

Implementación de una arquitectura basada en dispositivos electrónicos para una cabina de normalización aplicada a la mejora de imágenes en el procesamiento digital mediante Arduino TM

Implementation of an architecture based on electronic devices for a normalization booth applied to image enhancement in digital processing using Arduino TM

Marco Antonio Porras Ramírez^{1*}, Marcela Palacios Ortega¹,
Lucero de Monserrat Ortiz Aguilar¹ y Armando Mares Castro¹

¹*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas, CP 36425, Purísima del Rincón, Guanajuato, México.*

**Corresponding autor:
LRS17110452@purisima.tecnm.mx*

Resumen: La tecnología es crucial en la vida moderna ya que permite optimizar tareas y procesos complejos. Este proyecto busca estandarizar imágenes mediante software para mejorar y acelerar los procesos en la industria del calzado, especialmente en el producto terminado. Para ello, se integran sistemas de iluminación y control en un prototipo de cabina de iluminación, facilitando así el procesamiento y la clasificación de imágenes. El sistema asegura una iluminación y control óptimos en una cabina para obtener imágenes normalizadas que faciliten su procesamiento digital. La implementación utiliza componentes electrónicos como Arduino TM, módulos L298N, interruptores, tiras LED y fuentes de alimentación. La metodología propuesta es el ciclo PDCA, que incluye planificar, hacer, comprobar y actuar. El proyecto resultó en un software que controla el encendido de la cabina, la intensidad de la iluminación y la posición del objeto, permitiendo estandarizar imágenes para su procesamiento en un sistema de visión por computadora.

Palabras clave: Procesamiento de imágenes, Arduino TM, Visión por computadora, Calzado, Estandarización.

Abstract: Technology is crucial in modern life as it optimizes tasks and complex processes. This project aims to standardize images through software to improve and accelerate processes in the footwear industry, particularly in the finished product. To achieve this, lighting and control systems are integrated into a prototype lighting booth, facilitating image processing and classification. The system ensures optimal lighting and control within the booth to obtain normalized images that ease digital processing. The implementation uses electronic components such as Arduino TM, L298N modules, switches, LED strips, and power supplies. The proposed methodology is the PDCA cycle, which includes planning, doing, checking, and acting. The project resulted in software that controls the booth's power, lighting intensity, and object positioning, allowing for standardized images to be processed in a computer vision system.

Keywords: Image processing, Arduino TM, Computer vision, Footwear, Standardization.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los dispositivos de control son altamente utilizados en diversos campos e industrias. Hablando específicamente de la industria del calzado, la tecnología ha jugado un papel importante en controlar la calidad en procesos, ya sea mediante maquinaria y técnicas de control. Sin embargo, existen pocas empresas que utilizan dispositivos de control en el producto terminado, un área en el cual también se puede agilizar el proceso tanto de embarque como de almacén.

Para este proyecto se utilizó la placa y el software de Arduino TM en la cual se programaron los dispositivos de control con el fin que la cabina estandarice imágenes y agilice los procesos mencionados anteriormente.

La propuesta de normalizar imágenes mediante software es con la finalidad de mejorar y agilizar los procesos en el área de calzado, especialmente en el producto terminado. Esto incluye reducir la responsabilidad del personal de almacén, agilizar los procesos de almacenamiento, asegurar un control preciso de modelos, números y colores de calzado, utilizando tecnología para simplificar procesos complejos para los operarios. Se requiere que los dispositivos de control tanto electrónicos como ópticos por medio de Arduino TM sean capaces de lograr una normalización en cuanto a posición, condiciones de iluminancia, ángulo de la captura, entre otros, para eficientizar el proceso de digitalización de imágenes para su posterior aplicación.

A. Fundamentos, características y aplicaciones sobre Arduino TM y reconocimiento de imágenes por visión artificial.

El lenguaje de Arduino TM es una versión reducida y mucho más sencilla de manejar que el lenguaje C, en el cual Arduino TM está basado. El objetivo de este lenguaje es que el usuario pueda programar de una manera intuitiva concentrándose en lo que se pretende hacer más que en la manera de hacerlo. El lenguaje de programación C es un lenguaje de propósito general y procedimientos, que su función principal es proporcionar acceso de bajo nivel a la memoria del sistema. Los programas en C deben ejecutarse por medio de un compilador que lo convierte en objeto binario para una computadora. Muchas familias de Unix están escritas en C y se ha estandarizado como parte de la interfaz del sistema operativo portátil POSIX (Portable Operating System Interfaz) (Sala, 2020).

Arduino TM es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de

una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso. Se basa en una placa de circuito que permite conectar componentes eléctricos y electrónicos. Cada placa contiene un microcontrolador, que son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales se escriben con el lenguaje de programación que se puede utilizar en el entorno Arduino TM IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa. Asimismo, permite realizar códigos y editar códigos. Esto está elaborado para simplificar proyectos complejos o multi disciplinados (Millán, 2016) En la figura 1 se muestra la placa Arduino TM.



Figura 1: Frontal y reverso de la placa Arduino TM Uno. Fuente: (Lledó Sánchez, 2012).

Arduino TM Uno hardware

Una de las características del Arduino TM Uno es su microcontrolador ya este es el elemento más importante de la placa y es en donde el código programado se ejecutará de manera adecuada. Este microcontrolador ha sido creado la compañía Atmel, tiene un voltaje operativo de 5V, aunque se recomienda como entrada de 7-12V con un límite de 20V. Contiene 14 pines digitales de entrada y salida, 6 pines analógicos que están conectados directamente a los pines de la placa Arduino TM comentados anteriormente. Dispone de 32KB de memoria flash, el bootloader será el encargado de preparar el microcontrolador para que pueda ejecutar nuestro programa (Lledó Sánchez, 2012). En la tabla 1 se enlistan los requerimientos de Arduino TM Uno.

Tabla 1: Características del Arduino TM Uno.
Fuente (Lledó Sánchez, 2016).

Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de entrada	7-12V
Voltaje de salida	6-20V
Voltaje operativo	5V
Pines digitales E/S	14 y 6 de salida PWM
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para pines E/S	40 ma
Corriente continua para pines de 3-3V	50 ma
SRAM	2KB
EEPROM	1 KB
Velocidad del reloj	16 MHz
Memoria flash	32 KB
Entrada	USB Plug

Iluminación

Toda actividad laboral requiere de un nivel de iluminación de acuerdo con el lugar donde se realice dicha actividad. Se combinará el uso de la luz natural y artificial, una iluminación general es la que permite ver sin dificultad a su alrededor para su desempeño asegurando un óptimo confort visual.

Existen diversas condiciones que son estrictamente necesarias para contar con una iluminación adecuada, uno de ellos son los excesos de niveles de iluminación, se refiere a contar con niveles de iluminación excesivos que a la par provoca temperaturas altas o problemas en vista de operarios, para ello es necesario contar con iluminación estandarizada y adecuada dentro de la cabina (Lema Chicaiza, 2019).

Otro punto será contar con un contraste suficiente para identificar figura y fondo, un contraste adecuado que pueda trabajar de manera conjunta con los programas de la estandarización de imágenes de modo eficiente.

Revisión de aplicaciones relacionadas al reconocimiento de imágenes por visión artificial (Rios González, 2015) presenta un proyecto centrado en el uso de descriptores para identificar puntos clave en imágenes, permitiendo su localización en diferentes escenas con variaciones de rotación, escala e iluminación. Se estudian métodos de extracción de características y se implementa un sistema de clasificación y reconocimiento de imágenes usando la técnica de Bolsa de Palabras Visuales (BoVW), máquinas de vector de soporte y descriptores SIFT y SURF. Se comparan puntos de interés entre imágenes para encontrar coincidencias y se desarrollan esquemas de clasificación personalizados y sistemas CBIR para la recuperación de imágenes basados en contenido.

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA), son una técnica de Inteligencia Artificial que emulan el comportamiento del cerebro humano. Se destacan sus aplicaciones en campos como el reconocimiento de imágenes y se exploran diversas herramientas tecnológicas, ejemplos prácticos y la relación entre las RNA y las matemáticas (Rivas et al., 2018).

Huang (2025) Propone un estilo de reconocimiento de artesanos para el procesamiento artístico, utilizando algoritmos para reconocer y transferir estilos con precisión. Los resultados muestran que el modelo de aprendizaje profundo tiene una alta precisión en el reconocimiento de imágenes, enriqueciendo la conversión de estilos en artesanías y protegiendo el estilo artístico con la artesanía digital.

Ramli y Ahmad (2025) señalan que el reconocimiento de patrones es un método para clasificar o describir la medición cuantitativa de características de cualquier

objeto, dato o fuente. Los autores presentan un estudio centrado en el análisis de patrones de tudung saji dentro de ciertos anillos de matrices finitas, utilizando una matriz binaria obtenida mediante procesamiento de imágenes. Se enfocaron en las etapas de preprocesamiento de imágenes, como escalado, conversión a escala de grises y umbralización, utilizando el Método de Otsu para calcular el valor umbral. Los resultados ayudaron a clasificar los patrones de tudung saji en la teoría de grupos mediante el análisis de la matriz binaria finita, permitiendo un análisis más completo desde esta perspectiva.

Wenmen et al. (2025) señalan que el momento invariante de característica global es crucial para capturar información de un objetivo. La extracción actual depende de imágenes bidimensionales, lo que consume muchos recursos y reduce el rendimiento en tiempo real. Para solucionar esto, los autores proponen una nueva estrategia que combina la detección de un solo píxel con la teoría de momentos invariantes de Hu, permitiendo una adquisición eficiente y rápida sin necesidad de imágenes. Esta tecnología tiene aplicaciones valiosas en análisis, clasificación y reconocimiento de objetivos.

B. Estado del arte de la aplicación de cabinas en otras áreas industriales

Existe documentación de autores en donde los dispositivos de control tienen un papel muy importante en la dirección de elementos electrónicos en una cabina para revisar distintos puntos que se quieren clasificar. Uno de ellos es Lema Chicaiza (2019), que desarrolló la automatización en una cabina multipropósito con el fin de tener un control estricto y un control automático en las industrias manufactureras mediante dispositivos como relés, plc, actuadores, etc. Este proyecto arrojó como resultado que los dispositivos de temperatura trabajan, en sus rangos diseñados, y éstos pasan a ser el cerebro de toda la automatización.

Toscano (2019) implementó el equipamiento de climatización en una cabina ergonómica, creando un sistema de climatización mediante dispositivos de control, teniendo como resultado una cabina funcional mediante la automatización de los parámetros de temperatura e iluminación dentro de la cabina.

Con lo investigado, la aplicación de dispositivos en cabinas ergonómicas puede darse en diversos campos que van desde aplicaciones totalmente diferentes a aplicaciones del mismo campo.

Por ejemplo, Carrillo et al. (2017) habla sobre crear un prototipo de cabina para el tratamiento de maderas. En esta cabina, el autor utilizó dispositivos de control como Arduino TM, software de simulación y el sensor RHT03. El proyecto tiene como propósito reducir la

contaminación del área de trabajo y mejorar la producción.

En otro campo, Chiluisa y Tibán (2020) desarrolló la implementación para automatizar una cabina destinada a desinfectar objetos mediante sistemas de medición infrarrojo de temperatura corporal. El proyecto incluyó dispositivos de control como sensores programados para medir temperatura y detectar movimiento. Como resultado, el autor enfatizó la necesidad de diseñar la cabina con materiales resistentes capaces de soportar el peso de diversos dispositivos electrónicos y eléctricos. Además, se mencionaron las distancias y calibres específicos en los cuales los dispositivos de medición operan de manera estandarizada.

II. METODOLOGÍA

De acuerdo con Castellanos (2018), el ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) es un proceso que, junto con el método clásico para resolver problemas, hace posible que mejore la calidad en los diversos procesos de la empresa. Supone un método para una mejora continua al aplicarla en la administración de los diversos procesos resulta de mucha utilidad.

Aparicio et al. (2023) utilizaron la metodología del ciclo Deming con el fin de mejorar la productividad en una empresa dedicada en la confección de prendas de vestir, y gracias a la metodología se pudo observar el área en donde la productividad era escasa y así mejorar la eficacia de esta mediante la mejora continua.

Por otro lado, Rodríguez Paredes (2021) utilizó la misma metodología para mejorar la eficacia y la producción de alcahofas marinas, teniendo un incremento del 16 % y una mejora de productividad en los procesos.

Bach (2018) dice que el ciclo Deming lo comprenden cuatro fases cíclicas, de manera tal que una vez finalizada la última fase debe volverse a la primera y volverá a realizar el ciclo, de manera que las labores son reevaluadas de forma periódica para que se incorporen mejoras y son: Planificar, realizar, supervisar y actuar.

A continuación, se describe la metodología utilizada en el proyecto, el ciclo Deming y sus herramientas.

Las etapas y los pasos del ciclo son:

- Planificar
 - Definir los objetivos
 - Decidir los métodos para alcanzar objetivos
 - Comunicar
- Hacer
 - Procesos
 - Desarrollo
 - Simulación
- Comprobar
 - Análisis
 - Resultados

- Verificación
- Actuar
 - Acciones correctivas
 - Áreas de mejora
 - Control

A. Planificar

En la primer etapa o fase del ciclo Deming se realiza la planeación. Antes de planificar los métodos se identifican los objetivos para después priorizar los problemas detectados y buscar la solución adecuada, para ello se realizó un análisis fundamental que determina acciones sencillas que se hará y como se hará para llegar a los objetivos principales.

En la parte de identificar los objetivos se utilizó la taxonomía de Bloom para establecer los objetivos de aprendizaje, identificándolos de manera secuencial y como funciones principales del proyecto.

Los objetivos principales son el Identificar los requerimientos de control y configuración necesarios para la correcta programación de los dispositivos utilizados en la cabina, desarrollar un código para manipular los elementos electrónicos que permitan controlar el nivel de iluminación requerido, analizar el comportamiento de los dispositivos de control y su función de acuerdo con el código realizado en Arduino TM, realizar las pruebas de programación al prototipo físico, evaluar mediante la técnica del histograma la optimización de los elementos de contraste e iluminación.

Una vez que se identifiquen los objetivos se realiza un análisis fundamental, que consiste en detectar el propósito fundamental de cada uno de los puestos y comenzar a desglosar en funciones cada vez más pequeñas y específicas, que darán como resultado los elementos de competencia.

Para ello se realizó un mapa funcional que ayude a realizar las acciones principales y abordar el propósito fundamental del proyecto, en este caso la programación y optimización de los dispositivos dentro de la cabina. En la figura 2 se presenta el modelo de mapa funcional.

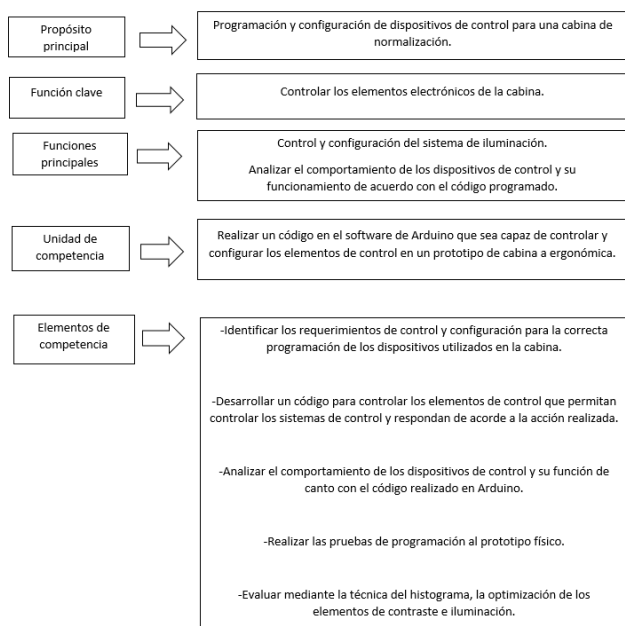


Figura 2: Mapa funcional. Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa de comunicar que menciona la metodología se apoya y se toma en cuenta la opinión y retroalimentación de asesores y/ o especialistas con la finalidad de mejorar y optimizar tanto las partes del sistema electrónico como la parte de la investigación del proyecto.

B. Hacer

Para esta etapa se comienza a trabajar en la programación y conexiones de los sistemas utilizados para la cabina, trabajando en software de simulaciones que permitan tener una idea clara de las conexiones y también que funcione de manera que permita realizar pruebas tanto a las conexiones como al código de programación.

La simulación del sistema se realiza en el software de Tinkercad, iniciando por las conexiones básicas del circuito a la placa de Arduino TM, como la simulación del programa que permita controlar el sistema, iluminación y otros dispositivos electrónicos.

En el caso de las conexiones, se realizó el esquema que muestra el cómo fueron diseñadas las uniones ideales para el sistema, priorizando el acomodo de cada elemento, se utilizaron módulos L293D para el esquema, ya que igual que los módulos L298N, se pueden utilizar para las tiras de 12v, ya que ambos son puentes h y soportan voltajes de 36v. El sistema de iluminación, es decir, las tiras LED alimentadas por una fuente de 12v y los demás elementos de control como el láser (simulado por diodo LED rojo), switch, diodo LED y micro interruptor (simulado por un pulsador) alimentados por los 5v del Arduino, de igual manera se apoyó en los esquemas para verificar conexiones y funcionamiento de cada uno de los dispositivos y cómo funcionaron dentro del sistema

completo. En la figura 3 se esquematizan las conexiones del sistema.

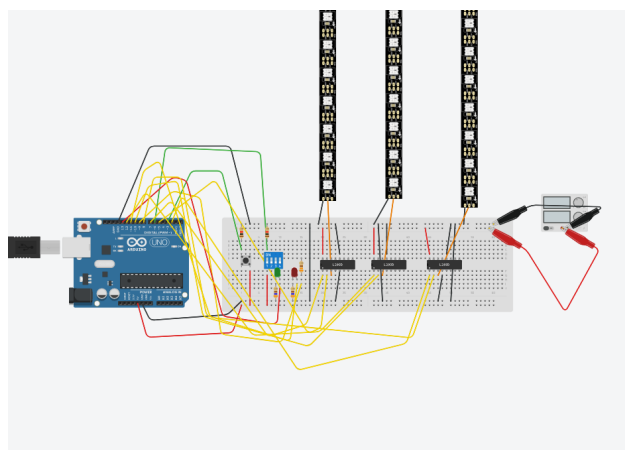


Figura 3: Conexiones del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Para la programación del código y como mejora en el proyecto, se añadieron elementos de control, en este caso un láser y un micro interruptor, que actúan en la puerta de la cabina como interruptor y el láser dentro de la cabina que es el punto de posición del calzado dentro de ésta. En la programación el láser responde al pin 8 del Arduino, y el micro interruptor en el pin número 3, también se programó un valor "int" llamado "ergo" para estabilizar la intensidad de iluminación cuando la puerta este abierta y evitar dañar la vista de los operarios, dentro de void loop se programó una condicional "if" desde el inicio del programa para que encienda y apague todo el sistema cada vez se presione o se apague, y "else" que fue la otra condición en caso que la condición "if" no se cumpla es decir apague el sistema o disminuya la intensidad de las luces al no cumplir la condición y pasar a la condición "ergo" ,de la misma manera se programó solo un LED, quitando los otros dos que se habían programado para la simulación , esto para que el LED solo sea para "estado" es decir que indique al operario desde el panel de control de la cabina que el sistema esta encendido, el LED responde al pin 13 en el Arduino TM y programación, en las figuras 4, 5 y 6 se presentan fragmentos de la programación de Arduino TM utilizados para configurar las luces LED, el microinterruptor y demás componentes que integraran el sistema de la cabina de acuerdo al código que se muestra en las Figuras 4, 5 y 6.

```
const int Lamp1 = 9;
const int g1 = 12;
const int g2 = 7;
const int Lamp2= 10;
const int g3= 2;
const int g4 = 5;
const int Lamp3= 11;
const int g5 = 4;
const int g6= 1;

int ergo = 10;
```

Figura 4: constantes para definir luces LED y módulos L298N en la placa de Arduino TM. Fuente: Elaboración propia.

```
void setup() {
  { Serial.begin (9600);
  pinMode( 6 , INPUT);
  pinMode( 3, INPUT);
  pinMode( 5, OUTPUT);
  pinMode( 7, OUTPUT);
  pinMode( 8, OUTPUT);
  pinMode( 9, OUTPUT);
  pinMode( 10, OUTPUT);
  pinMode( 11, OUTPUT);
```

Figura 5: pinMode definiendo entradas o salidas en la placa de Arduino TM. Fuente: Elaboración propia.

```
digitalWrite(g1, HIGH);
digitalWrite(g2, LOW);
analogWrite(Lamp1, 255);
```

Figura 6: digitalWrite en módulos L298N en la placa de Arduino TM. Fuente: Elaboración propia.

Para los módulos L298N se programó en los pines PWM los cuales nos permiten regular señales que van desde 0 hasta los 255. En los cuales la iluminación va desde ese factor otorgando la máxima luz de las tiras led.

C. Comprobar

Con el modelo, el análisis y código completado, se realizaron las conexiones y la integración de elementos para realizar las pruebas finales correspondientes. Como se mencionó en la programación, se añadieron elementos como un láser, el cual es el encargado de fijar la posición del calzado dentro de la cabina, ese láser será el encargado de fijar la posición y se encenderá si la puerta de la cabina permanece abierta para que el operario logre acomodar el objeto utilizando el haz de luz como guía. Al cerrar la puerta, este láser se apaga, de igual manera se programó un micro interruptor, el cual su función será que al momento de cerrar la puerta el operario las luces enciendan en su máxima iluminación en caso de que esté presionado, es decir las puertas de la cabina abierta, las

luces permanecerán encendidas con luz tenue tal y como se programó en el software de Arduino TM, en la figura 7 se muestran los elementos electrónicos programados para el sistema.



Figura 7: Laser, micro interruptor y modulo L298n utilizados en el sistema de iluminación. Fuente: Elaboración propia.

Una vez cargado el código en la placa Arduino TM, al encender el switch, el sistema enciende y al presionar el micro interruptor, en este caso simulado por un pulsador, las luces del sistema se encienden de manera tenue para no molestar la vista del operario. Caso contrario al no presionar el pulsador, las luces estarán al máximo como se muestra en la Figura 8.

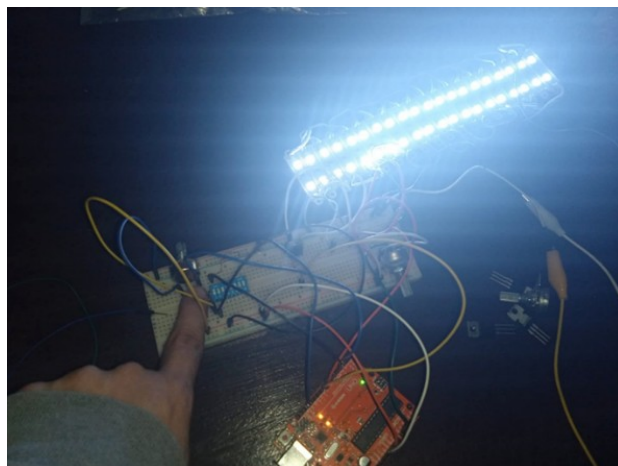


Figura 8: Funcionamiento de laser e iluminación al máximo en el sistema. Fuente: Elaboración propia.

Al encender el sistema, el láser debe estar encendido, por lo que se supone que la puerta de la cabina está abierta. La iluminación se encuentra en luz tenue, es decir, la iluminación de las tiras LED es menor para evitar dañar la vista del operario, esta acción se programó en el sistema como medida ergonómica, pensando en la salud de los trabajadores. Una vez colocado el objeto dentro de la cabina y cerradas las puertas, el software apaga el láser y aumenta la iluminación de tenue a máxima capacidad para lograr una iluminación adecuada para la captura de las imágenes.

Después de las pruebas y análisis, se realizó los resultados del código programado, con todos los elementos que integran la cabina, es decir, los elementos que finalmente

van implementados en ésta, para observar que realmente funcionen en los elementos finales.

Se realizaron las conexiones de acuerdo con el modelo que se realizó anteriormente y se cargó el programa en la placa Arduino TM. La placa Arduino TM está alimentada por una laptop, en este caso, para verificar código y conexiones. En la Figura 9 se observan las uniones de los elementos.

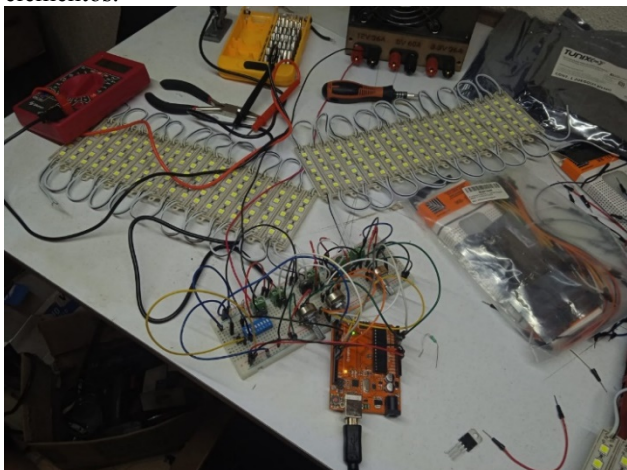


Figura 9: Conexiones de todos los elementos electrónicos para el sistema de iluminación. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 10, los elementos responden al código, las luces están en una intensidad tenue, ya que el sistema detecta que la puerta está abierta, por ende, en la parte superior se puede apreciar el encendido del láser. Para concluir, el código y las conexiones se encuentran listas para instalarse en la cabina.

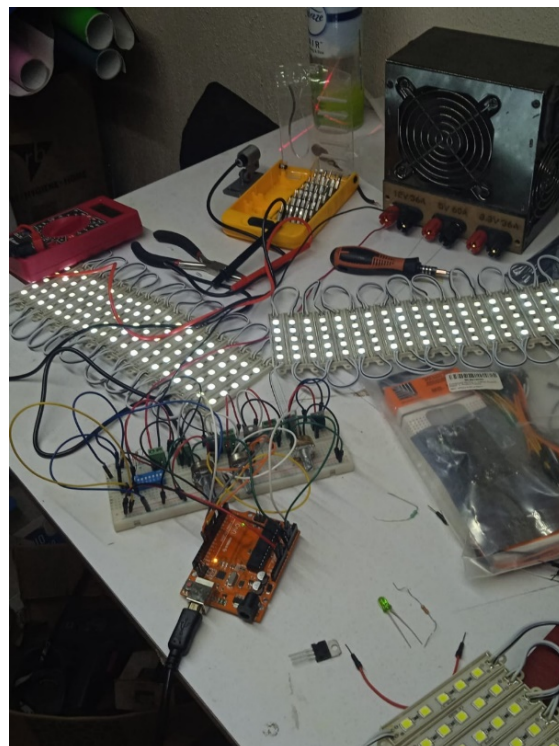


Figura 10: Conexiones finales del sistema de iluminación. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado final del sistema se instaló la estructura en el prototipo de la cabina para observar su funcionamiento final, tanto el de iluminación como de los componentes de control.

Como primera acción para probar los componentes, se activó el botón de encendido, el cual enciende todo el sistema de iluminación y sus componentes y efectivamente funcionó adecuadamente. En la figura 11 se muestra la posición del botón en la cabina, que fue en la parte superior para que quedara a la vista del operario y pueda tener acceso de inmediato, sin necesidad de buscar el botón de encendido/apagado.



Figura 11: Botón de encendido y apagado del sistema. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12 se muestra el sistema de iluminación adaptado e instalado en la cabina. Se realizaron pruebas

para verificar que las luces encendieran adecuadamente, es decir sin parpadeos o cortes en la iluminación.

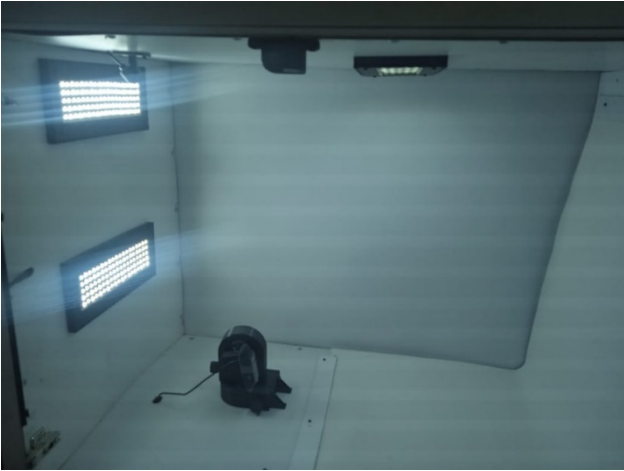


Figura 12. Sistema de iluminación final en la cabina.
Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera se instalaron los elementos de control y se realizaron pruebas de funcionamiento en conjunto con todo el sistema como se tenía planeado. En la figura 13 se observa el funcionamiento del láser.

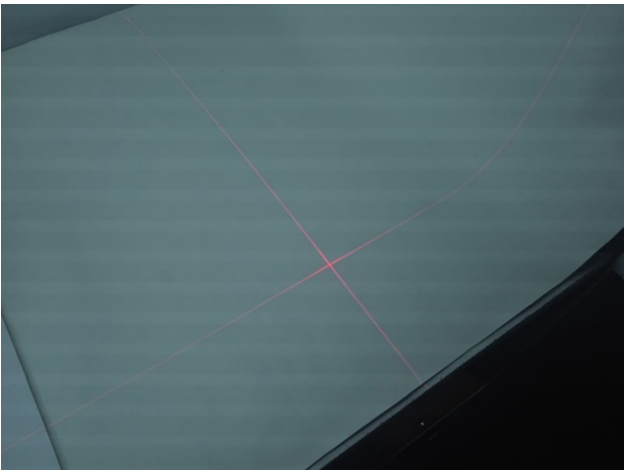


Figura 13: Funcionamiento del láser, cuando la puerta de la cabina está abierta indicando la posición del calzado.
Fuente: Elaboración propia.

Para la comprobación del micro interruptor, se realizó mediante el láser, es decir cómo se menciona en el apartado de programación final, la condicional dice que, si la puerta de la cabina está abierta, el láser se enciende mostrando al operario la posición del láser y en caso contrario, si la puerta está cerrada, el láser permanecerá apagado.

En la Figura 14 se observa el láser con el micro interruptor sin ser presionado, por lo cual este encendido y la iluminación con más baja intensidad.



Figura 14. Laser encendido e iluminación baja al no ser activado el micro interruptor. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 15 se muestra el caso contrario, si se activa el micro interruptor, observe que la intensidad de las luces pasa de tenue a intenso, requisito necesario para obtener mayor calidad en la iluminación de las imágenes, también se observa que el láser pasó de encendido a apagado, es importante considerar que el láser únicamente una guía para colocar los objetos dentro de la cabina (para obtener una posición lo más exacta posible) y que si el láser no se apaga dañaría los sensores de la cámara, además de que sería un elemento no deseado en la imágenes capturadas.



Figura 15: Laser apagado e iluminación alta al ser activado el micro interruptor. Fuente: Elaboración propia.

Histograma en MATLAB TM

La parte que se realizó en MATLAB TM fue la realización de histogramas de una imagen. Los histogramas en MATLAB TM se utilizan para determinar la intensidad de una figura y conocer los valores y frecuencia que hay en una imagen.

Para su programación se apoyó en la página oficial de MATLAB™ para la realización de histogramas, la página dice que el comando para leer una imagen se escribe dentro del programa como: `x = imread('ruta, nombre');` y `I = rgb2gray(I)`, esto para interpretar la imagen a escala color y después convertirla a escala de grises.

La otra función programada fue "imhist", la función mencionada cumple con la labor de devolver los recuentos del histograma de counts y las ubicaciones, programado como `[c, b]= imhist`.

Por último, para la muestra del histograma, se utiliza el comando `imshow(I)` de la figura.

En la Figura 16 se adjunta el código realizado en MATLAB™ para realizar estos histogramas.

```

1 - close all; clear; clc;
2 - [nombre, ruta]=uigetfile('*.*)%Lee archivo
3 - x=imread([ruta, nombre]);
4 - %subplot(2,2,1)
5 - figure(1)
6 - imshow(x);
7 - x1=rgb2gray(x);
8 - figure(2)

```

Figura 16. Código programado en MATLAB™ para realizar histogramas mediante imágenes. Fuente: Elaboración propia.

La primera foto que se analizó fue la bota vaquera argelia, la imagen fue tomada directamente desde la cabina, analizando la foto se puede observar en el histograma, en la parte inferior derecha no contiene barras por lo tanto se puede deducir que la foto carece de un poco de claridad y las barras se inclinan a la parte inferior izquierda es decir a ser un poco más oscura.

En la Figura 17 se muestra la foto de la bota argelia analizada y el histograma correspondiente.



Figura 17. Bota analizada mediante la técnica del histograma. Fuente: Elaboración propia.

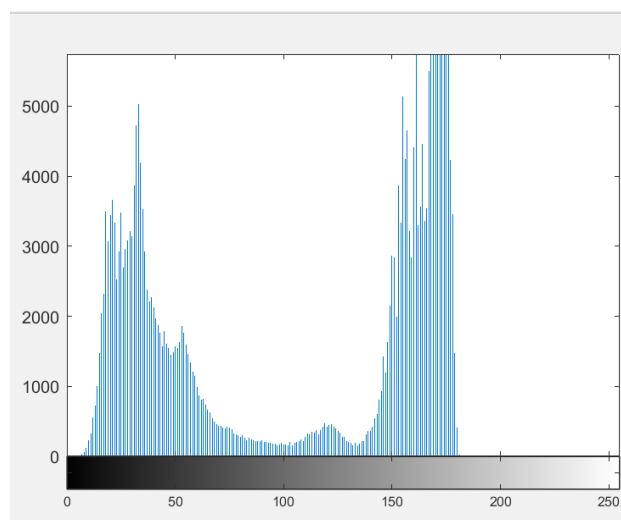


Figura 18. Histograma realizado de la bota Argelia. Fuente: Elaboración propia.

Cuevas (2017) explica que, si se realiza un aumento de la iluminación en una imagen, se produciría un desplazamiento de su histograma completo hacia la derecha, por lo que los valores se acercarían al límite superior del rango de intensidades, es decir a valores de 255. En el histograma de la figura 18 se aprecia un rango menor de 200 en el histograma, lo que indicaría que es necesario añadir más luces led, para tener mayor rango de iluminación cubierto por la cabina.

D. Actuar

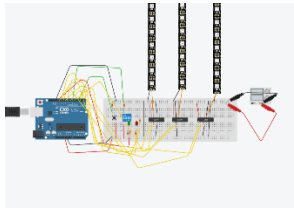
Como área de mejora, se detectó que con unas luces LED de mejor calidad el sistema funcionará de manera más eficaz, de la misma manera, trabajar con elementos de mejor calidad haría el trabajo más sencillo sin muchos fallos, trabajar con placas como PCB que permitan la conexión sin soldadura lo haría más fácil al momento de conectar. En la parte de la técnica del histograma se analizó que es mejor añadir una iluminación más para tener una mejor iluminación y contraste.

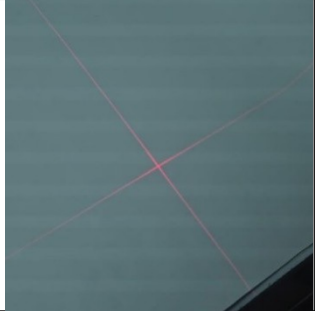

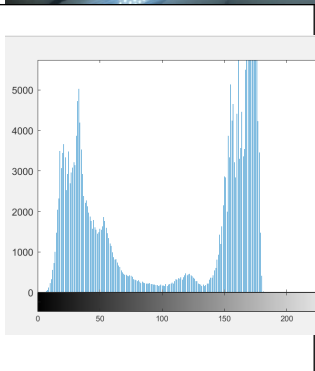
Y como acciones correctivas se observó que es mejor reemplazar los transistores y potenciómetros por un módulo L298N, ya que se observó que la iluminación de las luces LED a máxima intensidad es la necesaria para una correcta iluminación dentro de la cabina y no es necesario regularla ya que al no estar en su iluminación máxima la luz emitida es deficiente, esto se logró observar gracias a la técnica del histograma dentro del software de MATLAB TM, además que con los módulos L298N la luz emitida por los LED es mejor y más eficiente.

III. RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestra a manera de resumen los resultados obtenidos durante la realización del sistema.

Tabla 2. Resumen de resultados Fuente: Elaboración propia.

Necesidad detectada	Solución	Resultado
Se requiere diseñar un sistema que permita el encendido de un conjunto de componentes para la captura de imágenes	Se diseña un diagrama en Arduino TM, que integra componentes como microcontroladores, módulos, micro interruptores que funcionan en conjunto para permitir la captura de imágenes.	
Se requiere una guía que sirva al operador de la cabina para colocar el objeto de estudio en	Se programa un láser y un microinterruptor controlados con el software de Arduino TM, para que se encienda un láser cuando la	

la posición más exacta posible y facilitar el procesamiento digital.	cabina esté abierta y se apague al tocar el microinterruptor (Cerrar la cabina).	
Se requiere regular la iluminación para aumentar la calidad de la imagen al momento de la captura y que a la vez no se lastime la vista al operador.	Se programa en el código una función con microcontroladores para indicar cuando la puerta este abierta, la luz sea tenue, al cerrar la puerta de la cabina la luz se enciende a su nivel máximo, permitiendo mayor iluminación durante la captura de la imagen.	
Analizar si la iluminación obtenida es adecuada para la adquisición de las imágenes.	Se analizan imágenes tomadas desde la cabina y con ayuda de la técnica del histograma se presentan gráficas que permiten analizar los niveles de intensidad obtenidos en cada imagen.	

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para procesar una imagen pixel a pixel es importante mantener las condiciones de captura lo más estándar posible, por ejemplo la iluminación natural puede presentar variaciones dependiendo de la hora del día en que se capture la imagen, lo cual puede afectar el procesamiento digital de imágenes, es posible mejorar la iluminación o brillo por medio de operaciones homogéneas en MATLAB TM para el aumento de contraste, sin modificar los pixeles de la imagen, esto requiere mayor procesamiento además de protección de la imagen para que no exceda los límites inferiores y superiores de intensidad, por lo tanto, este sistema permite eliminar estas variaciones durante la captura de las imágenes y evita un mayor procesamiento digital en etapas posteriores a la adquisición de las imágenes. Los elementos integrados en el sistema como la placa de

Arduino TM y demás elementos son baratos y fáciles de conseguir, por lo que el costo es relativamente bajo, además la utilización de las versiones más recientes de los programas utilizados, tienen un mejor procesamiento y mejor respuesta. En cuanto al mantenimiento, la utilización de resistencias permite una vida más duradera de los elementos electrónicos.

Como se menciona en la parte de actuar de la metodología del ciclo, el agregar una plantilla de luces led extra puede mejorar el procesamiento de imagen, ya que la iluminación será mejor y más eficiente, esto se pudo observar mediante MATLAB TM y la técnica del histograma, el ciclo Deming es una herramienta de mejora continua por lo cual permitirá al sistema ir mejorando a través del mantenimiento y observación constante del sistema e ir innovando y mejorando el prototipo de cabina con el paso del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el apoyo otorgado en la Convocatoria 2024: Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, así como al ITS Campus Purísima del Rincón por las facilidades otorgadas para la realización del proyecto.

REFERENCIAS

Aparicio-Urbano, M. J., De la Mora Ramírez, D. T., & Bravo-Quintero. (2023). *Aplicación del Ciclo Deming y Diagrama de Flujo para Incrementar la Productividad. Aplicación del Ciclo Deming y Diagrama de Flujo para Incrementar la Productividad*. ConCiencia Tecnológica. 65. 61-72 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9161433>

Castellanos, I. (2018). *El ciclo Deming para mejorar la productividad en los procesos de una empresa textil*. Huancayo: Universidad Peruana de los Andes.

Cuevas E. Díaz Cortés M., Camarena Méndez J.O. (2017). *Tratamiento de imágenes en Matlab*, México, ed. Alfaomega

Carrillo Alvarado, G. A., Gómez, M. O., López, I. E., Aguilar, D. A., Calderón, A. E., & Láinez, J. A. (2017). *Diseño y construcción de prototipo de cabina con ambientes controlados de acabados de madera de uso en las PYMES salvadoreñas*.

Chiluisa Moreno, J. A., & Tibán Moreno, B. A. (2020). *Diseño e implementación de una cabina automatizada para la desinfección de objetos con sistema de medición infrarrojo de temperatura corporal y adquisición de datos* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: UTC.).

Huang, C. (2025). *Combining CAD and Deep Learning Models for Style Recognition and Transformation of Arts and Crafts*. Computer-Aided Design and Applications, https://cad-journal.net/files/vol_22/Vol22NoS1.htm

García, I., & Caranqui, V. (2015). *La visión artificial y los campos de aplicación*. Tierra infinita, 1(1), 98-108.

Lema Chicaiza, M. A. (2019). *Diseño de la automatización electromecánica en una cabina ergonómica multipropósito* (Bachelor's thesis, Universidad Tecnológica Indoamérica).

Millán, F. M. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de medida de gases con Arduino*. Escuela Universitaria Politécnica de Teruel. Tomado de: <https://zaguan.unizar.es/record/59102/files/TAZTFG-2016-2689.pdf>.

Ramli, M. A. (2025). *Zero-One Matrix on Tudung Saji Pattern via Image Processing*. Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology, 44(2). 89–101. <https://doi.org/10.37934/araset.44.2.89101>

Rios Gonzalez, L. (2015). *Sistema de clasificación y reconocimiento de imágenes*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

Rivas Asanza, W., Mazón Olivo, B., & Tusa, E. (2018). *Tecnologías utilizadas en el reconocimiento de patrones y clasificación de imágenes*. Universidad Técnica de Machala., Machala.

Rodriguez Paredes, M. B. (2021). *Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el proceso de alcahofa cuartos marinados en una empresa Agroindustria*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73004>

Sala, F. R. (2020). *Lenguaje de programación*. UNAM, CDMX.

Lledó Sánchez, E. (2012). *Diseño de un sistema de control domótico basado en la plataforma Arduino* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

Toscano, Q., & Eliecer, R. (2019). *Equipamiento de climatización en una cabina ergonómica multipropósito*. (Bachelor's thesis, Universidad Tecnológica Indoamérica).

Wenwen, M. Z. (2025). *Image-free Hu invariant moment measurement by single-pixel detection*. Optics and Laser Technology, <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2024.111581>