



"Implementación de un brazo robótico con banda transportadora capaz de seleccionar y categorizar cajas por color (Robot selector de colores)"

Domínguez Hernández José Manuel & Magaña Gómez Shirley
Guadalupe & Rivera de Dios Ángel de Jesús

Mayo 2021

Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco
Ingeniería Mecatrónica
Robótica

Carretera Vecinal Comalcalco - Paraíso Km. 2, Ra. Occidente 3ra. Sección

Comalcalco, Tabasco; México. C.P. 86651

Tels. 933 3349090, e-mail: tec@itsc.edu.mx

www.tecnm.mx | www.itsc.edu.mx





Contenido

Introducción.....	3
Marco Teórico	4
¿Qué es un brazo robótico?	4
¿Para qué sirve un brazo robótico?	4
Brazo robótico industrial: ventajas de automatizar la operativa	5
Problemática	5
Cronograma de actividades.....	5
Desarrollo del proyecto	6
Resultados	9
Conclusión.....	11
Referencias	12
Anexos	12



Introducción

La robótica como la conocemos hoy en día tiene sus orígenes hace miles de años, sin embargo, hechos registrados a través de la historia nos indican que en la antigüedad los robots eran conocidos con el nombre de autómatas, y la robótica no era conocida como una ciencia, es más la palabra robot surgió mucho tiempo después del origen de los autómatas.

La robótica ha estado relacionada con la construcción de “artefactos o máquinas” que trataban de materializar el deseo humano de crear seres semejantes a los humanos para facilitar el trabajo.

La robótica es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el análisis, diseño, construcción y aplicación de robots, los cuales, son capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano, principalmente laboriosas, repetitivas o peligrosas. Las ciencias y tecnologías de las que se apoya la robótica principalmente son: Mecánica, Electrónica, Control Automático y los Sistemas Computacionales, que en conjunto integran sistemas robotizados.

Existen varias clasificaciones de los robots, dependiendo de los autores, de asociaciones o de institutos; algunas de las principales son: por generaciones, en función de su inteligencia, por su nivel de control, y otras por su nivel de lenguaje de programación.

Sin embargo, una forma muy sencilla de clasificar a los robots es: Robots no Industriales (humanoides y móviles) y Robots industriales (brazos mecánicos y robots manipuladores).

Algunas de las aplicaciones principales sin importar la clasificación son: agricultura y silvicultura, ayuda a discapacitados, construcción, domésticos, entornos peligrosos, espacio, medicina y salud, minería, submarino, vigilancia y seguridad, servicio, nuclear, medicina y construcción.

La Robótica ha alcanzado un nivel de madurez bastante elevado en los últimos tiempos y es por ello que la UPT oferta una carrera denominada Ingeniería Robótica, donde el perfil de egreso es formar profesionistas que respondan a las necesidades del sector productivo, capaz de evaluar, diseñar, implementar, dar soporte e incrementar la eficacia de sistemas automatizados o robotizados; fortaleciendo la independencia tecnológica y el desarrollo social y económico sustentable del país.

Marco Teórico

¿Qué es un brazo robótico?

Un brazo robótico es un dispositivo programable cuyas funciones principales y comportamiento se asemejan a las de un brazo humano. Las diferentes partes que conforman el robot se unen y conectan entre sí para que este efectúe movimientos de rotación y de translación.

Al final del brazo, como extensión, se ubica la mano robótica, que puede tener forma de pinza, de ventosa o de garra, según la función que deba desempeñar. Estas pueden ser, entre otras, de sujeción, desplazamiento de mercancías, picking o ensamblaje de piezas.



Ilustración 1 Efecto final de brazo robótico

¿Para qué sirve un brazo robótico?

Estos son empleados principalmente para simular o sustituir las habilidades del brazo humano durante las operativas de producción o logística. Al estar totalmente automatizado, el brazo robótico industrial ejecuta las mismas funciones que podría realizar un operativo, pero con la capacidad de manejar cargas más pesadas, a mayor velocidad y sin fatiga que implica para el humana la repetición de movimientos.

Estos dispositivos, que pueden operar solos o formar parte de una línea de montaje, se utilizan en industrias que demandan una precisión extrema, como en la industria automovilística. También son útiles en aquellas que requieren realizar movimientos y en el pick and place (recoger y colocar) de cargas pesadas.



Ilustración 2 Brazo robótico en la industria automotriz

Carretera Vecinal Comalcalco - Paraíso Km. 2, Ra. Occidente 3ra. Sección

Comalcalco, Tabasco; México. C.P. 86651

Tels. 933 3349090, e-mail: tec@itsc.edu.mx

www.tecnm.mx | www.itsc.edu.mx

Brazo robótico industrial: ventajas de automatizar la operativa

La implantación de un brazo robótico industrial en una instalación de producción o de almacenaje facilita:

- **Aumentar significativamente el rendimiento de la operativa:** a diferencia de un operario, los brazos robóticos industriales pueden repetir la misma tarea todo el tiempo que sea necesario.
- **Optimizar y dotar de eficiencia a los procesos complejos:** ante cargas pesadas u operativas que requieren de una gran precisión, como el ensamblaje de ciertas piezas del sector de la automoción, solo con un brazo robótico se alcanza el máximo rendimiento.
- **Garantizar la máxima seguridad de todos los operarios:** la inclusión de estos robots en las líneas de producción y en la logística evita que los operarios se expongan a operativas poco ergonómicas, que conlleven mayores riesgos.
- **Reducir los costos de producción y la fuerza de trabajo:** pese a la inversión inicial, a la larga, la automatización disminuye costos y potencia la fuerza de trabajo necesaria según la instalación, ofreciendo un rápido retorno de inversión.
- **Asegurar la viabilidad de operaciones en condiciones extremas:** solo un brazo robótico industrial puede asegurar la productividad en áreas refrigeradas o de atmósfera controlada.

Problemática

En una empresa de envíos, en el área de almacén se encuentran grandes cantidades de paquetes sin organizar por lo que se presentan retardos a la hora de ser enviados. Se pueden identificar 3 diferentes categorías de dichos paquetes; envíos exprés, nacionales e internacionales. Para esta dar solución esta problemática se presentó la opción de separar por colores estos paquetes de acuerdo a las categorías que se presentan, las cajas azules representan los envíos nacionales, los rojos son de tipo exprés y los verdes representan los envíos internacionales. Se diseña un brazo robótico que, por medio de una banda transportadora, deposite los paquetes en la parte correspondiente a su color en el contenedor.

Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	ENERO	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Selección del tema.																	
Investigación del marco teórico.																	
Selección y compra de materiales																	

Carretera Vecinal Comalcalco - Paraíso Km. 2, Ra. Occidente 3ra. Sección

Comalcalco, Tabasco; México. C.P. 86651

Tels. 933 3349090, e-mail: tec@itsc.edu.mx

www.tecnm.mx | www.itsc.edu.mx

Diseño del brazo y banda transportadora, y códigos de programación a implementar.																	
Desarrollo del brazo robótico y banda transportadora (armado).																	
Prueba del proyecto y detalles finales.																	
Entrega del proyecto.																	

Desarrollo del proyecto

Para este proyecto se necesito de los siguientes materiales:

- ⇒ Brazo robótico impreso en acrílico.
- ⇒ Servomotores.
- ⇒ Motorreductor.
- ⇒ Sensor infrarrojo.
- ⇒ Sensor de color.
- ⇒ Cable.
- ⇒ 2 protoboards.
- ⇒ Resistencias.
- ⇒ Potenciómetro.
- ⇒ Madera, pintura roja, azul, verde y negro.
- ⇒ Fuente conmutada (5V)
- ⇒ Arduino UNO
- ⇒ LED
- ⇒ Jumpers
- ⇒ Fomi

El brazo robótico debe cumplir la función de mover y clasificar las cajas de acuerdo al color de cada una para ello se implemento una banda transportadora que se encarga de mover y mandar la señal que registra el color de la caja al brazo robótico a través de un sensor de color. Para lograr a cabo la ejecución correcta de todo el sistema se hizo uso del programa Arduino para realizar la programación de los dos sistemas empleados (banda transportadora y brazo robótico).

El programa desarrollado que permite que el manipulador seleccione y posiciones cada una de las cajas en el apartado correspondiente a su color es el siguiente (puede ver el programa completo en el link del apartado de Anexos):

Carretera Vecinal Comalcalco - Paraíso Km. 2, Ra. Occidente 3ra. Sección

Comalcalco, Tabasco; México. C.P. 86651

Tels. 933 3349090, e-mail: tec@itsc.edu.mx

www.tecnm.mx | www.itsc.edu.mx



PROYECTO.ROBOTICA | Arduino 1.8.13

File Edit Sketch Tools Help

PROYECTO.ROBOTICA

```

#include <Servo.h>
#define S0 3
#define S1 4
#define S2 5
#define S3 6
#define sensorSalida 7
int Rojo_Frec = 0;
int Verde_Frec = 0;
int Azul_Frec = 0;
Servo base; // create servo object to control a servo
// twelve servo objects can be created on most boards
Servo garra;
Servo vinculo;
Servo vinculogarra;
Servo deposito;
int pos = 0; // variable to store the servo position

void setup() {
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(sensorSalida, INPUT);

  // Configura la escala de Frecuencia en 20%
  digitalWrite(S0,HIGH);
  digitalWrite(S1,LOW);

  Serial.begin(9600);
  base.attach(12); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
  garra.attach(9);
  vinculo.attach(11);
  vinculogarra.attach(10);
  deposito.attach(8);
}

void loop() {
  //escaneo:
  //Todo inicial
  base.write(180);
  delay(100);
  garra.write(90);
  delay(100);
  vinculogarra.write(80);
  delay(100);
  vinculo.write(90);
  delay(100);

  // Configura el filtro ROJO para tomar lectura
  digitalWrite(S2,LOW);
  digitalWrite(S3,LOW);
  delay(100);
  Rojo_Frec= pulseIn(sensorSalida, LOW);
  delay(100);

  // Configura el filtro VERDE para tomar lectura
  digitalWrite(S2,HIGH);
  digitalWrite(S3,HIGH);
  delay(100);
  Verde_Frec= pulseIn(sensorSalida, LOW);
  delay(100);

  // Configura el filtro AZUL para tomar lectura
  digitalWrite(S2,LOW);
  digitalWrite(S3,HIGH);
  delay(100);
  Azul_Frec= pulseIn(sensorSalida, LOW);
  delay(100);

```

PROYECTO.ROBOTICA | Arduino 1.8.13

File Edit Sketch Tools Help

PROYECTO.ROBOTICA

```

void setup() {
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(sensorSalida, INPUT);

  // Configura la escala de Frecuencia en 20%
  digitalWrite(S0,HIGH);
  digitalWrite(S1,LOW);

  Serial.begin(9600);
  base.attach(12); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
  garra.attach(9);
  vinculo.attach(11);
  vinculogarra.attach(10);
  deposito.attach(8);
}

void loop() {
  //Valores obtenidos en la calibracion del sensor, son propios de cada usuario
  //ROJO
  if ((Rojo_Frec < 60) && (Verde_Frec > 80) && (Azul_Frec < 140)) {
    Serial.print(" * ** ROJO ** ");
    Serial.println("");
    //Deposito
    deposito.write(0);
    delay(100);
    //Baja vinculo
    for (pos = 90; pos >=10; pos -= 1) {
      vinculo.write(pos);
      delay(15);
    }
    delay(200);
    //Baja
    for (pos = 90; pos >=40; pos -= 1) {
      vinculogarra.write(pos);
      delay(15);
    }
    delay(500);
  }

```

PROYECTO.ROBOTICA | Arduino 1.8.13

File Edit Sketch Tools Help

PROYECTO.ROBOTICA

```

// Configura el filtro ROJO para tomar lectura
digitalWrite(S2,LOW);
digitalWrite(S3,LOW);
delay(100);
Rojo_Frec= pulseIn(sensorSalida, LOW);
delay(100);

// Configura el filtro VERDE para tomar lectura
digitalWrite(S2,HIGH);
digitalWrite(S3,HIGH);
delay(100);
Verde_Frec= pulseIn(sensorSalida, LOW);
delay(100);

// Configura el filtro AZUL para tomar lectura
digitalWrite(S2,LOW);
digitalWrite(S3,HIGH);
delay(100);
Azul_Frec= pulseIn(sensorSalida, LOW);
delay(100);

```

PROYECTO.ROBOTICA | Arduino 1.8.13

File Edit Sketch Tools Help

PROYECTO.ROBOTICA

```

//Valores obtenidos en la calibracion del sensor, son propios de cada usuario
//ROJO
if ((Rojo_Frec < 60) && (Verde_Frec > 80) && (Azul_Frec < 140)) {
  Serial.print(" * ** ROJO ** ");
  Serial.println("");
  //Deposito
  deposito.write(0);
  delay(100);
  //Baja vinculo
  for (pos = 90; pos >=10; pos -= 1) {
    vinculo.write(pos);
    delay(15);
  }
  delay(200);
  //Baja
  for (pos = 90; pos >=40; pos -= 1) {
    vinculogarra.write(pos);
    delay(15);
  }
  delay(500);
}

```

Para la parte de la implementación de una banda transportadora se desarrolló el código de programación que se muestra en la ilustración 3. Para este caso, una caja de medidas 2x2x2 cm se posiciona al inicio de la banda, la cual ya se encuentra en movimiento al alimentarla con 5 volts; el objeto hace su recorrido hasta llegar al otro extremo de la banda

Carretera Vecinal Comalcalco - Paraíso Km. 2, Ra. Occidente 3ra. Sección

Comalcalco, Tabasco; México. C.P. 86651

Tels. 933 3349090, e-mail: tec@itsc.edu.mx

www.tecnm.mx | www.itsc.edu.mx



donde un sensor infrarrojo manda una señal que hace detener el giro del motor. Al mismo tiempo, el sensor detector de color analiza al objeto e identifica el color de su cubierta.

Después de ello, esta señal que identifica su color es enviada al brazo robótico, el cual hace un recorrido previo hasta posicionarse con la garra por encima del extremo final de la banda. Al recibir la señal del sensor de color, atrapa a la cajita, el servomotor que se encuentra en la base del deposito se activa y gira hasta posicionar la sección del correspondiente a la caja.

El efector final atrapa, levanta y gira hacia la izquierda para colocar al objeto seleccionado en la sección del deposito correspondiente a su color.

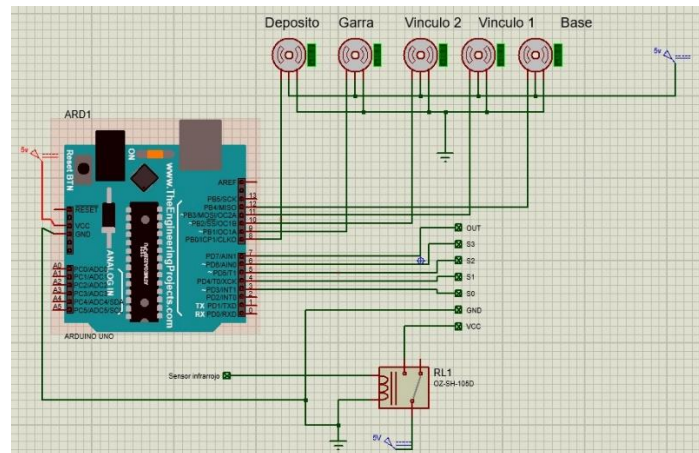


Ilustración 3 Diagrama del brazo robótico

```
#include <infrarrojo.h>

infrarrojo estado(13);
int VALOR;
int led =12;
int led_estado;
int rele=11;

void setup() {
  pinMode(led,OUTPUT);
  pinMode(rele,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  Serial.print("\n leyendo estado sensor: \n");
  Serial.print(estado.lectura(VALOR));
  led_estado = estado.lectura(VALOR);
  if(led_estado == 1)
  {
    digitalWrite(led,HIGH);
    digitalWrite(rele,HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(led,LOW);
    delay(600);
    digitalWrite(rele,LOW);
  }
}
```

Ilustración 4 Código Arduino de la banda transportadora

Carretera Vecinal Comalcalco - Paraíso Km. 2, Ra. Occidente 3ra. Sección

Comalcalco, Tabasco; México. C.P. 86651

Tels. 933 3349090, e-mail: tec@itsc.edu.mx

www.tecnm.mx | www.itsc.edu.mx

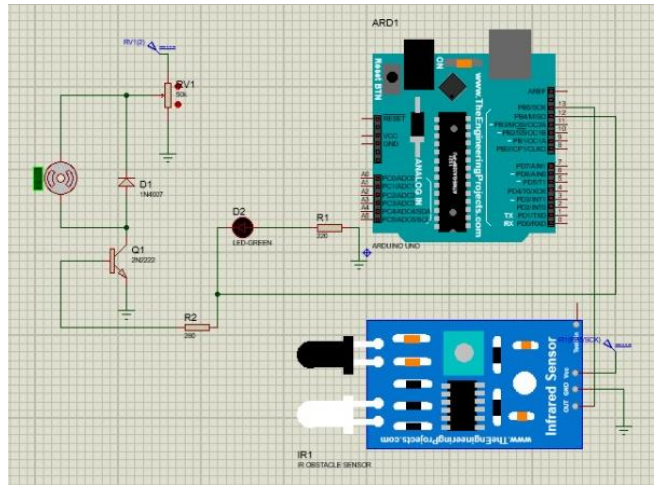


Ilustración 5 Diagrama banda transportadora

Ambas partes del proyecto (banda y brazo robótico) se posicionaron sobre una base de madera que permitiera la exhibición y posterior demostración de su funcionamiento.

Resultados

	<p>Ensamble del brazo robótico</p>
	<p>Banda transportadora</p>

		Banda + brazo robótico
		Sistema selector
		La banda trasporta la caja y en el extremo final el sensor de color lo identifica y manda una señal al manipulador para que recoja la caja.
		El manipulador se encarga de colocar el paquete en su sección correspondiente al color que posee.

Gracias a la programación correcta y eficaz empleada en ambos sistemas se obtuvo un dispositivo dinámico capaz de girar 360 grados sobre su base y con la suficiente libertad en sus articulaciones que le permiten realizar movimientos precisos y certeros (Puede acceder al video demostrativo del funcionamiento a través del enlace en el apartado de Anexos).



Conclusión

A lo largo de este curso y desarrollo del presente proyecto se pudo destacar que los manipuladores son a grandes rasgos un brazo compuesto por elementos mecánicos con articulaciones entre ellos. En la última unión se posiciona un dispositivo funcional, como una pinza o garra especial para llevar a cabo las distintas operaciones que se requieran.

Estos tipos de robots son empleados en la industria ya que mejoran en ergonomía en el movimiento de piezas de las fábricas. Al integrarse estos dispositivos con la robótica y maquinaria automática, dota a la industria de todas las ventajas de la automatización de procesos de fabricación.

El diseño y desarrollo de un manipulador que permite al usuario clasificar y ordenar ciertos objetos son una de las principales aplicaciones que poseen y que más usadas se ven. La aplicación de la robótica es fundamental para el desarrollo de estos dispositivos, pues se realizan estudios dinámicos y cinemáticos aplicados en el correcto funcionamiento de los robots. Es a través de estos diseños que proveemos al robot de movilidad y ejecución. Para la problemática presentada en este proyecto, se logra observar de forma eficiente cómo la implementación de estos dispositivos permite mayor movilidad y ahorro de tiempo para la ejecución de traslado y almacenamiento preciso de los paquetes, beneficiando a la logística de la empresa.



Referencias

Mecalux. (05 de enero de 2021). Obtenido de Brazo robótico industrial:

<https://www.mecalux.com.mx/blog/brazo-robotico-industrial>

Reséndiz, C. C. (30 de octubre de 2014). *Milenio*. Obtenido de ¿Qué es la robótica?:

<https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-politecnica-de-tulancingo/que-es-la-robotica>

C. José. "Modelado y Simulación Dinámica del Robot FANUC M- 410IB/700". Universidad Politécnica de Valencia.

C. Eileen, F. Adel, M-O. Sergio, F. Pablo. "Modelos Cinemáticos y Dinámicos de un robot de cuatro grados de libertad". Revista Scielo.

M. Roger. "CINEMATICA Y DINAMICA DE ROBOTS MANIPULADORES". Año 2016. Alfa y Omega.

Anexos

⇒ Link del video

<https://www.youtube.com/watch?v=e3xgZldX8uM>

⇒ Link del programa completo usado para el brazo robótico

https://drive.google.com/drive/folders/1mo1_Ov97CBm6uOGk2JhXZle66LES6Yg5?usp=sharing