43	-92.97	-94.23			
2	Ejes	-2.29	-34.89	83.52	44.37	-96.06			Abs. (Ejes)
	XYZ	335.44	-13.42	164.73	-93.01	-96.06			
3	Ejes	-11.21	-33.85	81.14	45.76	-104.98			Abs. (Ejes)
	XYZ	335.22	-66.45	164.96	-93.05	-104.98			
4	Ejes	14.69	11.78	44.83	36.44	-79.03			Abs. (Ejes)
	XYZ	334.93	87.83	-25.43	-93.05	-79.03			
5	Ejes	1.66	9.76	50.56	32.69	-92.04			Abs. (Ejes)
	XYZ	335.47	9.74	-25.27	-93.01	-92.04			
6	Ejes	-11.21	10.75	47.55	34.68	-104.91			Abs. (Ejes)
	XYZ	335.23	-66.41	-25.04	-92.97	-104.91			
7	Ejes	-0.03	-20.04	83.17	0.42	0.65			Abs. (Ejes)
	XYZ	388.09	-0.19	97.78	-63.55	0.65			
8	Ejes	-0.03	-61.12	124.25	0.42	0.61			Abs. (Ejes)
	XYZ	287.20	-0.14	215.56	-63.55	0.61			
9	Ejes	-0.03	-70.28	123.56	10.27	0.61	-543.95	-0.05	Abs. (Ejes)
	XYZ	287.28	-0.14	250.07	-63.55	0.61	-543.95	-0.05	
10	Ejes	-0.03	-48.87	112.00	0.42	0.65	-1.41	0.00	Abs. (Ejes)
	XYZ	325.85	-0.16	188.49	-63.55	0.65	-1.41	0.00	

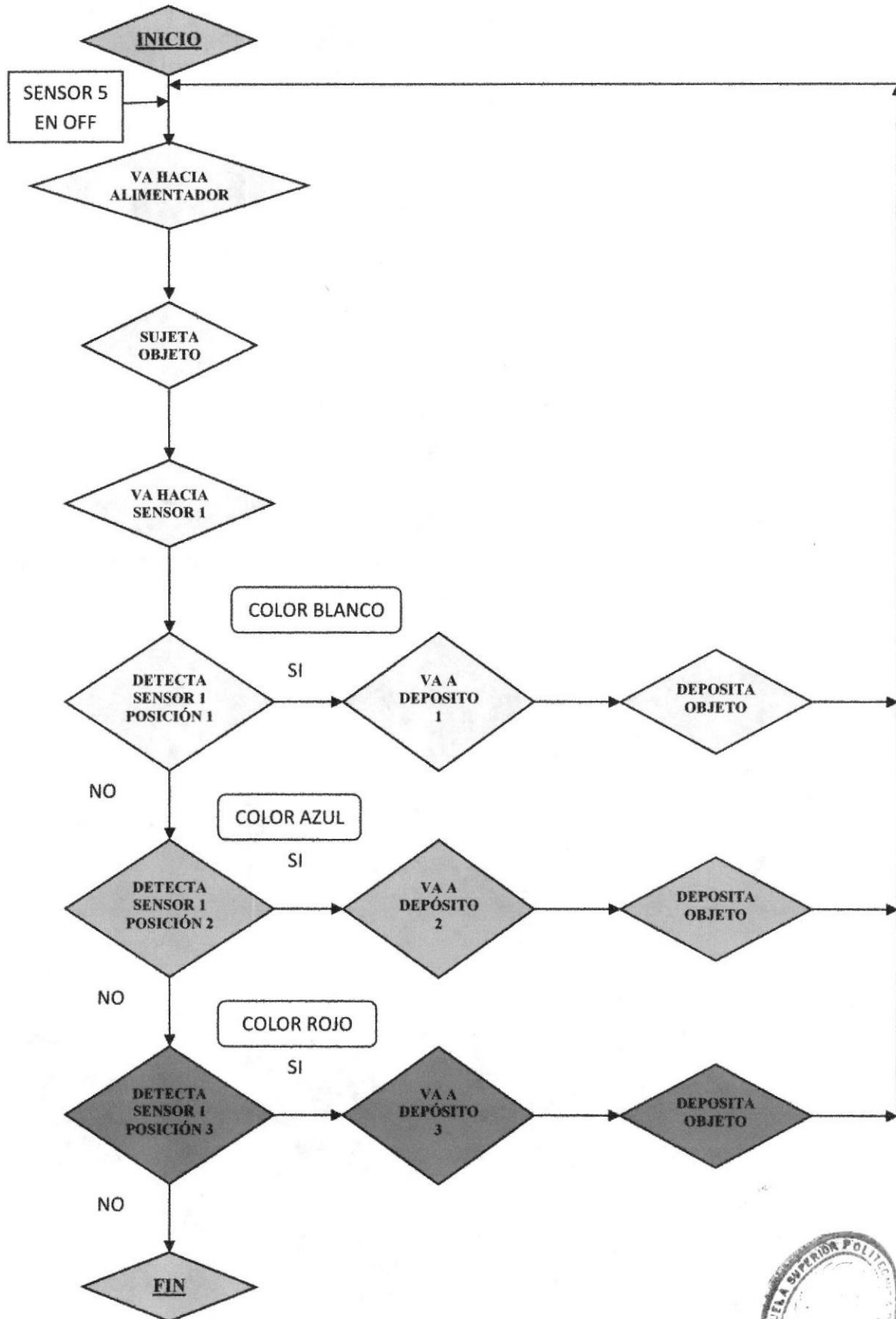


## 4.6 Tabla de Conexiones

ELEMENTO	CONEXIÓN	ACCION
SENSOR # 5 EN ALIMENTADOR POR GRAVEDAD	SEÑAL ENTRADA AL BRAZO ROBOTICO	ACTIVA SECUENCIA
SENSOR #1. DETECTOR POR REFLECTIVIDAD	SEÑAL DE ENTRADA EN POSICIÓN 1	SE ACTIVA AL COLOR BLANCO. BRAZO ROBOT UBICA CUBO EN DEPOSITO 1
SENSOR #1. DETECTOR POR REFLECTIVIDAD	SEÑAL DE ENTRADA EN POSICIÓN 2	SE ACTIVA AL COLOR ROJO. BRAZO ROBOT UBICA CUBO EN DEPOSITO 2
SENSOR #1. DETECTOR POR REFLECTIVIDAD	SEÑAL DE ENTRADA EN POSICIÓN 3	SE ACTIVA AL COLOR AZUL. BRAZO ROBOT UBICA CUBO EN DEPOSITO 3



## 4.7 Diagrama de flujo



## CONCLUSIONES

1.- El desarrollo de nuevas tecnologías robóticas aplicadas a la industria permite al estudiante tener una perspectiva de las nuevas tendencias para las aplicaciones industriales, desarrollando nuevos métodos de manufactura más eficientes que permitirán tener un criterio más acertado al momento de tomar decisiones.

2.- Esta aplicación está desarrollada en un proyecto real utilizado en producciones continuas de un mismo artículo en diferentes colores, claramente se puede observar en nuestra aplicación la importancia de un aumento de producción, con porcentajes de error 0%.



LA CA  
DE LAS AMÉRICAS

## RECOMENDACIONES

- 1.- Hoy en día muchas industrias invierte su dinero de utilidad en seguridad industrial, una recomendación es parametrizar estos sistemas de seguridad en laboratorio para evitar posibles lesiones en estudiantes a futuro, ya que por tratarse de una herramienta de aprendizaje estará expuesta a riesgo que luego pueden llegar a incidentes de mayor riesgo.
- 2.-Otro punto a considerar es adquirir la licencia del software para realizar la programación sin tener que recurrir a formatear las computadoras, por el hecho de perder información almacenada, como programas, etc.
- 3.- La oportunidad de conocer procesos reales que utilicen estos métodos de robótica permitiría al estudiante tener un mejor visión del alcance de esta apasionante materia.



LOGICAS