



PROCESO DE SELECCIÓN DE FILTROS PARA AGUA TIPO BUJIA A TRAVÉS DE UNA BANDA TRANSPORTADORA CON VISIÓN ARTIFICIAL

SELECTION PROCESS OF SPARK PLUG TYPE WATER FILTERS THROUGH A CONVEYOR BELT WITH ARTIFICIAL VISION

Brandon Stiven Marentes Solano. * Juan Esteban Gutiérrez Carvajal.** Jorge Eduardo Porras. ***

Resumen: En el presente documento se llevara a cabo un análisis técnico-practico, con el fin de dar a conocer el funcionamiento de un sistema de selección automatizada de filtros para agua tipo bujía utilizando tecnología de visión artificial y base de datos en la nube, El proyecto “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ADAPTADA AL BRAZO NEUMATICO FESTO PARA GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL” [1], este es un prototipo de línea de producción el cual realiza una clasificación e identificación de piezas metálicas, mediante algoritmos de análisis de imagen.

Se reestructuró el funcionamiento del proyecto, modificando la banda transportadora en su totalidad, permitiendo el ingreso de los filtros de agua tipo bujía, además de su

* Tecnólogo en electrónica. Universidad Distrital Francisco José de caldas Grupo de investigación Integra

(Participante): juaegutierrezc@udistrital.edu.co

** Tecnólogo en electrónica. Universidad Distrital Francisco José de caldas Grupo de investigación Integra

(Participante): bsmarentess@udistrital.edu.co

*** Magister en ingeniería de software Universidad Internacional de La Rioja, Especialización en automatización.

Universidad Distrital Francisco José de caldas, Ingeniero Electrónico Universidad Distrital Francisco José de caldas Grupo de investigación Íntegra: jeporrasb@hotmail.com

detección mediante un cámara portátil y algoritmos de visión artificial con reconocimiento de objetos en tiempo real.

La detección correspondiente es realizada mediante la identificación del color de los filtros y las circunferencias que estos poseen, haciendo un rechazo de los filtros que no cuentan estas características. Durante el recorrido del filtro en la banda transportadora, este realiza dos paradas con el objetivo de realizar una correcta detección y el funcionamiento correcto del ciclo de trabajo, estas paradas se hacen a través de un sensor de distancia infrarrojo y un relé de estado sólido para el manejo correcto del motor. Finalizando con el almacenamiento del número de filtros detectados y rechazados en una base de datos almacenada en la nube, permitiendo su visualización por medio de gráficos y contadores de manera remota en cualquier dispositivo.

Palabras clave: Visión Artificial, Detección de objetos, IOT, Base de Datos.

Abstract: In this document a technical-practical analysis will be carried out, in order to show the operation of an automated selection system for water filters using artificial vision technology and database in the cloud, The project "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PRODUCTION LINE ADAPTED TO THE FESTO PNEUMATIC ARM FOR INTEGRA RESEARCH GROUP" [1], this is a prototype production line which performs a classification and identification of metal parts, using image analysis algorithms. The operation of the project was restructured, modifying the conveyor belt in its entirety, allowing the entry of the spark plug type water filters, in



addition to its detection by means of a portable camera and artificial vision algorithms with object recognition in real time.

The corresponding detection is performed by identifying the color of the filters and the circumferences that they have, making a rejection of the filters that do not have these characteristics. During the filter travel on the conveyor belt, it makes two stops in order to perform a correct detection and correct operation of the work cycle, these stops are made through an infrared distance sensor and a solid state relay for the correct management of the engine. Finally, the number of detected and rejected filters is stored in a database stored in the cloud, allowing its visualization by means of graphs and counters remotely on any device.

Key Words: Artificial Vision, Object Detection, IOT, Database.

1. Introducción

La producción en masa de filtros para agua tipo bujías a menudo da como resultado defectos de fabricación como grietas, roturas, desprendimiento de material o mala colocación de los componentes internos. Estos defectos pueden afectar la eficiencia del filtro y, en última instancia, la calidad del agua purificada. Actualmente, las comprobaciones de los filtros se realizan de forma manual, lo que significa controles visuales exhaustivos por parte de los operadores. Este proceso manual es lento, propenso a errores humanos y puede conducir a una producción ineficiente y productos de calidad inferior. [2] La comprobación manual de los filtros para agua presenta algunos problemas.

En primer lugar, la inspección visual puede resultar agotadora para el operador, lo que aumenta el riesgo de fallo por fatiga. Además, la capacidad de los diferentes operadores para detectar defectos pequeños o sutiles puede variar, lo que da como resultado una calidad de inspección inconsistente, el proceso manual es inherentemente lento y no se puede adaptar fácilmente a los requisitos de producción en masa. Por lo tanto, se necesita un enfoque automatizado y más eficiente para la selección y clasificación de filtros. La visión artificial combinada con cintas transportadoras proporciona una forma automatizada de comprobar los filtros para agua.

La tecnología de visión artificial le permite capturar y procesar imágenes de alta resolución de filtros en movimiento utilizando algoritmos de procesamiento de imágenes. Le permite identificar defectos de manera precisa y confiable y clasificar rápidamente los filtros según la calidad. El transportador asegura un flujo continuo de filtros, lo que facilita la inspección en tiempo real y reduce el tiempo del ciclo de producción. [3]

Por lo tanto, la funcionalidad del proyecto se basó en el desarrollo de un algoritmo en Python para determinar las características del filtro de polipropileno, por medio de una cámara la cual se programó para hacer la detección usando las circunferencias inherentes en el filtro y su color, a su vez se realiza un conteo cada vez que detecta o rechaza un filtro, esta información se visualiza en una página web y está disponible para su descarga como base de datos.

2. Desarrollo del tema

En este artículo se expone una comunicación de datos digitales entre diversos elementos tecnológicos, en los cuales se encuentran dispositivos ópticos(cámara), Dispositivos de medición(sensor), microcontroladores(raspberry-pi) y la nube(internet). generando una respuesta en tiempo real de detección e inventario, permitiendo que los filtros se trasladen en



el sistema (banda transportadora), su finalidad es facilitar al usuario el conteo de filtros de agua tipo bugía según su categoría.

El sistema está representado de la siguiente manera:

1. Detección y Sensado.
2. Control e interrupción estructural.
3. Manejo IoT (Internet of Things).

2.1. Detección y Sensado.

Se desarrollo una infraestructura algorítmica en el entorno de desarrollo Python en la raspberry pi para detectar con visión artificial la forma y el color del filtro además se implementó un sistema de sensado medible para conocer la posición del mismo.

El dispositivo que se utiliza es un sensor SHARP GP2Y0A02YK0F en donde su funcionamiento se centra en determinar la distancia del filtro en cm.

2.1.1. Dispositivos de medición(sensor)



Figura 1. Sensor de distancia infrarrojo [4]

2.1.2. Parametrización del sensor

La lectura del integrado genera valores que oscilan de 0 a 1023 bits realizando la conversión se obtienen valores, que según la distancia del objeto que se desee medir el genera valor mayor o menor, por ejemplo:

Medidas(cm)	valor lectura
15	440
20	412
30	339
40	270
50	210
60	178
70	166
80	156
90	155
100	131

Tabla 1. Tabla de datos de lectura del sensor (Fuente propia)

Al capturar los valores estables se plantea una gráfica para obtener su regresión lineal.

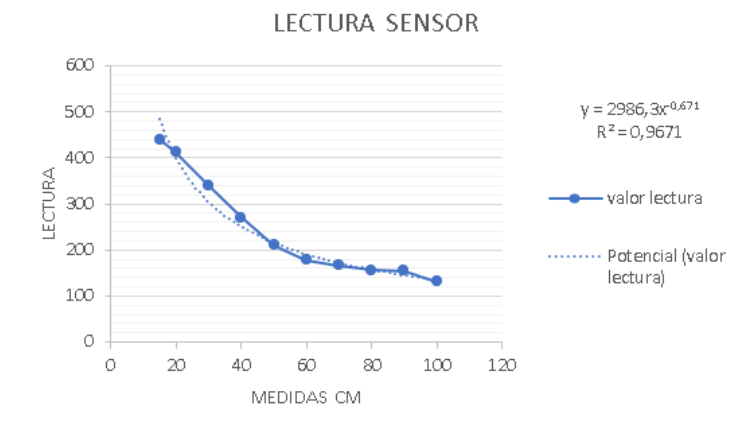


Figura 2. Diagrama de regresión lineal (Fuente propia)

De esta forma se aprecia la distribución de los datos.

2.1.3. Envío de datos

El sensor genera un valor de voltaje en respuesta a la distancia del objeto a un integrado que se llama MCP 3008 que convierte los valores análogos a valores digitales de esta forma se puede obtener una entrada digital por los puertos SPI de la raspberry tomando en base la comunicación SPI se observa una interacción que se compone por los siguientes pines del integrado:

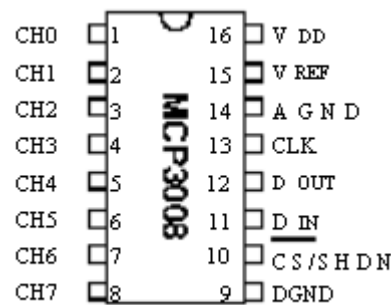


Figura 3. Pinout del integrado MCP3008 [5]

En donde los pines que interactúan con las raspberry son:

RaspberryPi y sensor	MCP3008
(3.3V)	Pin 16 (VDD)
(3.3V)	Pin 15 (VREF)
(GND)	Pin 14 (AGND)
(SCLK)	Pin 13 (CLK)
(MISO)	Pin 12 (DOUT)
(MOSI)	Pin 11 (DIN)
(CE0)	Pin 10 (CS/SHDN)
(GND)	Pin 9 (DGND)
Datos enviados por el sensor	Pin 1

Tabla 2. Pinout conexión raspberry(Fuente propia)

2.1.4. Dispositivo óptico(cámara)

El dispositivo que se utiliza es una cámara GOPRO, en ella se puede apreciar la toma de su lente en tiempo real generando una respuesta por comunicación serial (USB) ,hacia la raspberry pi para visualizar su contenido.

2.1.5. Visión artificial

La detección del color y la forma del filtro se realiza a partir de una librería que se llama OPEN CV en donde su principal objetivo es poder obtener datos lógicos, por medio de un algoritmo que implementa mascarar en la obtención de imágenes enviadas por la cámara de esta manera el algoritmo genera una diversificación de máscaras.

2.1.6. Detección de Color



Figura 4. Imagen de la cámara (Fuente propia)

La detección de color se centra en obtener mediciones del espacio de color HSV (Hue, saturation, Value) que corresponde a las mediciones de matiz, saturación y valor según el color que se desee detectar, este se rige por unos parámetros generales de color según el oscuro o claro del mismo por ejemplo así se vería una imagen sin mascara.



Figura 5. Detección de color sin mascara (Fuente Propia)

Así se vería la imagen con mascara:

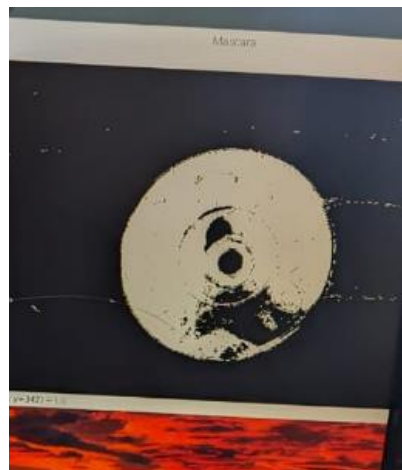


Figura 6. Detección de color con mascara (Fuente propia)

En OpenCV, los canales HSV se diferencian de la siguiente manera: [H:0–179, S:0–255, V:0–255]. Tenemos que entender la variación de H como "grados", que en realidad está entre 0 y 360 como se muestra en la imagen, pero en OpenCV lo simplifican a 180 grados. También podemos ver que la saturación (S) varía desde el centro hacia afuera y el valor (V) desde el fondo más oscuro hasta el más claro.

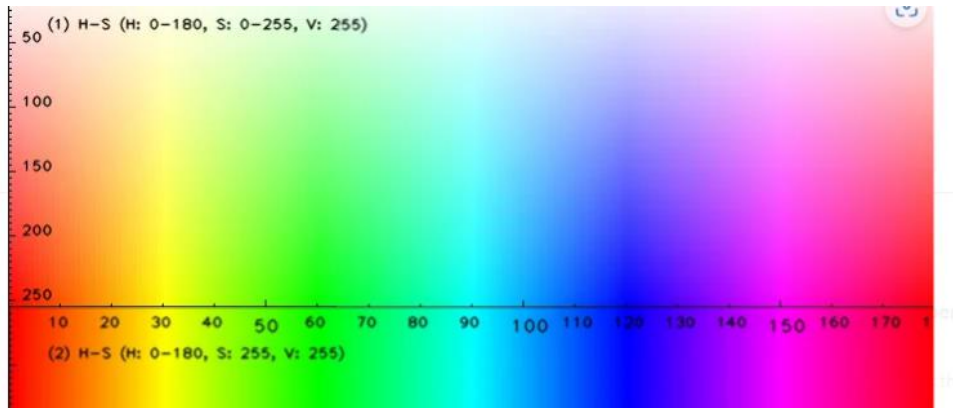


Figura 7. Variación de colores HSV en OpenCV, cuando $V = 255$

La variabilidad de la saturación (S) puede entenderse como la intensidad del color que vemos; se convierte en un tono de gris desaturado y completamente saturado (sin componente blanco). El canal de valor (V) describe el brillo o la intensidad de un color. [6]

2.1.7. Detección de forma

La detección de la forma se centra en realizar una lectura de contornos que se encuentran activamente en la máscara ya que de esta forma asocia la cantidad de vértices que posea el mismo, con el polígono que se desee buscar en este caso se buscó un círculo que cumpliera con las condiciones de diámetro dispuestos en el software.



Figura 8. Detección de círculo interno del filtro (Fuente propia)

De esta forma se puede conocer el tipo de filtro por sus circunferencias en la tapa superior y se puede parametrizar la posición en el plano visto por la cámara.

2.2. Control e interrupción estructural.

2.2.1. Banda Transportadora

Se construyo una banda transportadora la cual es la estructura principal del proyecto, se realizo está realizada con diferentes materiales los cuales son:



Figura 9. Lamina de acero galvanizado

En la figura 9 se observa una lámina de acero galvanizado, que se utilizó para dar estructura a la banda transportadora.



Figura 10. Chumacera con eje.

En la figura 10 se observa la chumacera que se utilizó, para disminuir la fricción que pueda ejercer el cilindro sobre la estructura, además se alinea con la posición de la banda para obtener una mejor reacción cinética.



Figura 11. Creación de los rodillos de la banda (Fuente Propia)

En la figura 11 se puede apreciar el producto final de los rodillos ya que se dividen en dos, uno que contiene la transmisión y el agarre y el otro se encarga de distribuir la energía y mantener un equilibrio en la banda transportadora.



Figura 12. Lamina Estructural Lateral (Fuente Propia)

En la figura 12 se evidencia la estructura de la banda que contiene perfiles a 90 grados que son muy buenos para mantener los ejes rígidos ante cualquier eventualidad.



Figura 12. Estructura básica de la banda transportadora (Fuente Propia)



Figura 13. Banda transportadora finalizada con su estructura para la cámara (Fuente Propia)

El campo de detección de la cámara se encarga de generar un ambiente controlado con buena iluminación de luz blanca para facilitar su detección.

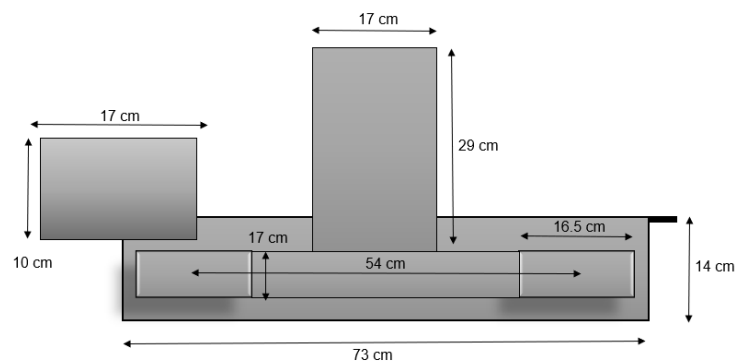


Figura 14. Vista lateral derecha de la banda transportadora (Fuente Propia)

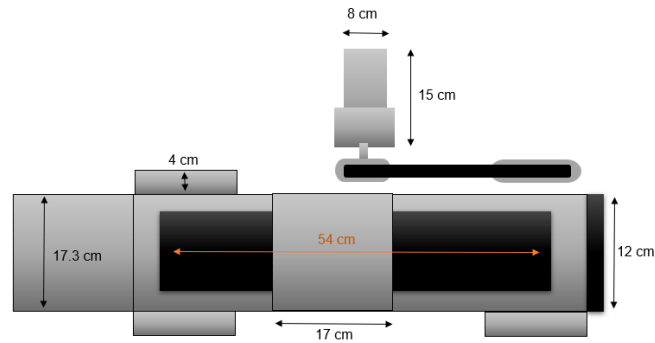


Figura 15. Vista superior de la banda transportadora (Fuente Propia)

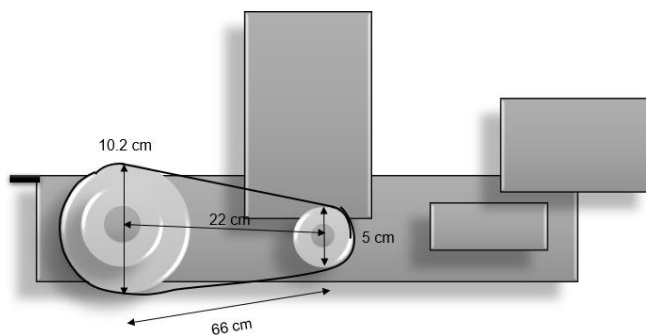


Figura 16. Vista lateral izquierda de la banda transportadora (Fuente Propia)

En las figuras 14, 15, 16 se aprecia el diseño de la estructura de la banda transportadora en dos dimensiones en donde se evidencian medidas reales en cm.

2.2.2. Motorreductor

Se implementó un motorreductor monofásico RH9PF40N-1 de 100V, 40W, 1.15A usando un condensador de 16 μ F, el motor tiene una velocidad de 1200 rpm con una caja reductora que disminuye su velocidad en 100 rpm.

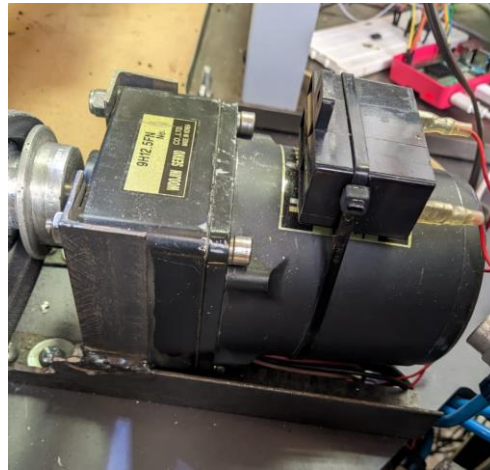


Figura 17. Motorreductor RH9PF40N-1 (Fuente propia)

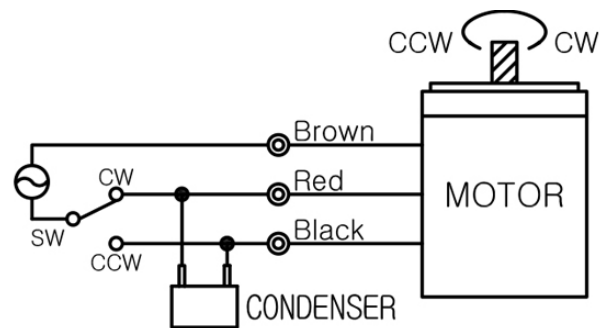


Figura 18. Esquema básico de conexión motor

Podemos ver los parámetros del motor en la siguiente tabla:

Motor Type	Output (W)	Voltage (V)	Freq. (Hz)	Input (W)	Current (A)	Torque (kgf-cm)	Speed (rpm)	(V)	(μ F)
RH9P F40-10	40	1 \emptyset 100	60	105	1.00	3.12	1250	250	15
RH9P F40-11	40	1 \emptyset 110	60	120	1.00	2.51	1550	250	15
RH9P F40-20	40	1 \emptyset 200	60	105	0.50	3.12	1250	450	3.5
RH9P F40-22	40	1 \emptyset 220	60	120	0.50	2.51	1550	450	3.5

RH9P F40- 1U	40	1ø115	60	120	1.00	2.51	1550	250	12
RH9P F40- 2C	45	1ø220	60	120	0.48	3.51	1200	450	3

Tabla 3. Parámetros electrónicos del motor.

2.2.3. Interrupción de motor digital

El motor tiene que realizar unas paradas en laxos muy cortos en donde su influencia se ve controlada por un relé de estado sólido de 10 A que es activado por un pulso de la raspberry pi, este pulso se es amplificado por un transistor 2n222 en configuración emisor común dando como resultado un voltaje más estable.

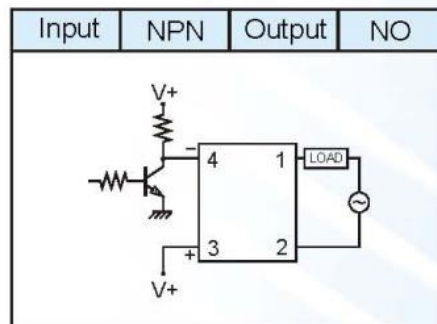


Figura 19. Esquema básico de conexión Relé

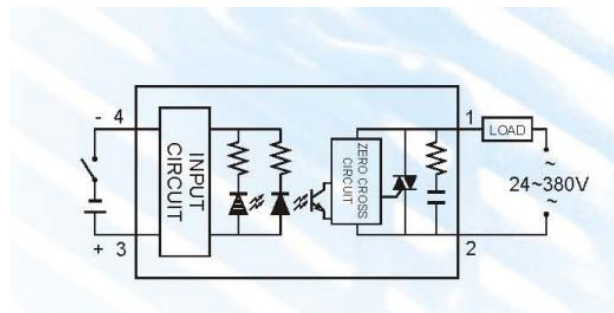


Figura 20. Esquema básico de conexión Relé

En el diagrama se puede evidenciar los elementos que conforman el relé de estado sólido como las resistencias, diodos leds, emisor y receptor además se evidencia la separación de circuitos de potencia con circuitos digitales protegiendo conexiones y demás factores que puedan alterar su tiempo de respuesta. También contiene una red snuber protegiendo el TRIAC que realiza la interrupción en la fase ya que al encender y apagar un motor muy rápido se puede generar unas corrientes de fuga en los componentes que son es conectados directamente.

2.2.4. Relación de transmisión de las poleas

Las poleas generan un gran aporte en un sistema motriz, gracias a la facilidad de transmisión y de disminuir el rpm (revoluciones por minuto) el resultado de su reducción se obtuvo de la siguiente manera:

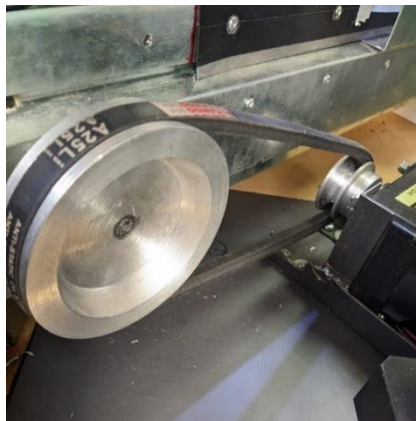


Figura 21. Sistemas de poleas (Fuente propia)

Se aplica la siguiente fórmula para determinar el tamaño de la polea que se necesita para su reducción:

$$i = \frac{d2}{d1} = \frac{m1}{m2}$$

- D2=Diámetro de la polea de mayor tamaño (Conexión con cilindro).
- D1= Diámetro de la polea de menor tamaño (Conexión con motor).
- M2=Revoluciones por minuto de salida (Cilindro).
- M1=Revoluciones por minuto de entrada (Motor).

De esta forma las mediciones quedarían las siguientes tomándose en cuenta la cantidad de revoluciones que se desea conseguir.

$$i = \frac{10.2}{5} = 2.04$$

$$\frac{100}{m2} = 2.04$$

$$\frac{100}{2.04} = 49$$

Aproximadamente 49 rpm se vio la reducción del motorreductor ya que su reducción se vio influenciada por una polea del doble de su diámetro.

2.3. Manejo IoT (Internet of Things).

2.3.1. Tipo de filtro



Figura 22. Los tres tipos de filtros (Fuente propia)

El tipo de filtro se obtiene gracias a la información de la cámara y de esta forma se puede realizar un distintivo de tipo de filtros entre ellos se encuentran el filtro:

- Filtro azul
- Filtro blanco
- Filtro rechazo (Sin Tapa)

2.3.2. Plataforma Base de datos

El IoT o más llamado internet de las cosas nos permite interactuar directamente con nuestros dispositivos que posean algún sensor en este caso nos permite conocer la cantidad de filtros.

2.3.3. Thingspeak

La plataforma Thingspeak se conforma de una serie de herramientas para la visualización y el manejo de la información, una vez implementada en el proyecto permite al usuario tener una medida real de la cantidad de filtros que va sensando según su clasificación, la comunicación se realiza por medio del método get incluido nativamente en Python.

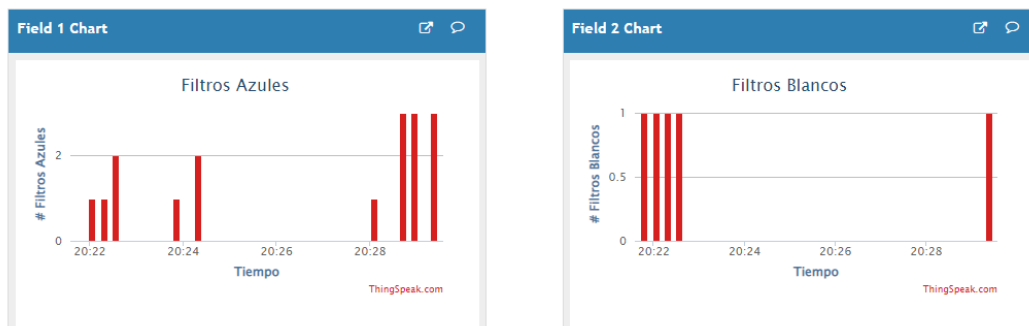


Figura 23. Visualización del número de filtros reconocidos por medio de gráficos de barra (Fuente propia)

Se pueden visualizar los datos obtenidos por medio de graficas como las mostradas anteriormente, que sirven especialmente para poder tener un control en el tiempo del sensado de los filtros de polipropileno o por medio de contadores, de maneras más específicas y puntuales



Figura 24. Visualización del número de filtros reconocidos por medio de contadores (Fuente propia)

Este proceso también puede ser utilizado en dispositivos móviles como los smartphones, y ser consultado en cualquier momento del día; Además de poder descargar los datos en distintos tipos de archivos (JSON, XML, CSV) para su uso estadístico.

created_at	entry_id	field1	field2	field3
2023-09-07T01:21:47+00:00	1	0	1	0
2023-09-07T01:22:03+00:00	2	1	1	0
2023-09-07T01:22:18+00:00	3	1	1	1
2023-09-07T01:22:33+00:00	4	2	1	1
2023-09-07T01:23:51+00:00	5	1	0	0
2023-09-07T01:24:19+00:00	6	2	0	1
2023-09-	7	1	0	0

07T01:28:05+00:00				
2023-09-07T01:28:42+00:00	8	3	0	0
2023-09-07T01:28:57+00:00	9	3	0	1
2023-09-07T01:29:22+00:00	10	3	1	2

Tabla 4. Ejemplo de tabla exportada desde Thingspeak (Fuente propia)

3. Conclusiones

- Un ambiente poco controlado para los sensores ópticos genera muchas discordias ya que su medida varía según la luz y la sombra que tenga el dispositivo y de esta forma se llegó a la conclusión en oscurecer un poco el lugar de detección, pero no lo suficiente para no engeuecer los otros procesos.
- Observamos una reducción significativa en las revoluciones del motor gracias a la transmisión de poleas, de esta forma se puede generar una estabilidad al filtro de agua tipo bujía cuando se desee detener para su sensado del mismo.
- El sistema tiene un tiempo de operación ya que se observaron aumentos de temperatura en el motor se tomó la decisión de generar tiempos de funcionamiento.
- La detección con visión artificial genera una muy buena respuesta entorno a la detección de objetos por color y forma en un ambiente controlado.
- El intercambio de datos entre el dispositivo raspberry pi con la web permite un monitoreo constante de la información con graficas en tiempo real.

Referencias

[1] Jaime Cabrera, Sergio Espitia, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ADAPTADA AL BRAZO NEUMÁTICO FESTO PARA GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTEGRAL", Tecnología en electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Colombia 2020.

[2] "Líneas de producción automatizadas: funciones y beneficios."
<https://dealdos.com/blog/lineas-produccion-automatizadas>.

[3] "Visión artificial identificación de objetos y anomalías | LIS Data Solutions."
<https://www.lisdatasolutions.com/es/blog/vision-artificial-identificacion-de-objetos-y-anomalias>.

[4] Sensor infrarrojo de distancia Sharp GP2Y0A02YK0F 20-150cm. (s.f.). ArdoBot Robótica SAS Javier. <https://www.ardobot.co/sensor-infrarrojo-de-distancia-sharp-gp2y0a02yk0f-20-150cm.html>

[5] MCP3008 Datasheet(1/34 Pages) MICROCHIP | 2.7V 4-Channel/8-Channel 10-Bit A/D Converters with SPI??Serial Interface. (s.f.). ALLDATASHEET.COM - Electronic Parts Datasheet Search. <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/194715/MICROCHIP/MCP3008/486/1/MCP3008.html>

[6] Detección de objetos por colores en imágenes con Python y OpenCV. (s.f.). Gastón Di Giuseppe. <https://medium.com/@gastonace1/deteccion-de-objetos-por-colores-en-imagenes-con-python-y-opencv-c8d9b6768ff>