



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE Extensión Latacunga

José Luis Zurita Pérez



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA
MÁQUINA AUTOMÁTICA CLASIFICADORA
DE OBJETOS SEGÚN SU COLOR
DETECTADOS MEDIANTE UN SENSOR DE
COLOR Y CLASIFICADOS POR UN BRAZO
ROBÓTICO”**

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

- Automatizar el proceso con poca intervención del ser humano.
- Salvaguardar la integridad de sus empleados y desarrollar nuevas tecnologías para las empresa.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos, aumento de producción, rapidez, eficiencia.
- Conocer las nuevas tecnologías que se encuentran en el mercado y que están en auge como es la nueva tecnología de los sensores de color y la utilización de brazos robóticos en la automatización de procesos.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una máquina automática clasificadora de objetos según su color detectado por un sensor de color y clasificado por un brazo robótico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar el sistema de sensado de color
- Analizar el funcionamiento de los servomotores Dynamixel.
- Modificar y controlar los servomotores de modelismo
- Diseñar la programación para el control del brazo robótico.
- Diseñar e implementar la estructura para todo el sistema.

INTRODUCCIÓN

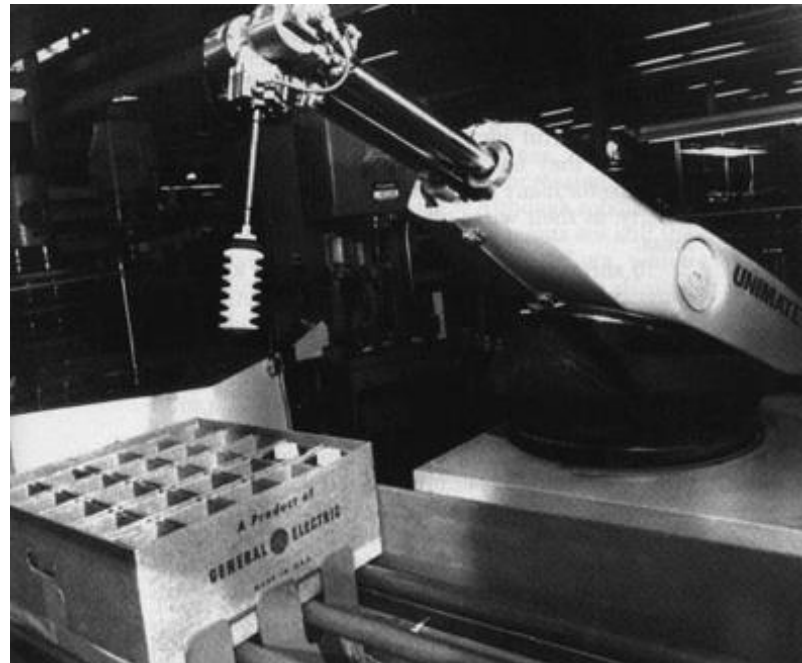
El sistema sensorial en los seres humanos está enormemente desarrollado. abrir una puerta no representa ningún problema, pero representa una gran cantidad y complejidad de información que el cerebro debe procesar.

En la prehistoria el primer color que utilizaron los Homo Erectus fue el rojo de la sangre y el color negro del carbón que quedaba de las hogueras.

INTRODUCCIÓN

La historia de los verdaderos robots comienza en 1954 cuando George Devol registró la patente (Transferencia Automática de Artículos). Esta patente condujo al primer robot industrial, fabricado en 1962 por Unimation Inc.

*“UNIMATE” el primer
Robot Industrial.*





ESPE

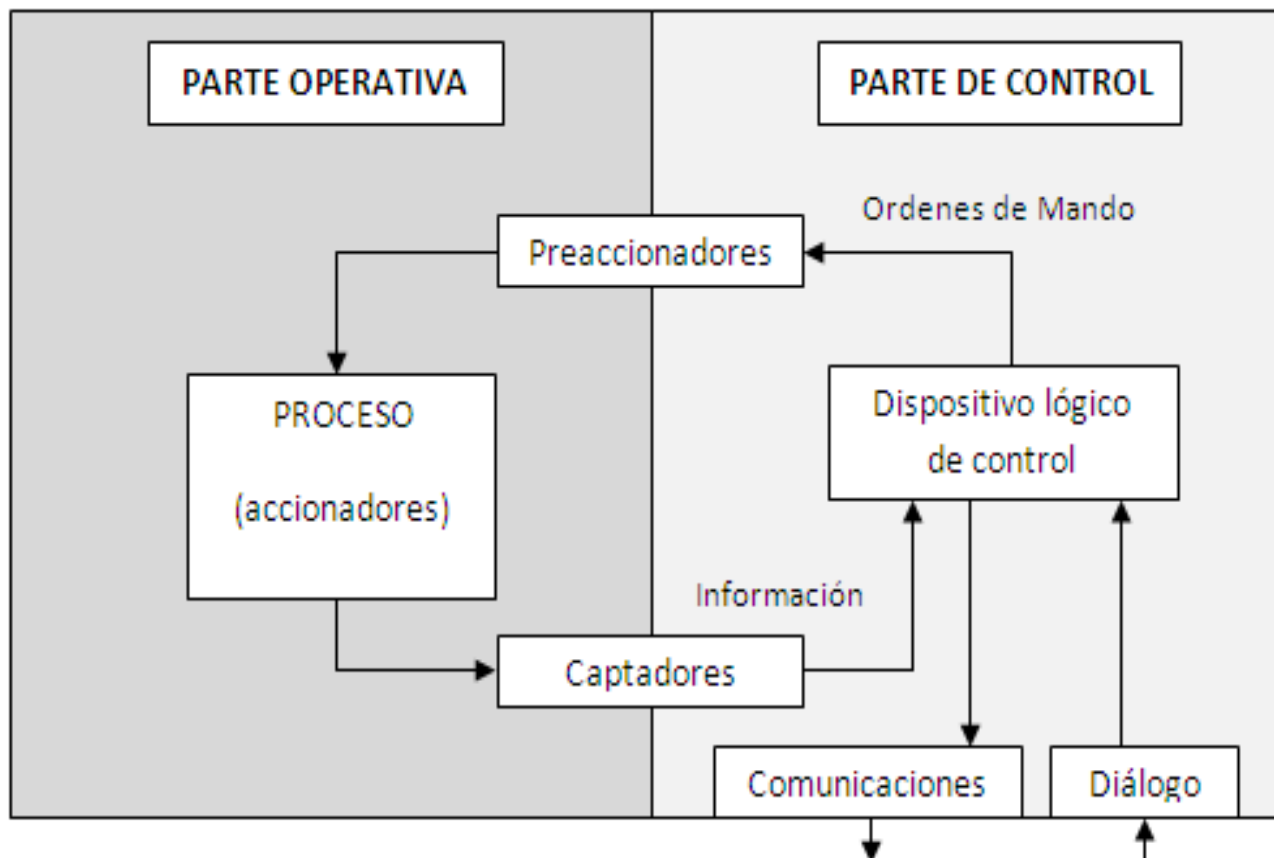
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

FUNDAMENTO TEÓRICO

EL AUTOMATISMO SECUENCIAL

Es un sistema que funciona mediante intervalos o fases que se activan una a continuación de otra, cumpliendo ciertas condiciones en cada fase.

MODELO ESTRUCTURAL DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

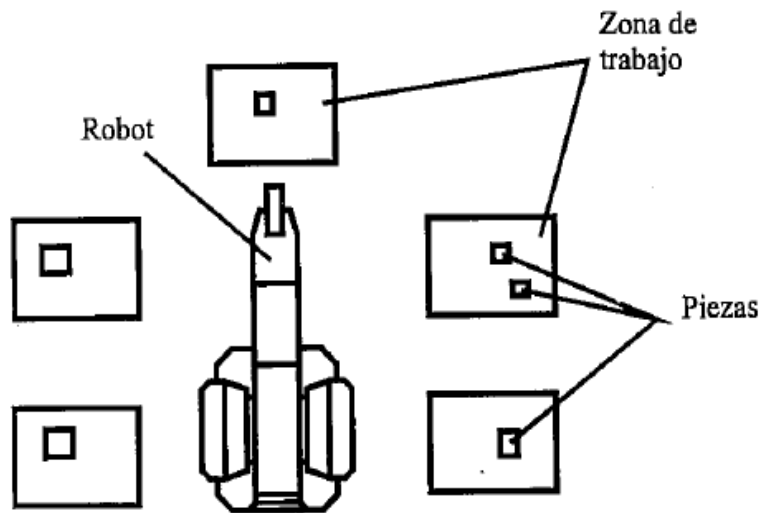


ROBOT MANIPULADOR

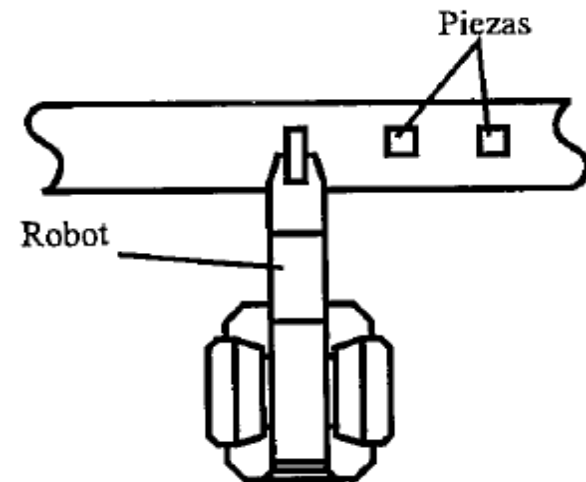
Es un robot manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas

DISPOSICIÓN DEL ROBOT EN LA CÉLULA DE TRABAJO

Centro de la célula

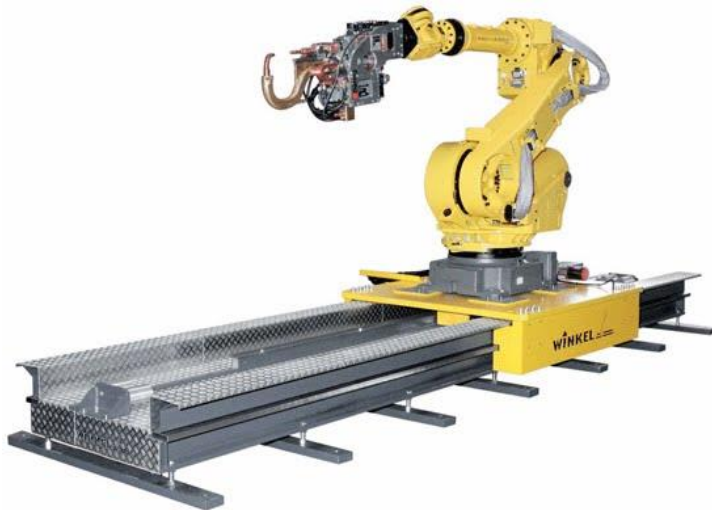


Robot en Línea



DISPOSICIÓN DEL ROBOT EN LA CÉLULA DE TRABAJO

Robot Móvil



Robot Suspendido



LOS COLORES

Es una impresión de los rayos reflejados en un cuerpo, en los fotorreceptores de la retina del ojo y distinguen las distintas longitudes de onda y por tanto los distintos colores.

EL ESPECTRO VISIBLE

El espectro visible es la región del espectro electromagnético que el ojo humano puede percibir. El ojo humano responde a longitudes de onda desde 400 a 700 nm.





ESPE

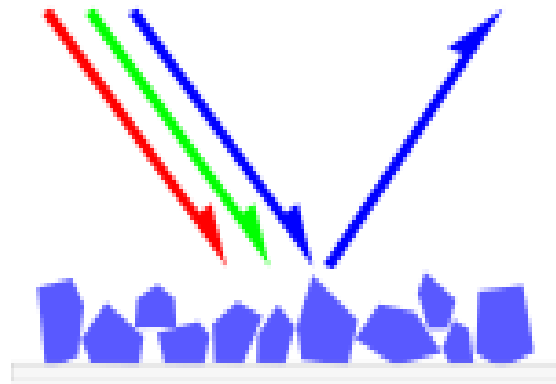
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

COLORES DEL ESPECTRO

Color	Longitud de onda
violeta	~ 380-450 nm
azul	~ 450-495 nm
verde	~ 495-570 nm
amarillo	~ 570-590 nm
naranja	~ 590-620 nm
rojo	~ 620-750 nm

LA REFLEXIÓN EN LAS SUPERFICIES

Cuando la luz incide sobre un objeto, su superficie absorbe ciertas longitudes de onda y refleja otras. Sólo las longitudes de onda reflejadas podrán ser vistas por el ojo humano.



LOS SENSORES

Un sensor es un dispositivo eléctrico o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, calor, presión, movimiento, etc.) a valores medibles de dicha magnitud.

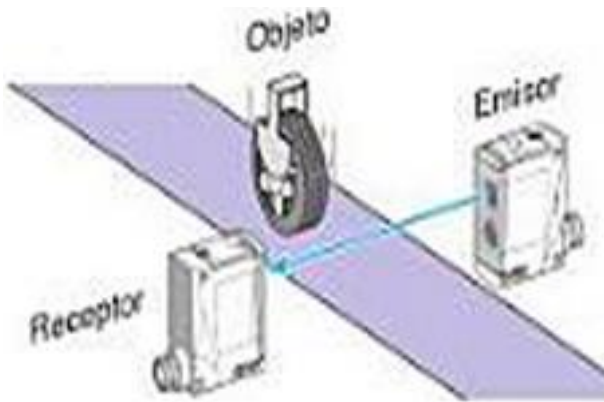
SENSOR DE PROXIMIDAD

Detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

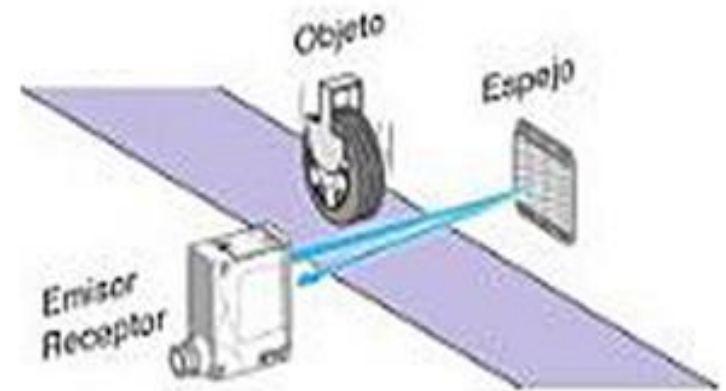
Permiten determinar tanto la presencia como la proximidad de un objeto situado a una distancia máxima.

SISTEMA DE DETECCIÓN

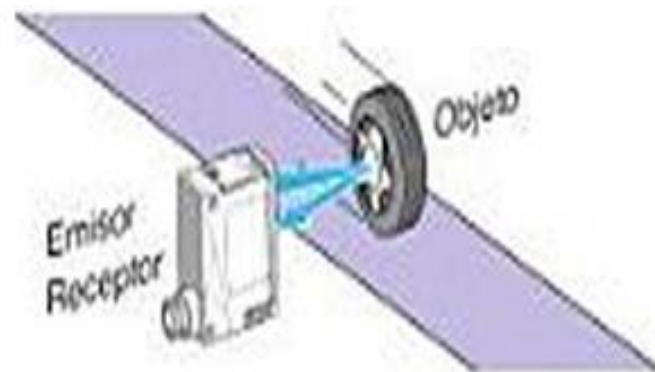
Tipo barrera



Tipo réflex



Tipo auto réflex



SENSOR DE COLOR

Detectan el color en una superficie. Los sensores emiten luz sobre el objeto que se analiza, calculan las coordenadas cromáticas a partir de la radiación reflejada. Si los valores de color se encuentran dentro del margen de tolerancia establecido, se activa una salida de conmutación.

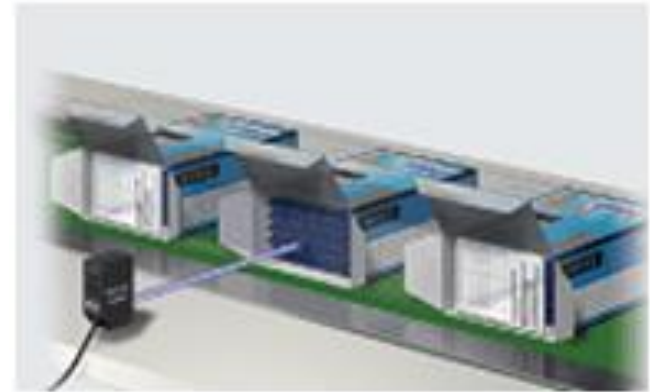


APLICACIONES

Distribución de Botellas por su color



Detección de presencia o no de productos



Separación de piezas sin tratar



ACTUADORES

Es todo dispositivo que convierte un tipo de energía en una salida generalmente mecánica, que puede provocar un efecto sobre el proceso.

SERVOMOTOR

Es un tipo especial de motor, está formado por un motor de corriente continua, una caja reductora y un circuito de control. Tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y de mantenerse estable.





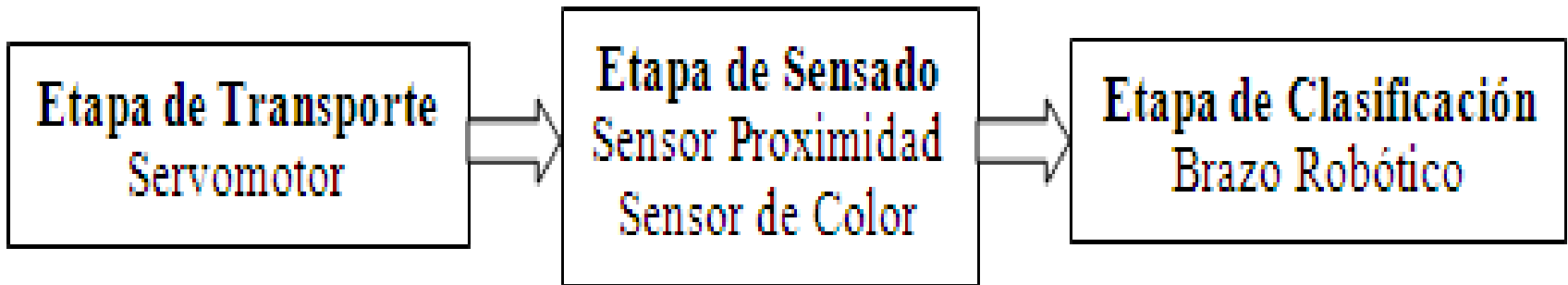
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

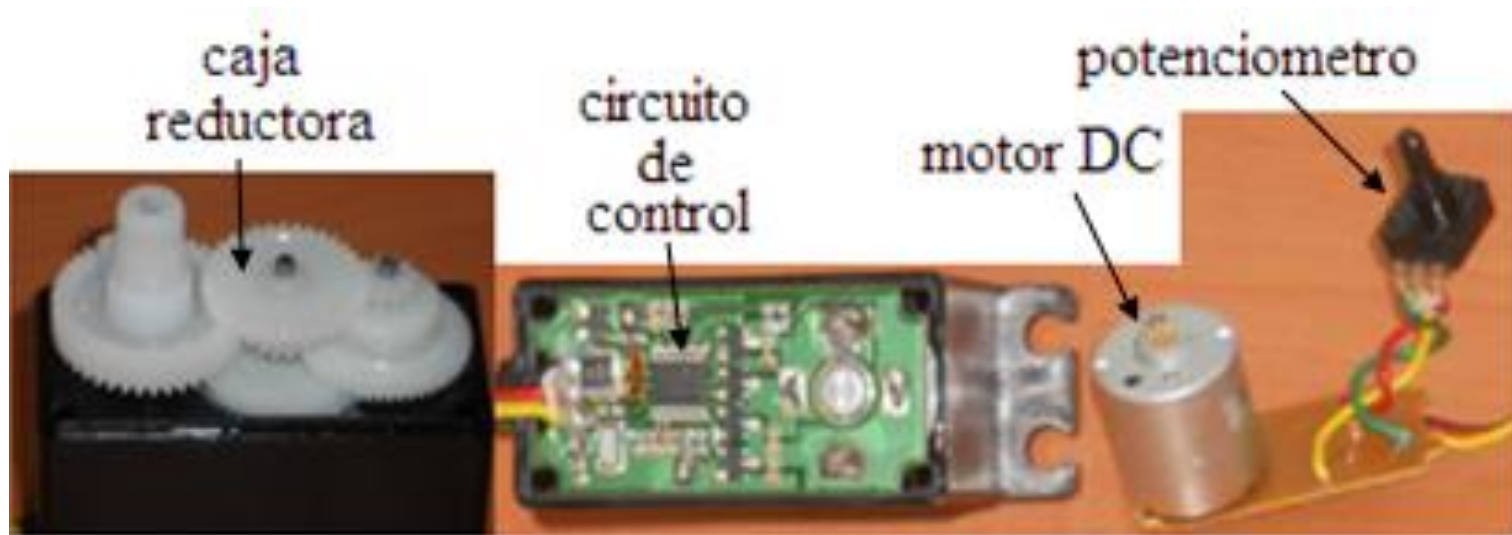


ETAPAS DEL PROYECTO



SERVOMOTOR HITEC HS-311 STANDAR

Estructura Interna





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SERVOMOTOR HITEC HS-311 STANDAR

Características

Características	
Voltaje de operación (Vcc)	4.8 – 6V
Sistema de control	Ancho de pulso
Ciclo del pulso (periodo)	20ms
Conector	Rojo: positivo(+) Negro: negativo(-) Amarillo: señal
Temperatura de operación	-20 – 60 °C
Velocidad de operación sin carga	4.8V: 0.19s/60° 6V: 0.15s/60°
Torque	4.8V: 3Kg/cm 6V: 3.7Kg/cm
Peso	43g
Dimensiones	Longitud: 39.9mm Ancho: 19.8mm Alto: 36.3mm



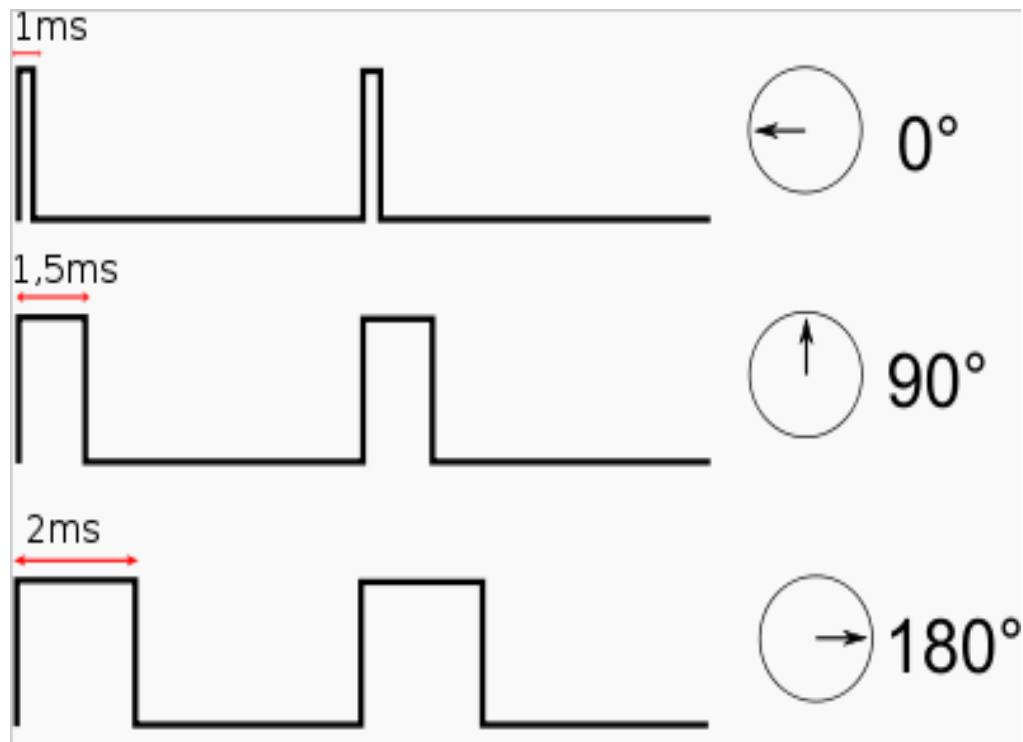


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SERVOMOTOR HITEC HS-311 STANDAR

Control de Posición



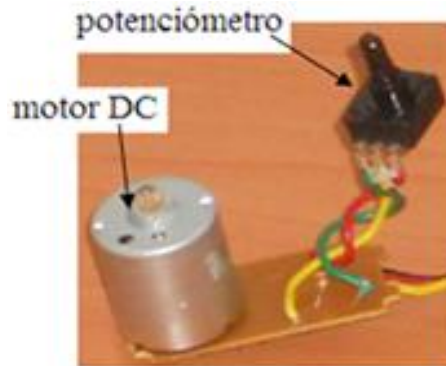


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SERVOMOTOR HITEC HS-311 STANDAR

Modificación de Servomotor Hitec HS-311 Estándar



SENSOR DE PROXIMIDAD SICK WL250-S132

Es un sensor fotoeléctrico de luz roja visible tipo reflex, el cual permite detectar objetos a distancias considerables, la sensibilidad se indica mediante un potenciómetro.



SENSOR DE PROXIMIDAD SICK WL250-S132

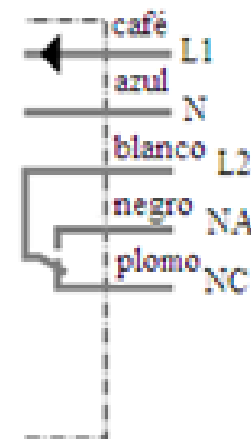
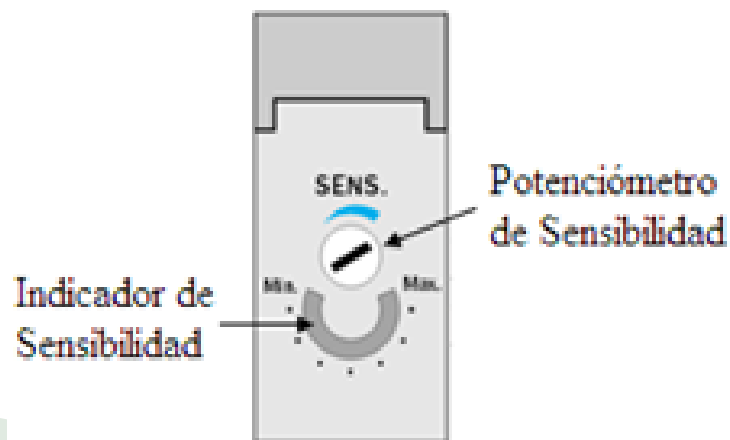
Características

Características	
Voltaje de operación (Vcc)	12 - 240Vdc 24 - 240Vac
Salida	Tipo Relé, contactos inversores 240 Vac 3A 30 Vdc 3A
Tiempo de Respuesta	≤15ms
Peso	160 g
Temperatura de operación	-25 – 55°C
Ajuste de la Distancia	Potenciómetro 270°
Dimensiones	Longitud: 63mm Ancho: 25mm Alto: 78mm

SENSOR DE PROXIMIDAD SICK WL250-S132

Color del cable	Identificación
Café	Alimentación
Azul	Referencia
Blanco	Entrada para los contactos NA y NC
Negro	Salida del contacto NA
Plomo	Salida del contacto NC

Descripción de los Terminales





ESPE

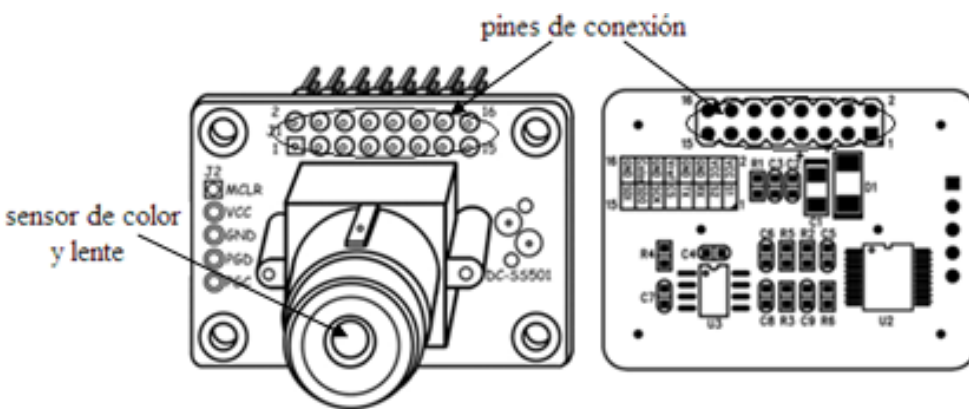
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SENSOR DE COLOR TCS-230

Características

Características	
Voltaje de Alimentación	3.3V-5V
Tiempo de Respuesta	500ms
Lente	6mm
Salida	Analógica y Digital
Salida Analógica	Salida Voltaje Lineal
Rango de Color	350-750nm

SENSOR DE COLOR TCS-230 Diagrama y Descripción de los Pines



Pin	Etiqueta	Descripción
1	S1	Control salida analógica
3	S2	Control salida analógica
2, 4	Vcc	Alimentación +
6, 8, 12, 16	Gnd	Referencia o tierra
5	RXD	Dato recibido UART
7	TXD	Dato transmitido UART
9	/CS	Habilitación SPI
11	SCK	Reloj SPI
13	SDO	Salida de dato SPI
15	SDI	Entrada de dato SPI
10	Vref	Salida del voltaje de referencia
14	Vcolor	Salida del voltaje del color

BRAZO ROBÓTICO AX-12A SMART ROBOTIC ARM

Es un brazo robótico inteligente el cual utiliza para el movimiento de sus articulación, servomotores Dynamixel AX-12A, teniendo estos una buena velocidad y un gran torque necesarios para su funcionamiento, siendo estos compatibles con programas como MatLab, LabView, etc,



SERVOMOTORES DYNAMIXEL AX-12A

Es un actuador inteligente y modular que incorpora un reductor, un motor de corriente continua y un circuito de control con funciones de red en un solo paquete. A pesar de su tamaño compacto, puede producir un alto par.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SERVOMOTORES DYNAMIXEL AX-12A

Características

Características	
Voltaje de alimentación	7V-10V
Torque	12Kg/cm-16.5Kg/cm
Peso	55g
Angulo de operación	300°
Temperatura de operación	-5°C - 85°C
Tipo de protocolo	Half dúplex asincrona
Medio Físico	TTL
Velocidad de comunicación	1Mbps

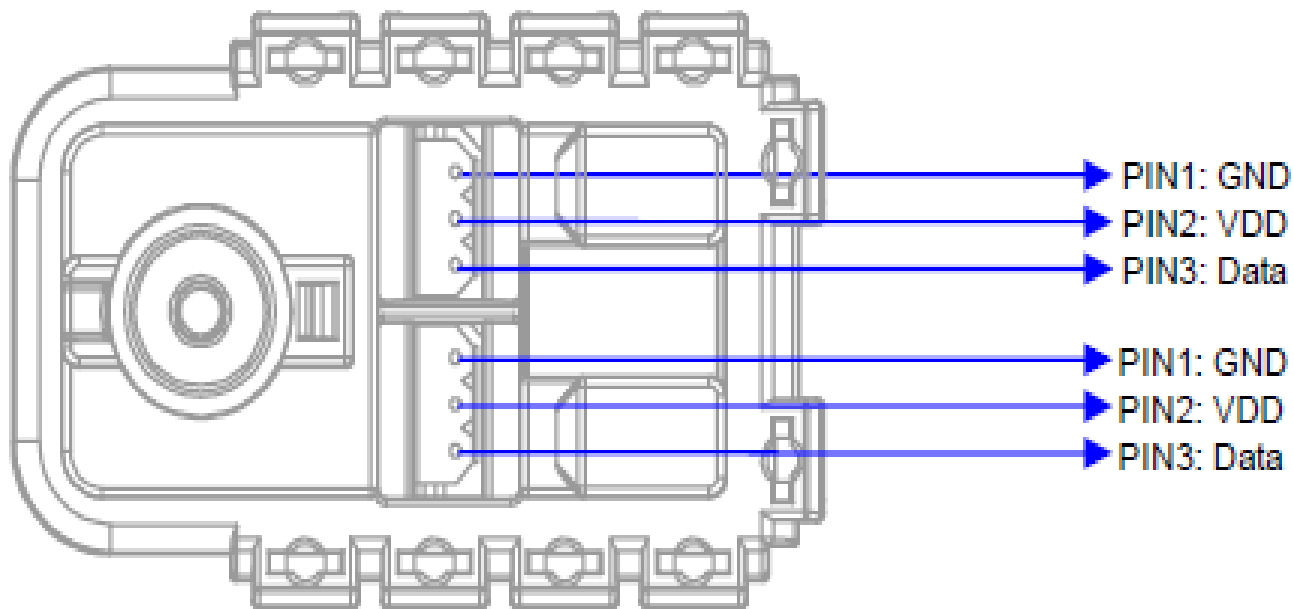


ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SERVOMOTORES DYNAMIXEL AX-12A

Disposición de los pines



CONTROLADOR USB2DYNAMIXEL

Es un dispositivo que controla directamente los servomotores Dynamixel ya sea de la serie AX, DX y RX con la PC.

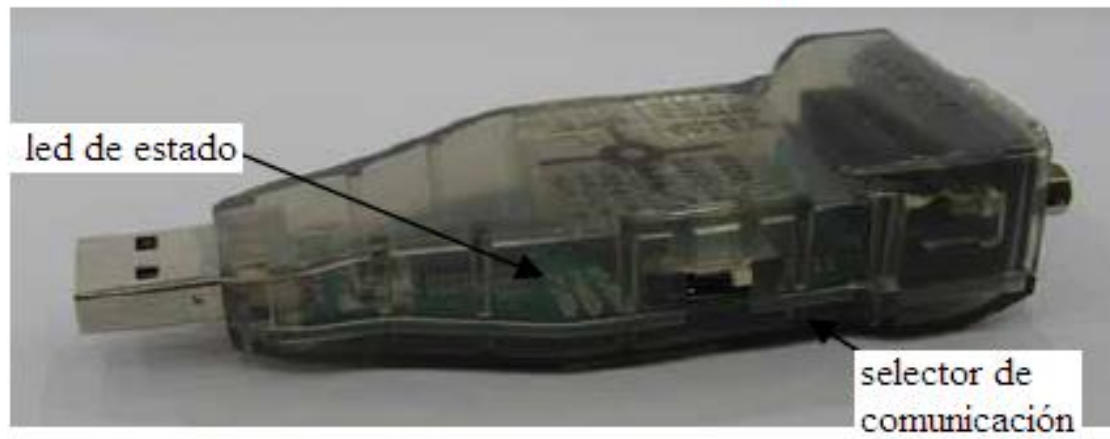




ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

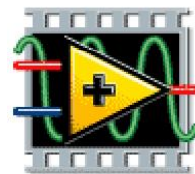
CONTROLADOR USB2DYNAMIXEL



SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

Plataforma LabVIEW

LabVIEW es un programa que permite el desarrollo de aplicaciones de propósito general mediante una programación gráfica, se basa en el concepto de instrumentos virtuales, que consiste en un “instrumento que no es real” cuyas funciones son definidas por programación.



NATIONAL INSTRUMENTS

LabVIEW

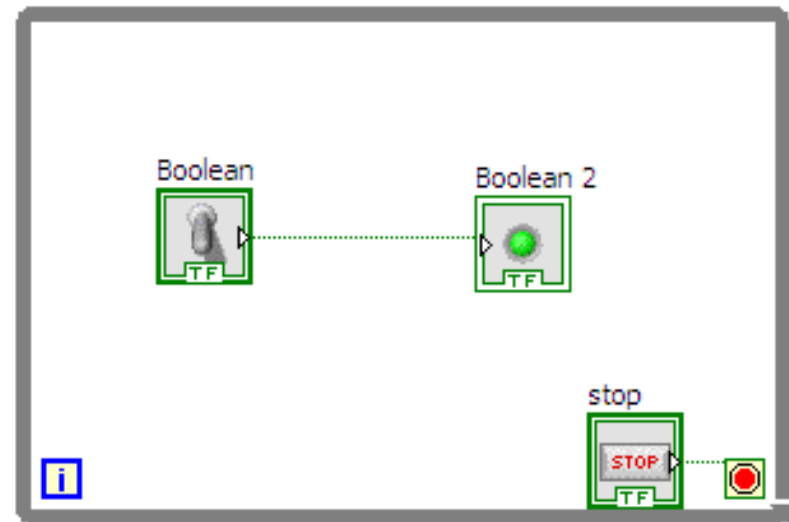


ENTORNOS DE LabVIEW

PANEL FRONTAL



DIAGRAMA DE BLOQUES



ADQUISICIÓN DE DATOS

Para que la computadora y LabVIEW puede leer los datos de los sensores (datos analógicos y datos digitales) es necesario utilizar una Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

DAQ NIUSB6008

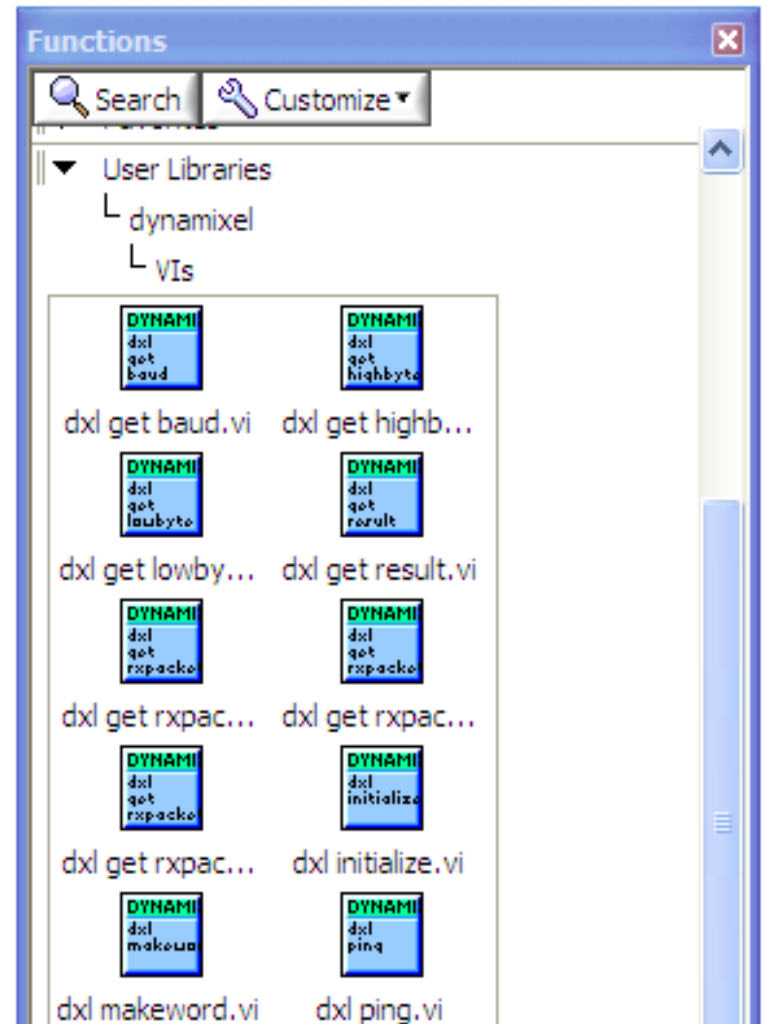
Posee entradas y salidas analógicas, entradas y salidas digitales las cuales brindan funcionalidad de adquisición de datos básica para aplicaciones como registro de datos simple, medidas portátiles y experimentos académicos de laboratorio.



PROGRAMACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO

Para el control de los servomotores del brazo robótico, se utiliza las librerías de Dynamixel SDK de LabVIEW.

UserLibraries/dynamixel/
Vis





PROGRAMACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO

Entre los
controles
mas
utilizados
tenemos

Dirección	Etiqueta	Acceso
3	ID	RD,WR
4	Baud Rate	RD,WR
6	Angle Limit (L)	RD,WR
7	Angle Limit (H)	RD,WR
14	Max Torque(L)	RD,WR
15	Max Torque(H)	RD,WR
30	Goal Position	RD,WR
32	Moving Speed	RD,WR
36	Present Position	RD
38	Present Speed	RD
42	Present Voltage	RD
43	Present Temperature	RD
46	Moving	RD

PROGRAMACIÓN DEL SENSOR DE COLOR TCS-230 (Salida Analógica)

- La salida analógica del sensor de color TCS-230
- Rango de 0-5V
- Entradas analógicas de la tarjeta de adquisición de datos DAQ 6008
- Visualiza el valor del voltaje para cada color
- Comparaciones

PROGRAMACIÓN DEL SENSOR DE COLOR TCS-230 (Salida Digital UART)

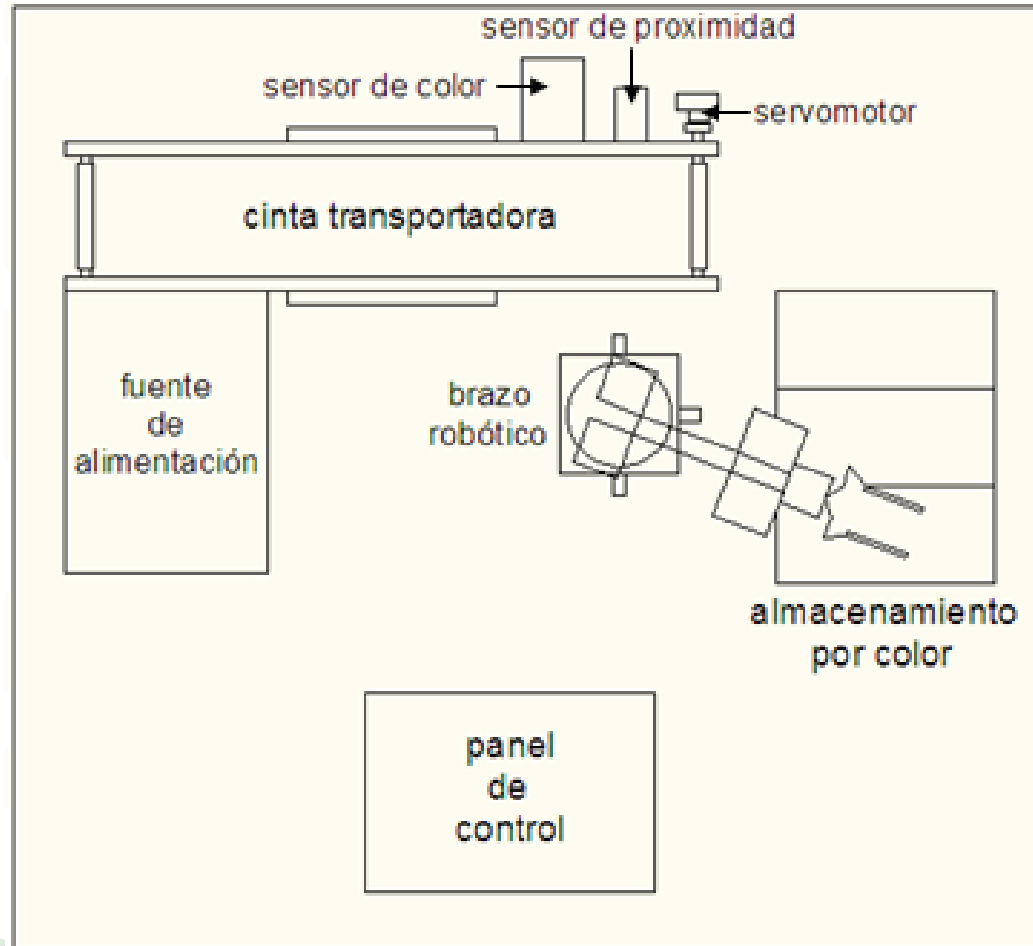
- Microcontrolador PIC16F628A comunicación UART para enviar los datos hacia el sensor de color
- La velocidad que inicia la comunicación, el balance del color y el filtro que se utiliza para la detección
- Microcontrolador PIC 16F876A para recibir los distintos valores RGB del sensor de color
- Comparaciones para determinar el color
- Enviar por medio del puerto de salida del microcontrolador al puerto digital de la tarjeta de adquisición de datos.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ESTRUCTURA PARA DEL SISTEMA





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ESTRUCTURA PARA DEL SISTEMA





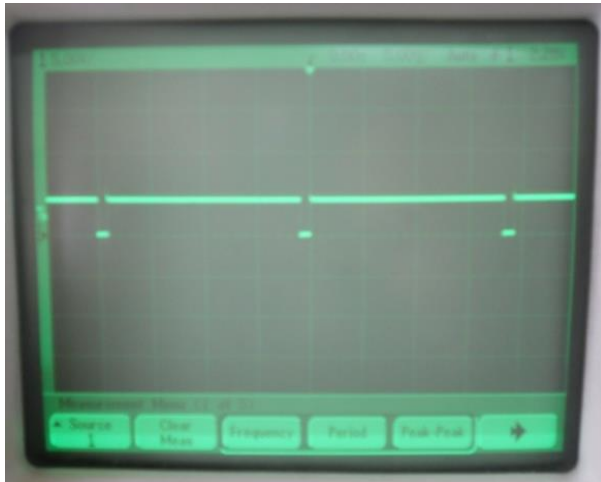
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

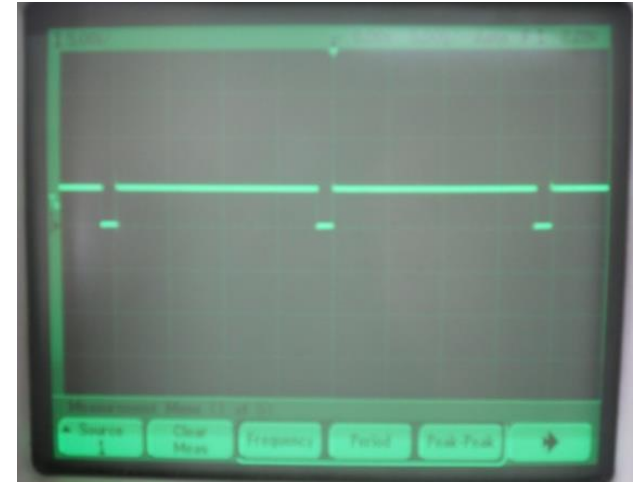
PRUEBAS Y RESULTADOS

PRUEBA DEL GENERADOR DE PULSOS

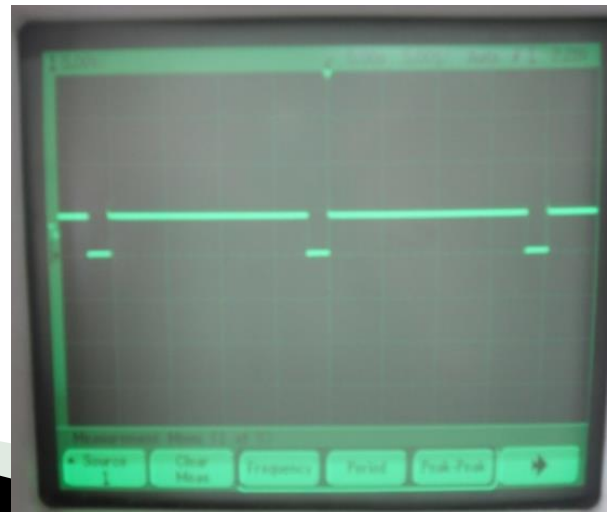
Tiempo en Alto de 19ms



Tiempo en Alto de 18.5ms



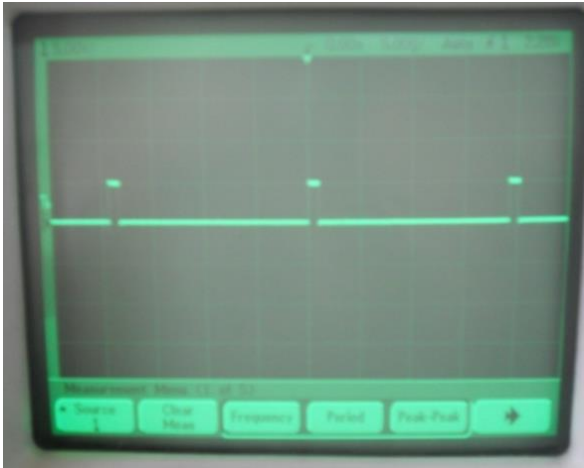
Tiempo en Alto de 18ms



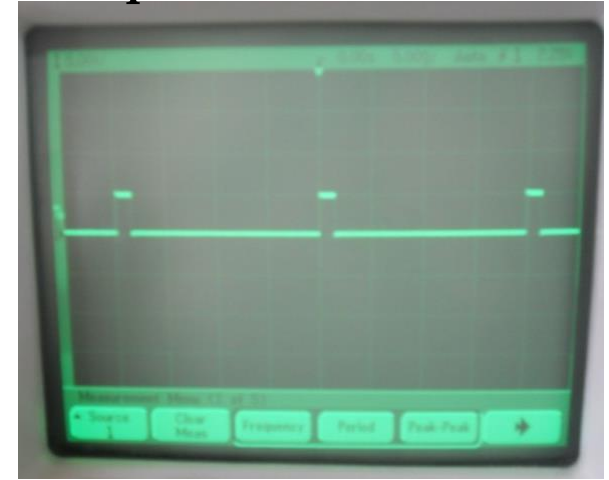


PRUEBA DEL GENERADOR DE PULSOS

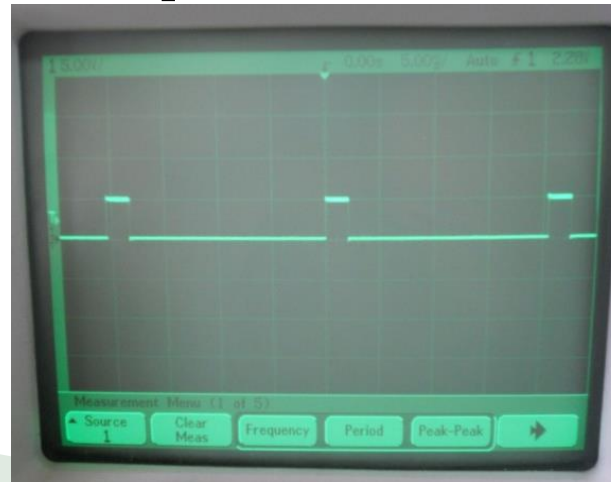
Tiempo en Alto de 1ms



Tiempo en Alto de 1.5ms



Tiempo en Alto de 2ms



Prueba de la Modificación del Servomotor Hitec HS-311

Ancho de pulso	Servomotor
1 ms	Gira a máxima velocidad en un sentido
1.5ms	Se queda inmóvil.
2 ms	Gira a máxima velocidad pero en sentido contrario



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRUEBA DEL SENSOR DE PROXIMIDAD SICK WL250-S132

Sensibilidad	Distancia (m)
Sensibilidad 1	3.5
Sensibilidad 2	4.8
Sensibilidad 3	5.4
Sensibilidad 4	7.6
Sensibilidad 5	8.5
Sensibilidad 6	9.8
Sensibilidad 7	11.5

PRUEBAS DEL SENSOR DE COLOR TCS-230

Colores	Voltaje de Salida (V)		
	Nivel de Luz		
	Alto	Medio	Bajo
Rojo	1.8	1.3	0.854
Verde	0.472	0.368	0.159
Azul	0.348	0.246	0.057

PRUEBAS DEL SENSOR DE COLOR TCS-230

Colores	Valores RGB		
	R	G	B
Rojo	029-033	003-004	001-002
Verde	004-008	007-009	003-005
Azul	001-003	005-006	006-009

PRUEBAS DEL BRAZO ROBÓTICO AX-12A SMART ROBOTIC ARM

Área de Trabajo

Magnitudes	Medida
Alto	58cm
Distancia	40cm
Ángulo de Giro	300°

Ángulo de Giro

Articulaciones	Medida
Articulación 1	300°
Articulación 2	260°
Articulación 3	260°
Articulación 4	300°
Gripper	6cm

PRUEBAS DEL BRAZO ROBÓTICO AX-12A SMART ROBOTIC ARM

Número de Carga	Peso (g)
Carga 1	50
Carga 2	100
Carga 3	150
Carga 4	200
Carga 5	250
Carga 6	300
Carga 7	350
Carga 8	400
Carga 9	450
Carga 10	500



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se ha cumplido con el objetivo principal del diseño e implementación de un prototipo de una máquina que detecta cubos de color rojo, verde y azul (RGB) mediante un sensor de color y los clasifica en un lugar establecido por un brazo robótico.
- El sensor de color TCS-230 entrega una salida analógica o digital dependiendo del nivel de luz que se exponga al sensor.
- La máxima distancia que detecta el sensor de color es 5cm.

CONCLUSIONES

- El servomotor Hitec HS-311 es muy versátil ya que permite trabajar como un servomotor normal con control de posición, y como un motor DC con control de velocidad.
- El sensor de proximidad Sick WL250-S132 permite detectar objetos de cualquier color y no le afecta la luz.
- Los servomotores Dynamixel AX-12A se los puede conectar en cascada ya que posee dos conectores de 3 pines el primero es la entrada del controlador y el segundo es la salida hacia otro servomotor.

RECOMENDACIONES

- Para que el proceso funcione adecuadamente se debe tratar que la luz sea lo más constante posible.
- Antes de poner en marcha el brazo robótico determinar los límites de los ángulos de las articulaciones.
- Para futuras aplicaciones y mejoras del proyecto, utilizar sensores que no le afecten la luz ambiente para la detección.