



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Tecnologías**

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

**Seminario de Graduación  
“ROBOTS MANIPULADORES”**

**"Identificación y transporte de cilindros acorde al color  
utilizando el Brazo Robot Scorbot-ER 4u"**

**TESINA DE SEMINARIO**

**Previa a la obtención del Título de  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA**

**Presentado por:  
Leonardo Morán Briones\_ Erwin Bustamante Araujo**

**Guayaquil - Ecuador  
Año 2010**

Luciano P  
30/11/2018

## AGRADECIMIENTOS

ESPOL-CIB  
INVENTARIO FÍSICO  
26 OCT 2018  
POR: *Luciano Pualta*

ESPOL-CIB  
INVENTARIO FÍSICO  
01 OCT 2019  
POR: *[Signature]*

Agradezco a Dios y a mi familia por haber conseguido este gran objetivo que me permitirá seguir creciendo y preparándome en el futuro. Fue para mi un orgullo haber elegido estudiar en la ESPOL, en el Instituto de Tecnologías, específicamente en PROTEL ya que a lo largo de mi formación humanística y profesional, siempre obtuve la mejor enseñanza y predisposición de parte de mis queridos profesores, y personal administrativo, los cuales llevaré en el corazón.

**Leonardo Morán Briones**

Agradezco primeramente a Dios y a mis padres. También a todos mis profesores y compañeros de quienes aprendí mucho.

**Erwin Bustamante Araujo**

## **DEDICATORIAS**

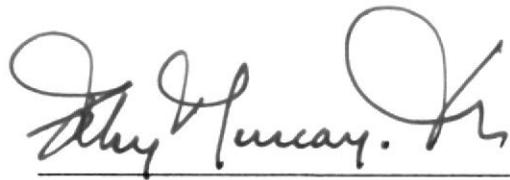
Dedico este logro a Dios y a mi familia quienes siempre estuvieron junto a mí en todo momento, también a todos mis profesores que contribuyeron a mi crecimiento tanto en el campo humanístico como profesional, los cuales fortalecieron con valores y conocimientos aun más mi formación, preparándome día a día para el futuro. Además al personal administrativo que siempre estuvo presto a colaborar en lo que necesitaba.

**Leonardo Morán Briones**

Este pequeño gran paso se lo dedico a Dios, a mis familiares que me han dado su apoyo incondicional durante todo este tiempo, también a las personas que confían en mí.

**Erwin Bustamante Araujo**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**



---

Eloy Moncayo Triviño, MSc.  
Profesor de Seminario de Graduación



---

Camilo Arellano Arroba, Lcdo.  
Profesor Delegado del Director de INTEC

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(REGLAMENTO DE GRADUACIÓN DE LA ESPOL)

Leonardo Morán B

Leonardo Miguel Morán Briones

Erwin Bustamante A.

Erwin Francisco Bustamante Araujo

## RESUMEN

El Robot Manipulador Scrobot-ER 4u ha sido utilizado para el traslado e identificación de pequeños cilindros de acuerdo a su color, (Amarillo, blanco y negro) desde una posición inicial hasta a una posición final, establecida en la mesa de experimentos. Para su implementación utilizamos principalmente el brazo robótico Scrobot-ER 4u, haremos uso específicamente de la mesa lineal para el traslado de los cilindros, pero antes pondremos los cilindros sobre una plataforma metálica que será nuestra posición de partida, También necesitamos de un sensor fotoeléctrico el cual proporcionará información acerca del color del cilindro dependiendo de la distancia, para una vez identificado, ser colocado en su respectiva posición sobre la mesa de experimentos la cual consta de micro-interruptores que nos harán saber que el objeto a llegado a su destino. Todo este proceso ha sido programado a través del software Scorbace, con el cual se establecieron las distintas posiciones y tareas asignadas al robot, más adelante se entrará en detalles.

**INDICE GENERAL**

Índice General	1
Índice de Figuras	2
Índice de Tablas	2
Introducción	3
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Problema a resolver</b>	
1.1 Descripción del proyecto	6
1.2 Objetivos del proyecto	7
1.3 Justificación del proyecto	7
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Programa solución</b>	
2.1 Configuración de componentes	8
2.2 Determinación de posiciones	9
2.3 Programa	10
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	14

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejes y movimientos del brazo robótico	4
Figura 2. Programa Scorbace	5
Figura 3. Cilindros de colores sobre la plataforma	6
Figura 4. Mesa de experimentos	7
Figura 5. Conexión del sensor y los micro-interruptores a las entradas digitales	8
Figura 6. Ubicación del robot y sus accesorios sobre la mesa de trabajo	9
Figura 7. Vista frontal del controlador USB	11
Figura 8. Diagrama de flujo	12
Figura 9. Programa hecho en Scorbace	13

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones Técnicas del Scorbace-ER 4u	3
Tabla 2. Especificaciones Técnicas del controlador	4
Tabla 3. Posiciones, instrucciones y coordenadas del brazo robot	9
Tabla 4. Explicación del programa	10

## INTRODUCCIÓN

Un brazo robot industrial es, por su propia naturaleza, un nuevo tipo de maquinaria que proporciona una flexibilidad doble:

- a) Flexibilidad mecánica, proporcionada por estar constituido por un sistema mecánico articulado que puede variar la posición de su extremo libre en el espacio, adoptando además una orientación espacial deseada.
- b) Flexibilidad de programación, debida a que su configuración espacial está controlada por un computador, y por lo tanto puede ser cambiada fácilmente con solo cambiar el programa.

Los beneficios que se obtienen al implementar un brazo robot de este tipo son:

- Reducción de la labor.
- Mejoramiento de la calidad.
- Disminución de pasos en el proceso de producción.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo, reducción de riesgos personales.
- Mayor productividad.
- Ahorro de materia prima y energía.

**Tabla 1.** Especificaciones Técnicas del Scorbot-ER 4u

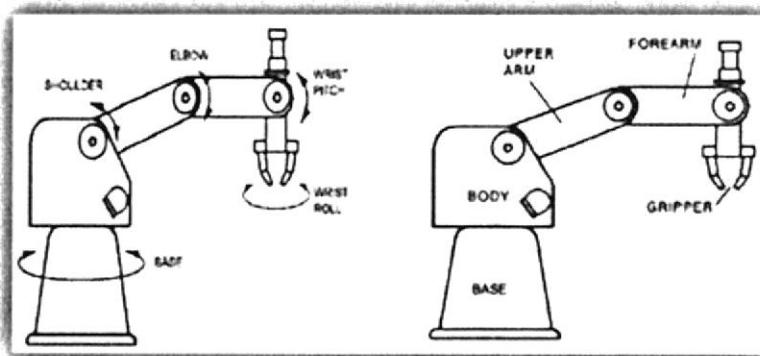
<b>Brazo Mecánico.</b>	
<b>Estructura mecánica:</b>	Articulación Vertical, carcasa abierta.
<b>Número de ejes:</b>	5 + pinza
<b>Capacidad de carga:</b>	2.1 Kg.
<b>Espacio de operación:</b>	E1: 360°
<b>Radio de alcance:</b>	610mm (con pinza)
<b>Velocidad:</b>	700 mm/seg.
<b>Repetitividad:</b>	+/- 0,18 mm
<b>Pinza:</b>	DC servo motor, 2 pinzas paralelas
<b>Accionadores:</b>	12 VDC servo motor
<b>Transmisión:</b>	Engranajes, correas, husillo madre
<b>Sistema información de posición:</b>	Codificador óptico incremental
<b>Peso:</b>	7 kg.

*ELAS*

**Tabla 2.** Especificaciones Técnicas del controlador

<b>Controlador.</b>	
<b>Microcontrolador:</b>	NEC V853 RISC 49-bit
<b>Interfaz:</b>	1 USB
<b>Entradas/Salidas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digital: 8 de casa</li> <li>• Analógico: 2 salidas</li> </ul>
<b>Control servo-eje:</b>	8, tiempo real, PID, PWM.
<b>Medidas seguridad:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruptor emergencia.</li> <li>• Protección cortocircuito.</li> <li>• Auto-off tras detección impacto.</li> <li>• Sobrecalentamiento.</li> <li>• Error en PC o pérdida conexión.</li> </ul>
<b>Control de trayectoria:</b>	Lineal, junta, circular.
<b>Software programación:</b>	SCORBASE.

El robot Scorbot-ER 4u es un sistema versátil y fiable para la educación. Este brazo robot se puede montar sobre una mesa o base lineal. Su velocidad y repetitividad lo hacen completamente adecuado tanto para su funcionamiento autónomo como para su uso integrado en aplicaciones de células de trabajo automatizadas tales como soldadura con robots, sistemas de visión, manejo de máquinas y otros sistemas. Este brazo robótico consta de 6 articulaciones de revolución (6 grados de libertad) para facilitar sus movimientos, esto le permite posicionarse en un amplio espacio de trabajo con una orientación cuasi-arbitraria efectuado por motores de cd. El brazo articulado incluye encoders ópticos de realimentación, al ser ópticos, producen una salida directamente digital, es decir, no es necesario el uso de convertidores A/D para que el controlador pueda manejar la señal de realimentación. También incluye micro-interruptores que detectan cuando una articulación ha llegado al final de carrera, gracias a ello, el robot es capaz de establecer su sistema de referencia.

**Figura 1.** Ejes y movimientos del brazo robótico

El robot se maneja con el software gráfico en 3D Robocell que permite diseñar, crear y controlar células industriales simuladas. Robocell está totalmente integrado con el software de control y programación de Robótica SCORBASE que permite una simulación dinámica, del robot y las células de trabajo, durante el aprendizaje de asignación de posiciones y ejecución del programa. El software se ha diseñado para aprovechar todas las ventajas de los 32 bits del sistema operativo Windows.

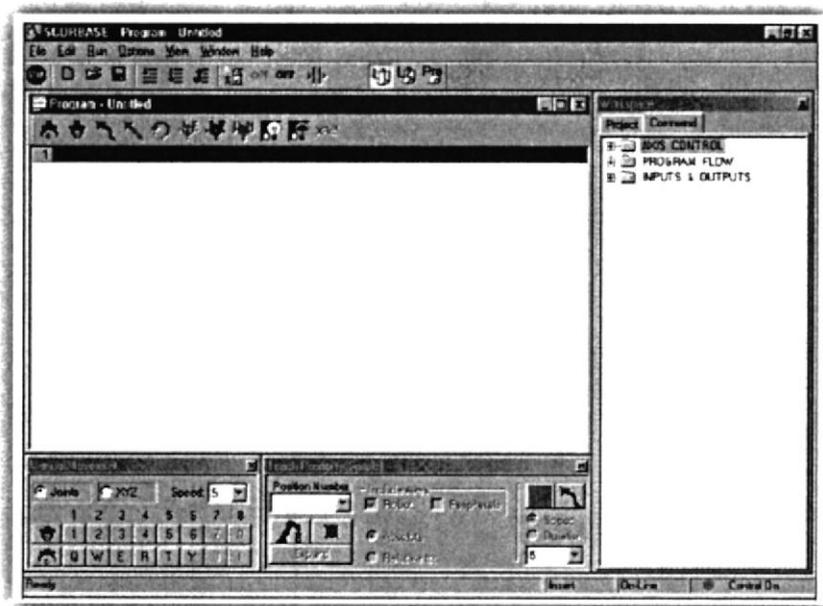


Figura 2. Programa Scorbases

UFLA BOP

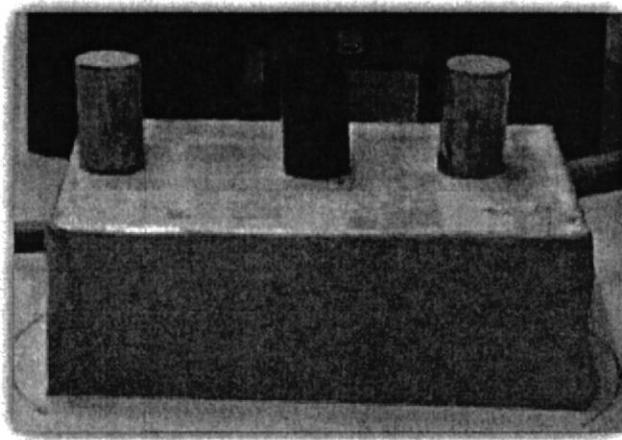
## CAPÍTULO 1

### PROBLEMA A RESOLVER

En este capítulo nos concentraremos en describir el proyecto, el problema a resolver, accesorios a utilizar, incluyendo el periférico que manejaremos junto con el brazo robótico, además de la tarea que va a desempeñar, objetivos y su justificación.

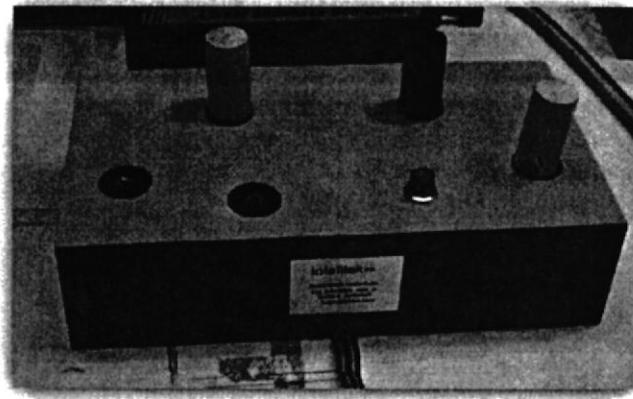
#### 1.1 Descripción del proyecto.

El proyecto cuenta con accesorios tales como la mesa de experimentos, un sensor fotoeléctrico, que nos ayudará a identificar los cilindros de acuerdo a su color, dependiendo de la distancia, más una pequeña plataforma donde van ubicados inicialmente los cilindros. Para el traslado de los mismos, hacemos uso de un periférico, el cual es la mesa lineal.



**Figura 3.** Cilindros de colores sobre la plataforma

Hemos dispuesto de 3 cilindros de 5cm cada uno, estos son de diferentes colores tales como: Amarillo, blanco y negro. Una vez colocados sobre la plataforma, a una distancia determinada, serán trasladados uno a la vez por medio del brazo robótico. El Scorbot-ER 4u iniciará acercándose al primer cilindro, sujetándolo con su pinza, para posteriormente desplazarse mediante la mesa lineal, hacia el sensor ubicado en uno de los extremos de la mesa de trabajo. Efectuado el desplazamiento, este detecta la presencia del primer cilindro a una cierta distancia, luego dependiendo de las condiciones determinadas en la programación, el cilindro será depositado de acuerdo a la posición establecida en la mesa de experimentos (las posiciones son asignadas por el operador dentro de la programación a través del software Scorbace). Una vez ubicado el primer cilindro, el robot volverá a su posición original, listo para volver a repetir el mismo procedimiento antes ya descrito, pero ahora para el segundo y tercer cilindro.



**Figura 4.** Mesa de experimentos

### **1.2 Objetivos del Proyecto.**

1. Saber más acerca del brazo robótico Scorbot-ER 4u.
2. Conocer las características técnicas del brazo robótico, más los accesorios utilizados.
3. Aplicar normas de seguridad que se debe tener en cuenta al momento de trabajar con el brazo robótico.
4. Comprender el ambiente de programación del software Scorbace.
5. Familiarizarse con el manejo del brazo robótico.

### **1.3 Justificación del Proyecto.**

Los robots son utilizados para una diversidad de procesos industriales, en nuestro caso nos orientamos en la transportación e identificación de materiales por color, mediante desplazamiento lineal del brazo robótico, e incorporando un sistema de visión integrado, compuesto por un sensor fotoeléctrico. Esta es una aplicación muy útil para la optimización de un proceso al momento de identificar y ubicar objetos por color.



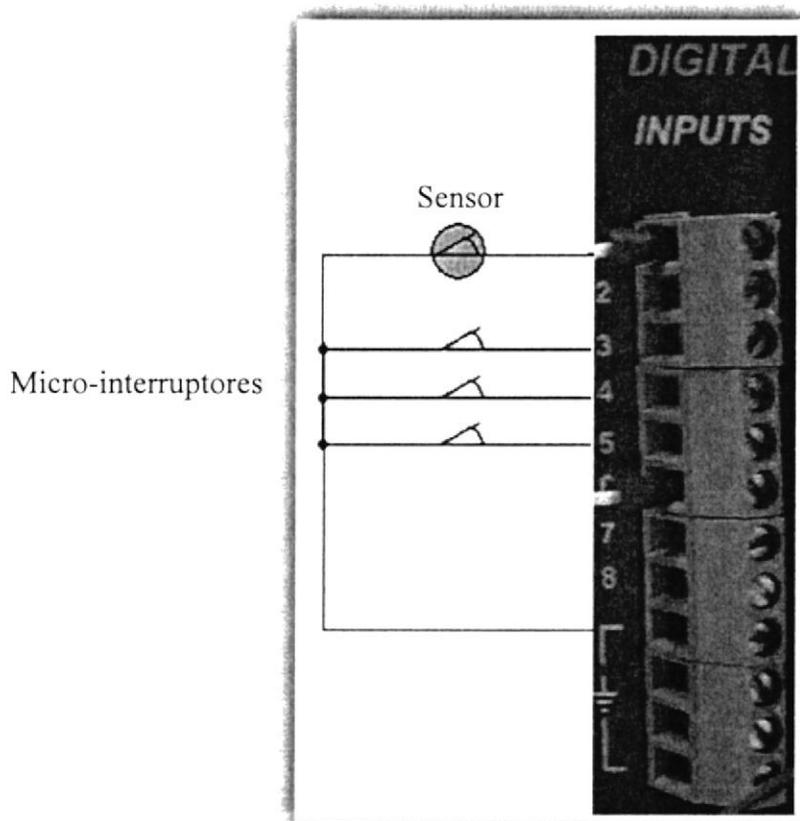
## CAPÍTULO 2

### PROGRAMA SOLUCIÓN

En este capítulo se mostrará la manera de conectar el sensor y los micro-interruptores a las entradas digitales, la ubicación del brazo robótico y sus accesorios sobre la mesa de trabajo. También se hablara acerca de la programación hecha en Scorbace, el diagrama de flujo, explicando además, cada una de las instrucciones asignadas al brazo robótico.

#### 2.1 Configuración de los componentes

En la siguiente figura se muestra la conexión de las entradas digitales utilizadas en este proyecto, como ya sabemos, el controlador USB tiene ocho entradas digitales, de las cuales la entrada 1 está conectada al sensor que se encargará de detectar los cilindros de acuerdo a su color para luego ubicarlos en su respectiva posición, además se hace uso de las entradas 3, 4 y 5 para la conexión de los micro-interruptores de la mesa de experimentos.



**Figura 5.** Conexión del sensor y los micro-interruptores a las entradas digitales

## 2.2 Determinación de posiciones

En la siguiente figura se muestra la ubicación del brazo robótico y sus accesorios sobre la mesa de trabajo, la tabla que se encuentra a continuación, explica en detalle, las posiciones, instrucciones y coordenadas del mismo durante la ejecución del programa.

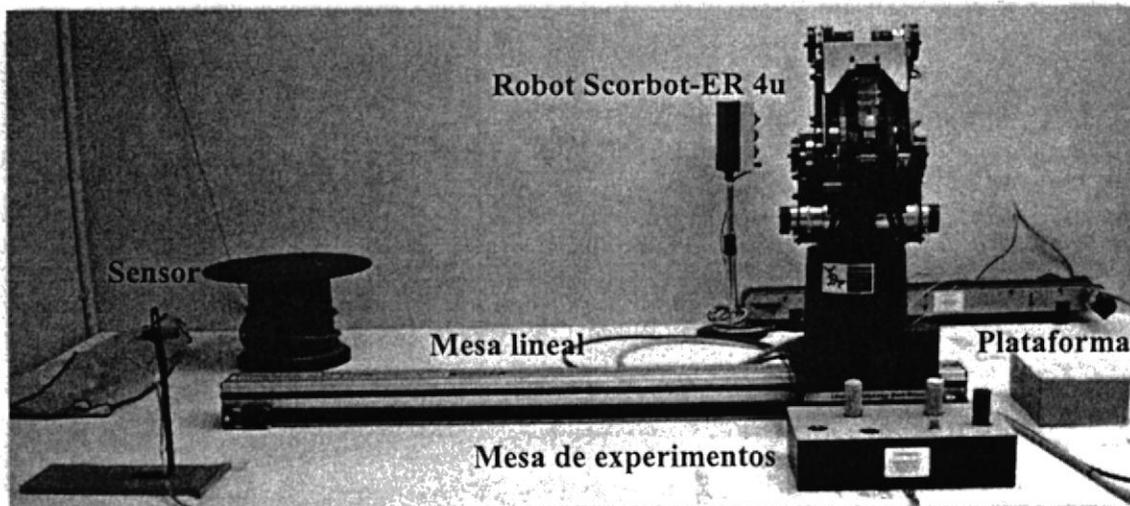


Figura 6. Ubicación del robot y sus accesorios sobre la mesa de trabajo

Tabla 3. Posiciones, instrucciones y coordenadas del brazo robot

Posición	Instrucciones	Coordenadas X, Y, Z (mm)
1	Robot se ubica frente al 1er objeto.	(88.41, 369.15, 61.56)
2	Robot toma el 1er objeto.	(86.77, 362.30, 6.51)
3	Robot levanta el objeto, y se ubica en la posición inicial.	(280.96, -17.75, 222.21)
5	Robot muestra el 1er objeto al sensor.	(348.39, -22.14, 148.24)
7	Robot ubica el 1er objeto en la mesa de experimentos.	(298.09, -34.77, 3.86)
8	Robot se ubica frente al 2do objeto.	(5.26, 281.48, 222.21)
9	Robot toma el 2do objeto.	(6.77, 362.18, 10.61)
10	Robot muestra el 2do objeto al sensor.	(351.76, -53.94, 154.16)
11	Robot ubica el 2do objeto en la mesa de experimentos.	(294.39, 84.76, 7.42)
12	Robot se ubica frente al 3er objeto.	(-32.40, 223.15, 228.75)
13	Robot toma el 3er objeto.	(-52.15, 359.20, 11.12)
16	Robot levanta 3er objeto	(-48.80, 366.18, 123.39)
14	Robot muestra el 3er objeto al sensor.	(357.36, -0.75, 125.10)
15	Robot ubica el 3er objeto en la mesa de experimentos.	(360.19, 145.08, 4.59)

### 2.3 Programa

**Tabla 4.** Explicación del programa

Ir a la Posición 1 velocid. 5	El robot gira hacia su izquierda poniéndose en frente del 1er objeto.
Ir a la Posición 2 velocid. 5	El robot toma el 1er objeto.
Ir a la Posición 3 velocid. 5	El robot levanta el 1er objeto, ubicándose en la posición inicial antes del desplazamiento.
Ir a la Posición 4 velocid. 5	El robot se desplaza con el objeto hacia su derecha donde esta el sensor.
Ir a la Posición 5 velocid. 5	El sensor muestra el 1er objeto al sensor.
Si entrada 1 On salta a Amarillo Si entrada 1 Off salta a Amarillo	Si el sensor enciende o no salta a etiqueta Amarillo.
Ir a la Posición 6 velocid. 5	Desplaza el objeto hacia la izquierda.
Ir a la Posición 7 velocid. 5	Coloca el objeto en la posición Amarillo de la mesa de experimentos.
Ir a la Posición 3 velocid. 5	El robot vuelve a su posición inicial.
Ir a la Posición 8 velocid. 5	El robot gira hacia su izquierda poniéndose en frente del 2do objeto.
Ir a la Posición 9 velocid. 5	El robot toma el 2do objeto.
Ir a la Posición 3 velocid. 5	El robot levanta el 2do objeto, ubicándose en la posición inicial antes del desplazamiento.
Ir a la Posición 4 velocid. 5	El robot se desplaza con el objeto hacia su derecha donde esta el sensor.
Ir a la Posición 10 velocid. 5	El robot muestra el 2do objeto al sensor.
Si entrada 1 On salta a Continuar Si entrada 1 Off salta a Continuar	Si el sensor enciende o no salta a etiqueta Continuar.
Ir a la Posición 6 velocid. 5	Desplaza el objeto hacia la izquierda.
Ir a la Posición 11 velocid. 5	Coloca el objeto en la posición Blanco de la mesa de experimentos.
Ir a la Posición 3 velocid. 5	El robot vuelve a su posición inicial.
Ir a la Posición 12 velocid. 5	El robot gira hacia su izquierda poniéndose en frente del 3er objeto.
Ir a la Posición 13 velocid. 5	El robot toma el 3er objeto.

Ir a la Posición 16 velocid. 5	El robot levanta el 3er objeto.
Ir a la Posición 3 velocid. 5	El robot gira a la derecha y vuelve a su posición inicial.
Ir a la Posición 4 velocid. 5	El robot se desplaza con el objeto hacia su derecha donde esta el sensor.
Ir a la Posición 14 velocid. 5	El robot muestra el 3er objeto al sensor.
Si entrada 1 On salta a Continuar 1	Si el sensor enciende salta a etiqueta Continuar 1.
Ir a la Posición 6 velocid. 5	Desplaza el objeto hacia la izquierda.
Ir a la Posición 15 velocid. 5	Coloca el objeto en la posición Negro de la mesa de experimentos.
Ir a la Posición 3 velocid. 5	El robot vuelve a su posición inicial.

Como pudimos observar en la Tabla 4, se muestra una explicación detallada de cada una de las instrucciones hechas en el programa Scorbace, para un fácil entendimiento de cada una de ellas, además, esta tabla nos describe los movimientos efectuados por el brazo robótico durante todo el proceso.

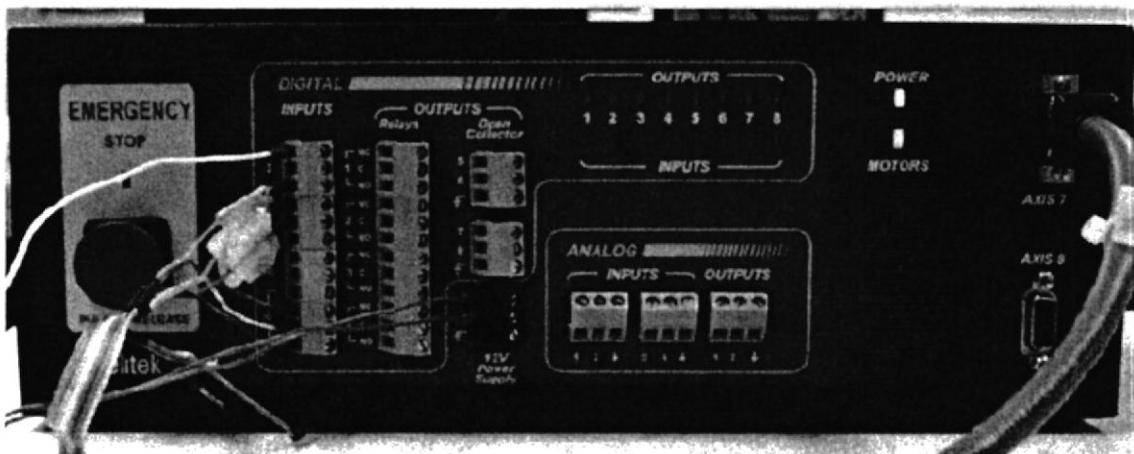


Figura 7. Vista frontal del controlador USB

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo del programa, muy importante para comprender la idea principal de este proyecto.

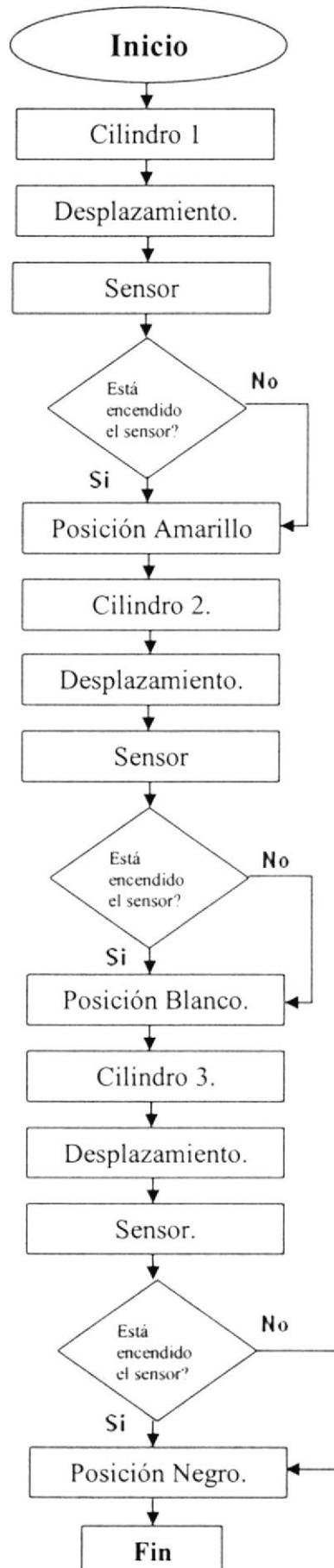


Figura 8. Diagrama de flujo



Ahora veremos las instrucciones creadas en el software Scorbace para la ejecución del proyecto.

<b>1</b>	<b>Abrir Pinza</b>
2	Ir a la Posicion 1 velocid. 5
3	Ir a la Posicion 2 velocid. 5
4	Cerrar Pinza
5	Ir a la Posicion 3 velocid. 5
6	Ir a la Posicion 4 velocid. 5
7	Ir a la Posicion 5 velocid. 5
8	Si Entrada 1 On salta a AMARILLO
9	Si Entrada 1 Off salta a AMARILLO
10	AMARILLO:
11	Ir a la Posicion 6 velocid. 5
12	Ir a la Posicion 7 velocid. 5
13	Abrir Pinza
14	BLANCO:
15	Ir a la Posicion 3 velocid. 5
16	Ir a la Posicion 8 velocid. 5
17	Ir a la Posicion 9 velocid. 5
18	Cerrar Pinza
19	Ir a la Posicion 3 velocid. 5
20	Ir a la Posicion 4 velocid. 5
21	Ir a la Posicion 10 velocid. 5
22	Si Entrada 1 Off salta a CONTINUAR
23	Si Entrada 1 On salta a CONTINUAR
24	CONTINUAR:
25	Ir a la Posicion 6 velocid. 5
26	Ir a la Posicion 11 velocid. 5
27	Abrir Pinza
28	NEGRO:
29	Ir a la Posicion 3 velocid. 5
30	Ir a la Posicion 12 velocid. 5
31	Ir a la Posicion 13 velocid. 5
32	Cerrar Pinza
33	Ir a la Posicion 16 velocid. 5
34	Ir a la Posicion 3 velocid. 5
35	Ir a la Posicion 4 velocid. 5
36	Ir a la Posicion 14 velocid. 5
37	Si Entrada 1 On salta a CONTINUAR 1
38	CONTINUAR 1:
39	Ir a la Posicion 6 velocid. 5
40	Ir a la Posicion 15 velocid. 5
41	Abrir Pinza
42	Ir a la Posicion 3 velocid. 5

Figura 9. Programa hecho en Scorbace

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este proyecto es muy útil e interesante, en esta tesis se muestra una de sus grandes aplicaciones como lo es, el traslado de objetos identificándolos por colores, llevando a cabo de manera eficaz el proceso. Esto refleja claramente que el robot es pieza fundamental en el programa, además de la incorporación del sensor al sistema que nos ayuda con la identificación de los objetos.

Durante el desarrollo del proyecto tuvimos uno que otro inconveniente, los cuales se fueron solucionando a medida que se avanzaba en el proceso.

El Seminario “Robots Manipuladores” fue muy entretenido, curioso e innovador. Contribuyó en gran medida, en la elaboración del proyecto, conociendo que es el Scorbot-ER 4u, sus especificaciones técnicas, movimientos, accesorios, seguridad y programación aprendida en el software Scorbace. Los brazos robóticos, son parte esencial hoy en día del desarrollo tecnológico, no solo en la industria sino en muchos otros campos. Nos sentimos muy contentos por haber llevado a cabo este proyecto que sin duda alguna es una gran experiencia para nosotros tanto en el campo personal como en un futuro profesional. Nunca imaginamos tener la posibilidad de manipular este tipo de tecnología e incursionar en el campo de la robótica, el cual fue un hecho sin precedentes, gracias a la ESPOL, al Máster Eloy Moncayo, el Lcdo. Camilo Arellano y a todos los que hicieron posible que esta innovación este al alcance de los estudiantes. Esperamos que PROTEL, siga creciendo y evolucionando, ofreciendo títulos de mayor nivel, beneficiando al país y a la ESPOL.