



# TRABAJO PRÁCTICO N°2

“Procesamiento de Imágenes 1”

## Integrantes:

- Cicoria, Ignacio
- Ricci, Guillermo

## Profesores:

- Sad, Gonzalo
- Julian Alvarez
- Juan Manuel Calle

## Fecha entrega:

- 17/06/2025

## Detección y Clasificación de componentes electrónicos.....2

1.1 Introducción.....	2
1.2 Desarrollo del Algoritmo.....	3
1.2.1 Preprocesamiento y Segmentación de la Placa.....	3
1.2.2 Procesamiento morfológico y segmentación de objetos.	3
1.2.3 Detección y delimitación de componentes.....	5
1.2.4 Clasificación de componentes: resistencias, capacitores y chip.....	5

## Identificación de Resistencias Eléctricas.....8

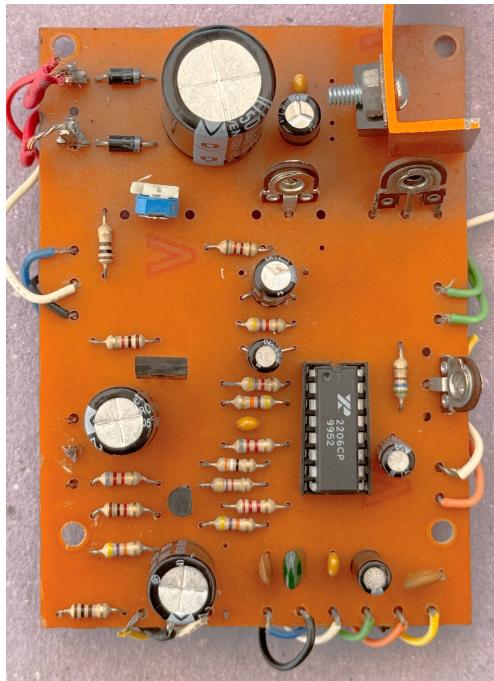
2.1 Introducción.....	8
2.2 Desarrollo del Algoritmo.....	9
2.2.1 Transformación de imágenes.....	9
2.2.2 Detección de bandas de colores.....	10
2.2.3 Cálculo del valor de la resistencia.....	11
2.3 Dificultades.....	12
2.4 Conclusiones.....	12

# Detección y Clasificación de componentes electrónicos

## 1.1 Introducción

Para este trabajo, se utilizó una imagen a color en formato PNG llamada “*placa.png*”. La imagen contiene distintos componentes electrónicos que forman un circuito eléctrico completo.

En el presente trabajo analizaremos la PCB distinguiendo cada uno de los principales componentes electrónicos: las resistencias, los capacitores electrolíticos y el chip. Luego haremos una clasificación de los capacitores electrolíticos según su tamaño físico y un conteo de la cantidad exacta de resistencias presentes en la placa.



*imagen original*

## 1.2 Desarrollo del Algoritmo

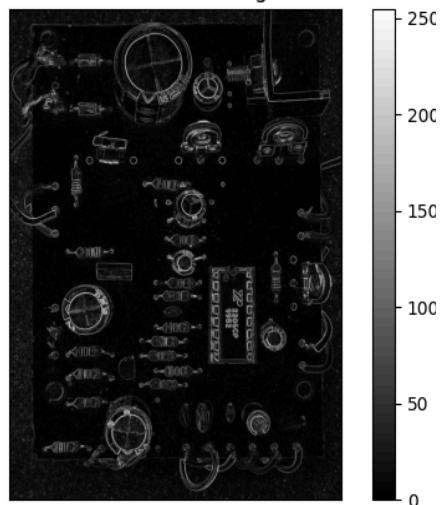
### 1.2.1 Preprocesamiento y Segmentación de la Placa

Para procesar la imagen de la placa, primero la convertimos a escala de grises para facilitar el análisis de los componentes electrónicos.

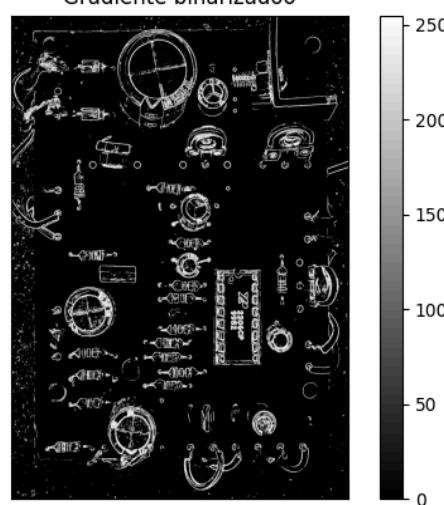
Luego, aplicamos un suavizado Gaussiano para reducir el ruido antes de calcular los gradientes.

A continuación, calculamos el gradiente en ambas direcciones ( $x$ ,  $y$ ) y la magnitud, para resaltar los bordes. Después, binarizamos la imagen utilizando un umbral fijo.

Gradiente con suavizado gaussiano



Gradiente binarizado

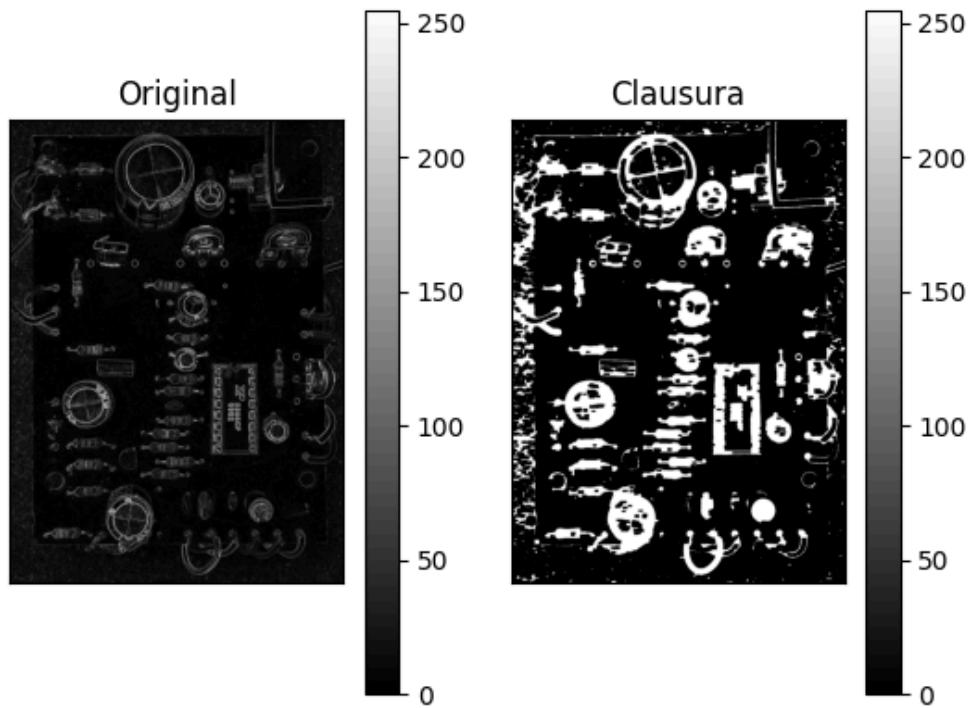


*Figura 1 . Gradiente con filtro Gaussiano.*

*Figura 2. Gradiente binarizado de la placa.*

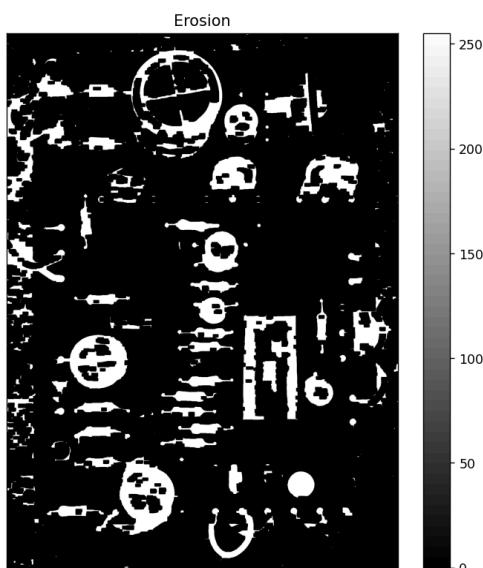
### 1.2.2 Procesamiento morfológico y segmentación de objetos

Para mejorar la detección de los componentes, aplicamos una operación de clausura sobre la imagen binarizada, lo que ayuda a conectar cada componente en su totalidad.



*Figura 3. Comparación entre el gradiente original y la imagen luego de la clausura.*

Luego, se aplica una erosión para separar componentes que pudieran estar conectados por pequeños puentes de ruido.

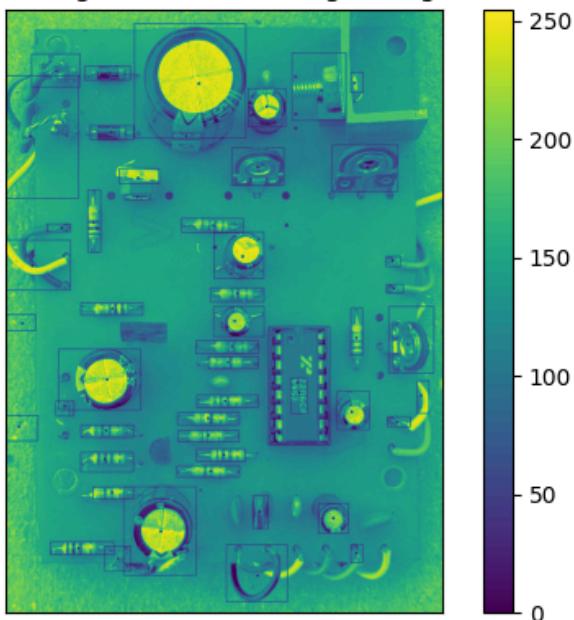


*Figura 4. Imagen resultante de la erosión.*

### 1.2.3 Detección y delimitación de componentes

Utilizamos el algoritmo de componentes conectados para etiquetar y calcular las propiedades de cada objeto detectado. Se dibujan bounding boxes (rectángulos) alrededor de los objetos de interés.

Bounding Boxes sobre imagen original



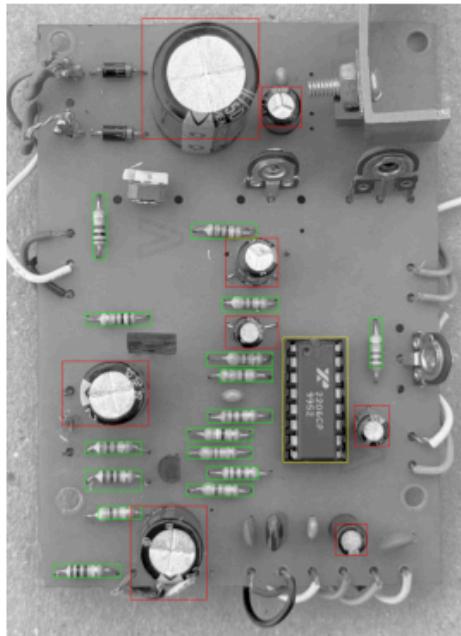
*Figura 5. Bounding boxes sobre la imagen de la placa.*

### 1.2.4 Clasificación de componentes: resistencias, capacitores y chip

Para distinguir los distintos componentes electrónicos:

- Resistencias: Se filtran por área, proporción y ocupación de píxeles. Se dibujan en verde.
- Capacitores: Se identifican por su forma circular y proporción casi cuadrada y se dibujan en rojo.
- Chip: Se identifica por su gran área y forma rectangular, y se dibuja en amarillo.

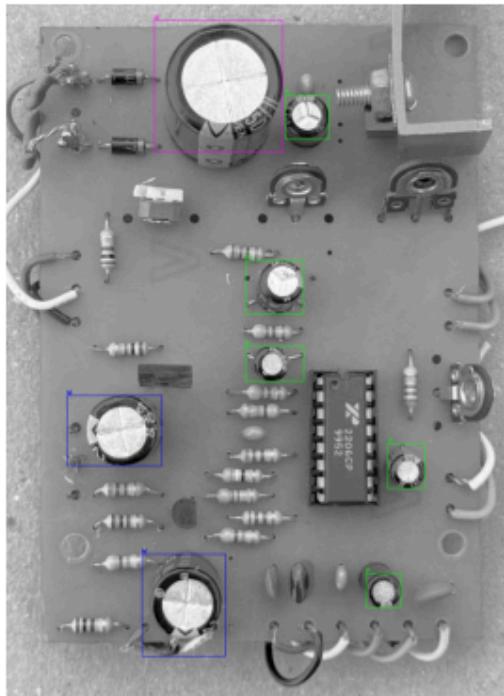
Separación de resistencias (verde), capacitores (rojo) y chip (amarillo)



*Figura 6. Separación de resistencias (verde), capacitores (rojo) y chip (amarillo).*

Además, los capacitores se clasifican por tamaño (pequeño, mediano y grande) y se los marca con diferentes colores.

**Clasificación de capacitores:**  
 Verde=pequeño, Azul=mediano, Magenta=grande



*Figura 7. Clasificación de capacitores: verde=pequeño, azul=mediano, magenta=grande.*

### 1.3 Dificultades

A la hora de desarrollar el algoritmo nos enfrentamos frente a algunas dificultades. La elección del método de detección de bordes fue determinante para poder separar las componentes, así también como la aplicación de las transformaciones morfológicas de clausura y erosión sin las cuales no era posible unificar algunas componentes ni separar otras.

Fue clave para la correcta identificación de las componentes de interés descartar de las mismas las que estaban cercanas a los bordes. A su vez descartamos por intensidad a los diodos, ya que su color predominante es el negro. Otra componente que tenía un tamaño similar a las resistencias, pero un color predominantemente blanco, la descartamos a partir del porcentajes de píxeles que ocupaba en la imagen transformada y binarizada.

Los capacitores los detectamos a partir de su forma circular y tu tamaño a partir del área de el bounding box que lo contenía.

---

## 1.4 Conclusiones

En resumen, el desarrollo del algoritmo permitió identificar y clasificar de manera automática los principales componentes electrónicos presentes en la placa, diferenciando resistencias, capacitores, chip y otros elementos mediante el procesamiento de imagen y la aplicación de criterios morfológicos, geométricos y de intensidad.

Sin embargo, el método puede requerir ajustes en los umbrales y parámetros para adaptarse a otras imágenes, y en casos complejos puede confundirse con componentes de características intermedias. Aún así, se logró una segmentación y clasificación efectiva para la imagen analizada.

# Identificación de Resistencias Eléctricas

## 2.1 Introducción

El objetivo del presente trabajo práctico es desarrollar un algoritmo capaz de determinar el valor numérico de cada resistencia analizada. Para ello se procesan 40 imágenes de resistencias eléctricas en diferentes perspectivas, se aplica segmentación, transformaciones geométricas y detección de colores para las bandas de la resistencia.

Cada resistencia tiene 4 bandas de colores:

- Las primeras 3 bandas definen el valor de la resistencia.
- La cuarta banda (siempre dorada) se debe ignorar, está ligeramente mas separada que las demás.

Se mostrará por consola el valor en Ohms de cada resistencia analizada.

## 2.2 Desarrollo del Algoritmo

### 2.2.1 Transformación de imágenes

Para la primera parte del algoritmo, cada una de las imágenes de la carpeta *Resistencias* es cargada y convertida a formato HSV (más apropiado para segmentar colores, ya que separa el matiz, la saturación y el brillo).

A continuación, se segmenta la zona de color azul, definiendo un rango adaptado a las distintas iluminaciones y creando una máscara binaria donde se destaca el fondo azul que rodea a la resistencia.

Después, se aplican técnicas de suavizado (Gaussiano) y operaciones morfológicas (cerrado y dilatación) para eliminar imperfecciones y unir regiones separadas.

Luego, se buscan los contornos en la máscara, eligiendo el contorno más grande con forma rectangular (que corresponde al fondo azul de la resistencia). Si no se encuentra un rectángulo perfecto, se toma el mínimo rectángulo que encierre la región.

Los cuatro puntos del rectángulo detectado se organizan en un orden específico (arriba-izquierda, arriba-derecha, abajo-derecha, abajo-izquierda), necesario para realizar la transformación de perspectiva.

A partir de estos puntos, se calcula una matriz de transformación (homografía) que permite "enderezar" la imagen de la resistencia, generando una imagen con tamaño estándar (400x150 píxeles), en la que la resistencia aparece frontalmente, sin inclinación. Se devuelve la imagen ya corregida, y se guarda en la carpeta "Resistencias\_out".



Figura 8. Ejemplo de resistencia rectificada.

```

Guardada: R1_a_out.jpg
Guardada: R1_b_out.jpg
Guardada: R1_c_out.jpg
Guardada: R1_d_out.jpg
  
```

Figura 9. Salida esperada.

## 2.2.2 Detección de bandas de colores

Para extraer las bandas de color, primero se recorta automáticamente el cuerpo de la resistencia utilizando la máscara y la proyección vertical de la imagen, estableciendo margenes para que tome únicamente la región central de la misma.

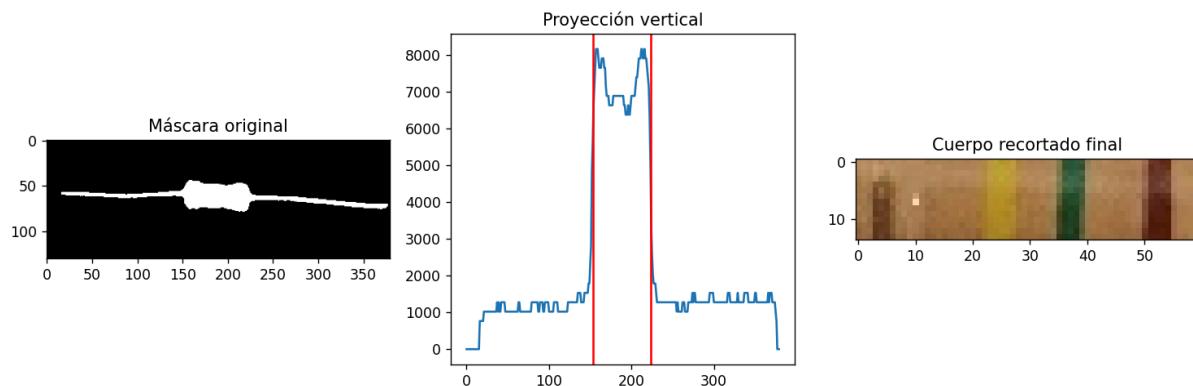


Figura 10. Cuerpo de la resistencia recortado y acotado a su región central.

Luego, para detectar las bandas, se calcula el gradiente vertical (Sobel) y se proyecta sobre el eje X para encontrar los máximos (picos), que corresponden a los bordes de las bandas de color.

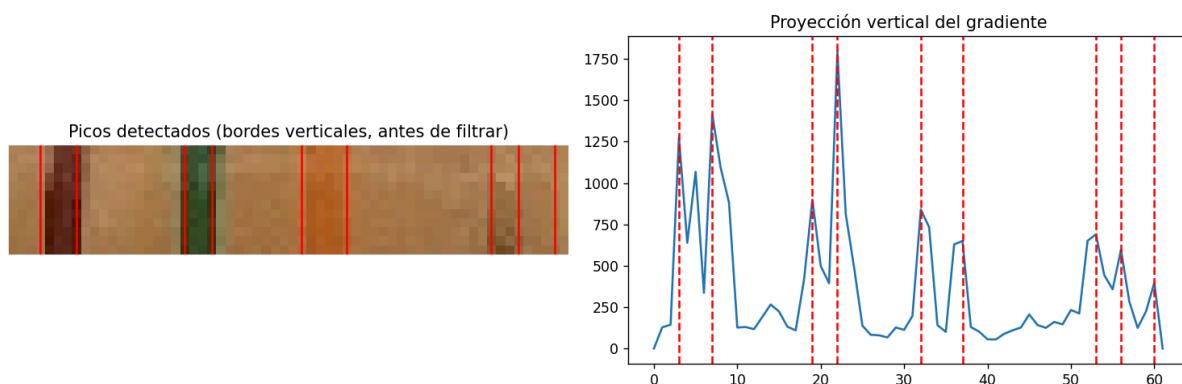


Figura 11. Picos detectados con Sobel.

Una vez detectadas las posiciones, se toma una pequeña franja vertical alrededor del centro de cada banda y se calcula el color predominante comparando contra rangos HSV predeterminados para cada color posible (negro, marrón, rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, gris, blanco, plata, dorado).



Figura 12. Regiones de bandas detectadas.

Finalmente, se identifican los colores para cada banda y se imprime el resultado por consola para cada imagen procesada.

```
Imagen R4_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Dorado', 'Negro', 'Negro', 'Rojo']
Imagen R5_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Dorado', 'Naranja', 'Rojo', 'Marrón']
Imagen R6_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Dorado', 'Naranja', 'Negro', 'Rojo']
Imagen R7_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Dorado', 'Verde', 'Violeta', 'Amarillo']
Imagen R8_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Amarillo', 'Violeta', 'Naranja', 'Dorado']
Imagen R9_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Dorado', 'Negro', 'Violeta', 'Amarillo']
```

Figura 13. Salida esperada.

### 2.2.3 Cálculo del valor de la resistencia

Para calcular el valor de una resistencia a partir de sus bandas de colores, se implementó una función que interpreta los tres primeros colores (ignorando la banda dorada, que representa la tolerancia). A partir del código de colores estándar, los dos primeros colores definen los dígitos significativos y el tercero el multiplicador.

Además, se implementó una función de formato que convierte el resultado en una notación legible usando unidades comunes:

- Si la resistencia es mayor o igual a 1 millón de ohmios, se muestra en **megaohmios (MΩ)**.
- Si supera los mil ohmios, en **kiloohmios (kΩ)**.
- De lo contrario, se mantiene en **ohmios (Ω)**.

```
Imagen R6_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Rojo', 'Negro', 'Naranja', 'Dorado']
La resistencia R6_a_out_preprocesada.png es de 20.0 kΩ

Imagen R7_a_out_preprocesada.png - Bandas detectadas: ['Amarillo', 'Violeta', 'Verde', 'Dorado']
La resistencia R7_a_out_preprocesada.png es de 4.7 MΩ
```

Figura 14. Salida esperada.

## 2.3 Dificultades

Durante el desarrollo de este algoritmo, nos enfrentamos a distintas dificultades en la identificación automática de las bandas de color en las resistencias. La variabilidad en la iluminación, la presencia de reflejos, la similitud entre el fondo y algunos colores, así como de algunos colores entre sí, dificultaron la detección de las bandas. Para solucionarlo, ajustamos dinámicamente los umbrales para las resistencias que detectaban menor cantidad de picos de los necesarios, y realizamos pruebas con diferentes valores hasta encontrar los rangos que mejor se adaptaran a nuestro conjunto de imágenes. Priorizamos la selección por cantidad de píxeles coincidentes. Las resistencias que detectaban más bandas de las necesarias las descartamos a partir de la cercanía con las demás bandas detectadas.

## 2.4 Conclusiones

El desarrollo del algoritmo para la identificación automática de bandas de color en resistencias permitió comprobar la utilidad de combinar técnicas de procesamiento morfológico, transformaciones geométricas y análisis en el espacio de color HSV para resolver esta clase de problemas. Si bien el procedimiento resultó efectivo y brinda resultados satisfactorios para la totalidad de las imágenes, el mismo cuenta con muchas limitaciones para ser aplicado a nuevas imágenes. La detección de las bandas de color fue adaptada a las imágenes utilizadas y su aplicación a nuevas depende de sus características y puede llegar a requerir modificaciones en el algoritmo. En resumen, el trabajo realizado evidencia que es posible abordar la clasificación de resistencias mediante el procesamiento de imágenes, dependiendo de la calidad de las mismas en cuanto a iluminación, definición y ángulo de captura. A su vez permitió mejorar de forma considerable las capturas con un ángulo que no era el óptimo para darle una perspectiva frontal.