



**UNR** Universidad  
Nacional de Rosario



FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS,  
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**  
**Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura**



**TECNICATURA UNIVERSITARIA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

**Asignatura:**

**PROCESAMIENTO DE IMÁGENES**

**TRABAJO PRÁCTICO 2**

**TEMA:**

**Detección y clasificación de componentes electrónicos -  
Identificación de resistencias eléctricas**

**PROFESORES:**

SAD, Gonzalo

ALVAREZ, Julián

CALLE, Juan Manuel

**INTEGRANTES:**

ARENAS, Agustín

GIAVENO, Santiago

**FECHA:**  
07.06.25

**ÍNDICE:**


---

<b>TEMA</b>	<b>2</b>
<b>1   DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS</b>	<b>2</b>
<b>1.1   DESCRIPCIÓN</b>	<b>2</b>
<b>1.2   PROBLEMAS ENFRENTADOS</b>	<b>2</b>
<b>1.3   TÉCNICAS APLICADAS</b>	<b>2</b>
<b>1.4   CONCLUSIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2   IDENTIFICACIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS</b>	<b>6</b>
<b>2.1   DESCRIPCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2.2   PROBLEMAS ENFRENTADOS</b>	<b>7</b>
<b>2.3   TÉCNICAS APLICADAS</b>	<b>7</b>
<b>2.4   CONCLUSIÓN</b>	<b>12</b>

## Detección y clasificación de componentes electrónicos - Identificación de resistencias eléctricas

El informe consiste de una descripción del ejercicio, los problemas a los que nos enfrentamos, las diferentes técnicas utilizadas para la resolución de los problemas y una conclusión.

### 1 | DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS:

---

#### 1.1 | DESCRIPCIÓN:

Este problema tiene como objetivo procesar una imagen de una placa de circuito impreso (PCB), capturada con un smartphone, que contiene distintos componentes electrónicos soldados. Las tareas principales son:

**Procesamiento de imagen:** aplicar técnicas de visión por computadora para segmentar y distinguir tres tipos de componentes: resistencias eléctricas, capacitores electrolíticos y el chip. Se debe generar una imagen de salida con la segmentación realizada.

**Clasificación de capacitores:** una vez segmentados los capacitores electrolíticos, se los clasifica en categorías según su tamaño físico. Luego, se contará cuántos capacitores hay en cada categoría y se generará una nueva imagen con esta clasificación.

**Conteo de resistencias:** se determinará la cantidad exacta de resistencias eléctricas en la placa a partir de su segmentación. El resultado debe mostrarse por consola.

#### 1.2 | PROBLEMAS ENFRENTADOS:

En general fueron:

-Uno de los primeros problemas fue definir un umbral adecuado para la binarización adaptativa que funcionara bien para toda la imagen, ya que variaciones de iluminación local podían generar pérdida o fragmentación de objetos.

-La separación correcta entre resistencias, capacitores y el chip no fue inmediata: al compartir características similares (como áreas o relaciones de aspecto), fue necesario ajustar cuidadosamente las condiciones de filtrado para evitar clasificaciones erróneas.

-Determinar una condición confiable para identificar la banda dorada y establecer el orden de lectura de colores puede haber sido complejo, ya que no está implementado directamente en este código, pero es un paso crucial en el siguiente análisis de valores de resistencia.

-La clasificación de los capacitores por tamaño implicó definir umbrales de área adecuados para diferenciar entre tipos, lo cual requirió una validación visual constante y prueba-error para evitar solapamientos entre categorías.

#### 1.3 | TÉCNICAS APLICADAS:

Las técnicas aplicadas consistieron en:

Tema: Detección y clasificación de componentes electrónicos - Identificación de resistencias eléctricas

-Conversión y preprocesamiento inicial: Se cargó una imagen a color, que luego fue convertida a escala de grises para su procesamiento. Se aplicó un suavizado mediante un filtro Gaussiano con el fin de reducir el ruido.

-Binarización adaptativa: Se utilizó el método de umbral adaptativo gaussiano invertido para binarizar la imagen, permitiendo una separación más robusta entre fondo y componentes.

-Operaciones morfológicas: Se aplicó una secuencia de transformaciones morfológicas:

- \*Apertura (para eliminar ruido pequeño).

- \*Dilatación (para engrosar componentes).

- \*Clausura (para rellenar huecos internos).

Estas operaciones fueron clave para mejorar la segmentación y unir regiones fragmentadas.

-Segmentación por componentes conectados: Se extrajeron los objetos de interés mediante la función de componentes conectados, obteniendo para cada uno su bounding box, área e información del centroide.

-Filtrado por características geométricas e intensidad: Para clasificar los componentes, se aplicaron distintos filtros:

- \*Chip: área muy grande y relación de aspecto (ancho/alto) muy desbalanceada.

- \*Capacitores electrolíticos: áreas moderadas, forma relativamente cuadrada, intensidad alta en el centroide.

- \*Resistencias eléctricas: áreas pequeñas, forma alargada y patrones alternativos de relación de aspecto e intensidad.

-Clasificación por tamaño físico de los capacitores: Los capacitores detectados fueron clasificados en cuatro tipos, en base a su área. Cada tipo fue identificado visualmente en la imagen con un color diferente, y se incluyó el conteo total de cada tipo sobre la imagen.

-Conteo de resistencias: Finalmente, se contabilizó la cantidad total de resistencias detectadas y se mostró el valor por consola.

**RESULTADOS:**

Imagen Original

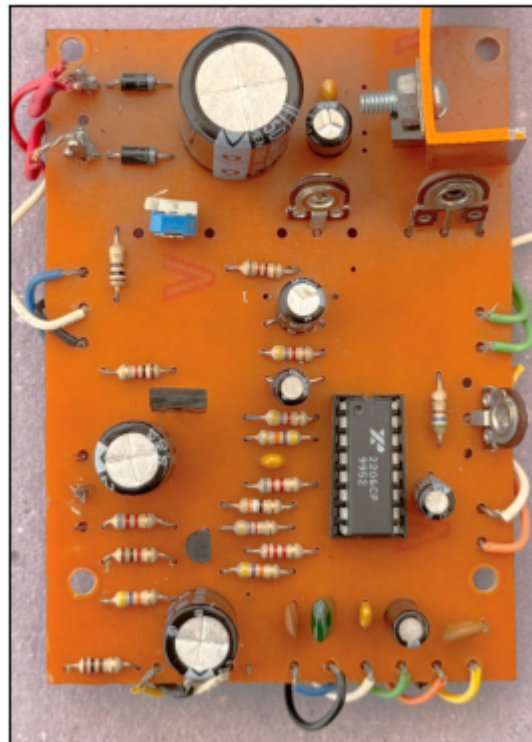


Imagen Suavizada, Binarizada, Aplicacion De Apertura, Dilatacion y Clausura

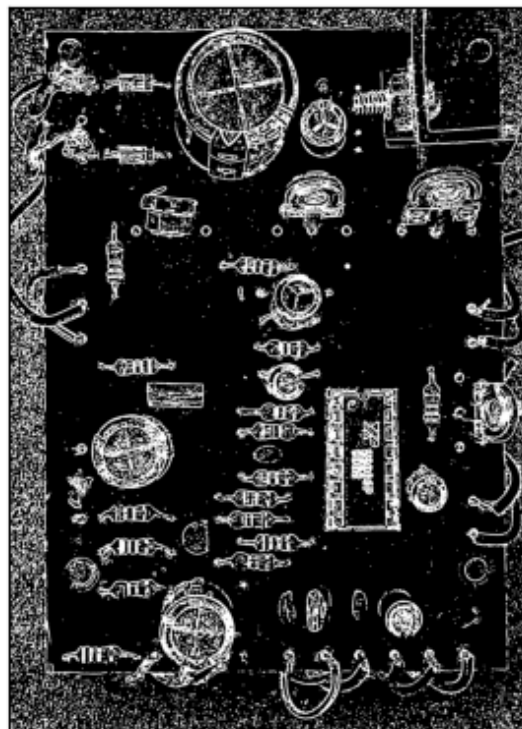


Imagen con componentes conectadas

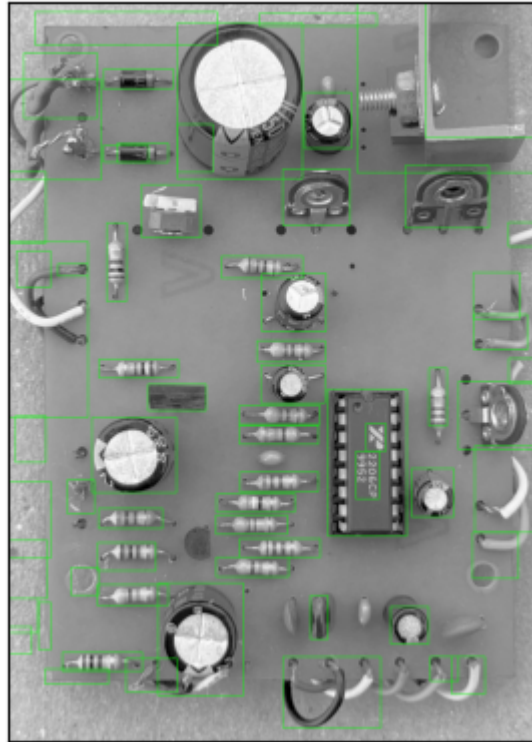
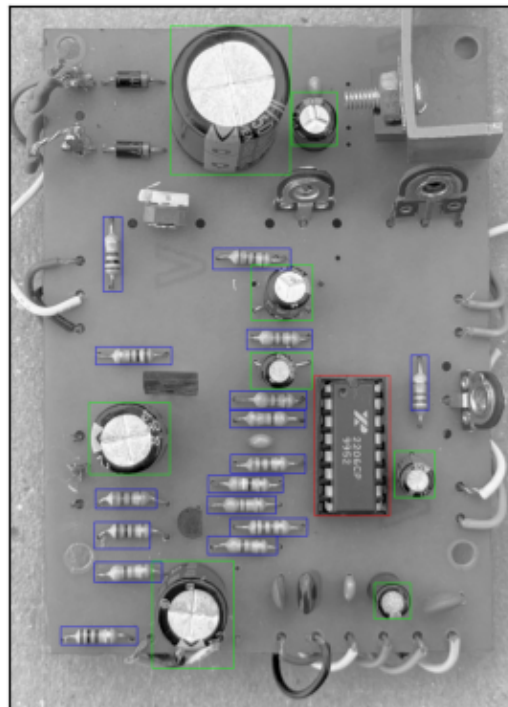
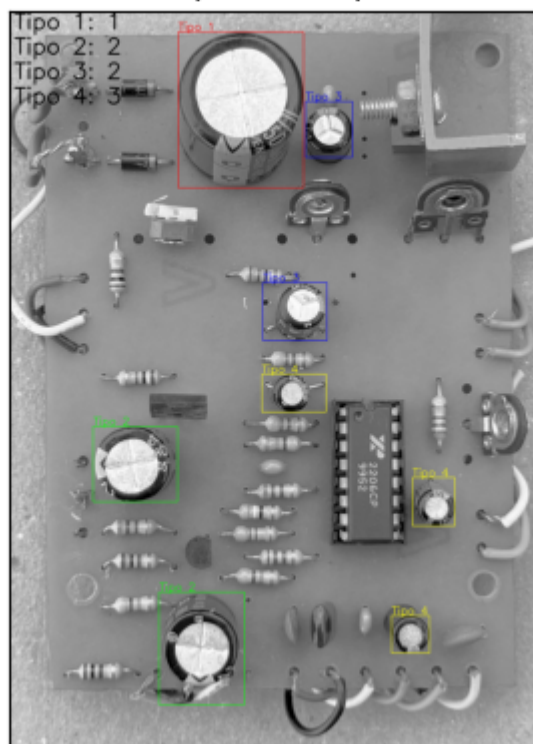


Imagen con los tres tipos de componentes principales



### Imagen con cuatro tipos de capacitores electrolitos



#### 1.4 | CONCLUSIÓN:

En este problema se logró segmentar y clasificar con éxito los principales componentes de una placa PCB a partir de una imagen tomada con un smartphone, aplicando técnicas clásicas de procesamiento digital como binarización adaptativa, transformaciones morfológicas y análisis de componentes conectados. Se pudieron distinguir y contabilizar resistencias y capacitores, así como clasificar estos últimos en diferentes categorías según su tamaño, integrando criterios geométricos e intensidades.

Si bien el proceso implicó ajustes finos en los umbrales y condiciones de filtrado para lograr una clasificación precisa, la solución demostró ser efectiva para la imagen con variaciones de iluminación y formas parcialmente similares. Esto demuestra la utilidad de estas técnicas, donde se requiere un análisis visual automatizado de componentes electrónicos.

## 2 | IDENTIFICACIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS:

### 2.1 | DESCRIPCIÓN:

Este problema tiene como objetivo procesar una serie de imágenes de resistencias eléctricas, tomadas desde una vista oblicua o no estandarizada. Las tareas principales son:

**Corrección de perspectiva y recorte:** a partir de la imagen original, se debe detectar el área azul de fondo y la resistencia, aplicar una homografía que corrija la perspectiva y obtener una vista superior alineada horizontalmente. La imagen resultante debe ser exportada con el sufijo "\_out" para su posterior procesamiento.

**Identificación de bandas de color:** utilizando la imagen corregida, se deben identificar las bandas de colores presentes en cada resistencia. Esto implica localizar la banda dorada como referencia para definir un orden de lectura correcto, y luego segmentar y clasificar las bandas restantes por su color.

**Cálculo del valor resistivo:** con las bandas identificadas y ordenadas, se debe interpretar el valor en Ohms de cada resistencia, utilizando la tabla estándar de colores. El resultado del valor calculado debe mostrarse por consola.

## 2.2 | PROBLEMAS ENFRENTADOS:

### En la parte de recorte y vista superior:

- El principal problema fue tener cuatro líneas representativas del borde del rectángulo azul. Ya que surgen más de una y no era tan fácil clasificarlas ya que la detección era aleatoria.
- Otro problema fue los píxeles sobrantes de la resistencia, ya que solo se quería el contorno del rectángulo azul y el espectro de la resistencia interrumpe en la detección de bordes y líneas.
- Posterior a estos problemas, surgió el tema de que no se formaba un rectángulo cerrado como para identificar los vértices del mismo.

### En la identificación de bandas:

- En esta parte fue donde nos surgieron los mayores problemas, ya que había que detectar el color de cada banda y algunas resistencias presentaban cierta luminosidad y borrosidad.
- El primer problema fue definir el rango de valores de colores manuales, ya que el rango estándar no aplicaba bien para estos colores.
- Otro problema fue ordenar en la lista los colores, usando el color dorado ya que las imágenes a veces lo mostraban de un lado o del otro.
- El dorado no lo pudimos detectar entonces usamos otra técnica para ordenar las listas.

## 2.3 | TÉCNICAS APLICADAS:

### Recorte y vista superior - exportación:

- Detección del fondo azul, por medio de una máscara. Con un tratamiento de apertura y gradiente para la limpieza de la resistencia y la detección de bordes.
- Luego con el detector de líneas, se aplicó a la imagen con bordes marcados lo que llevó a una calibración de los parámetros de la forma más conveniente, de ahí empezó un tratamiento de líneas:

\*Para agrupar las líneas detectadas por bordes coincidentes, se tomó una primera línea y alrededor de ella se generó un área de influencia de ancho fino y largo grande de forma que toda línea que sus extremos estén contenidos en esa área quedaban agrupadas a la línea de referencia.

\*Con cada grupo se tomó los puntos extremos de cada línea y se obtuvieron los dos más separados, obteniendo así una única línea larga y representativa del grupo, como una especie de fusión de líneas.

\*Se ordenó por líneas más largas, obteniendo las dos más largas (la 2 triviales); esto con el fin de obtener un punto intermedio central y así conformar un área circular en su alrededor, esto con el fin de limpiar líneas remanentes producto del espectro de la resistencia.

\*Finalmente para forzar la intersección de las líneas, se aplicó una extensión de las mismas, aproximadamente del tamaño de la imagen.

- Después se detectaron los puntos de intersección de las líneas extendidas, para un posterior tratamiento y que dichos puntos sirvan de entrada para el método de homografía.



Tema: Detección y clasificación de componentes electrónicos - Identificación de resistencias eléctricas

- Finalmente se exporto la imagen obtenida, controlando antes que la misma esté en una posición horizontal con respecto al lado largo.

**Identificación de bandas - valor de resistencia**

- Definición de rango de valores de los colores aproximados de HSV de forma manual, utilizando máscaras para cada color, para corroborar la detección de la banda.

- Segmentación del fondo azul para aislar el cuerpo de las resistencias.

\*Aplicado de dilatación para unir fragmentos pequeños.

\*Apertura con un kernel grande para eliminar ruido y también dejar solo el cuerpo donde estaban las bandas.

\*Clausura para rellenar huecos y tener un contorno limpio

\*Encontramos el contorno más grande con `findcontours()`, asumiendo que es el cuerpo

\*Recortamos con la ayuda de `boundingrect()`, y nos quedamos con la parte central de la resistencia

- Para detectar las bandas de colores, iteramos sobre el rango de colores, creando una máscara para cada color con `inrange()` y con `findcountours` obtuvimos los contornos. Para luego iterar sobre ellos, calcular el área, filtrar por áreas grandes(bandas) y así obtener el centro del ancho de la banda para luego poder ordenarlas. Algunos colores requirieron un poco más de tratamiento.

-Por último para terminar la parte de identificación de bandas, las ordenamos de derecha a izquierda. Y sabiendo que hay tres identificaciones calculamos las distancias al contorno de la imagen de la primera y última, y la mayor distancia indirectamente identificaba que era lugar de la dorada, en base a eso ordenamos las bandas

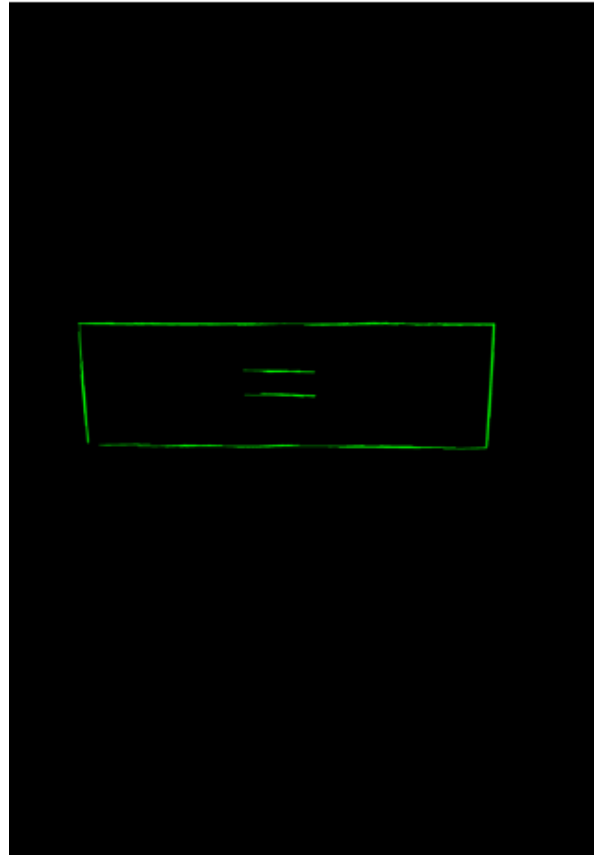
- Para cálculo de valor de resistencia, a través del código de colores, asumimos que el primer color es el entero, el segundo es el decimal y el último el multiplicador, entonces creamos una función que haga el cálculo y devuelva el valor.

**RESULTADOS:****Recorte y vista superior**

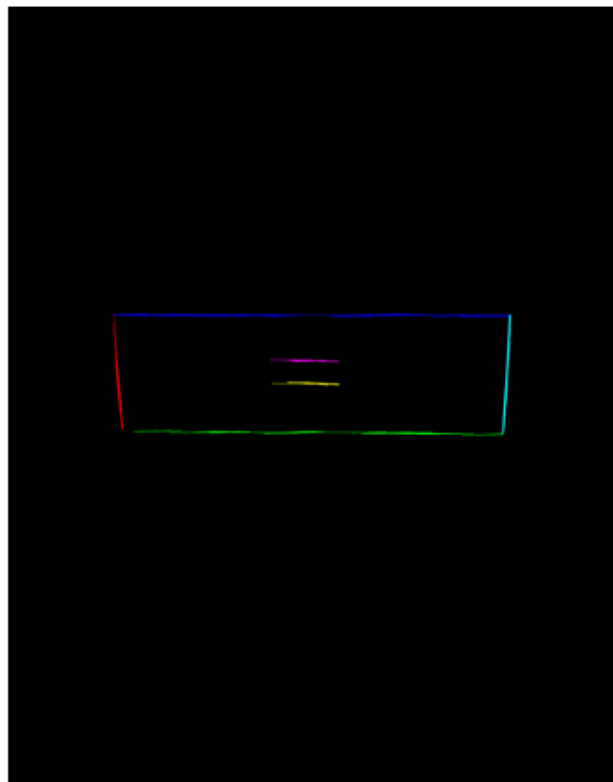
Imágen de la resistencia amortiguada



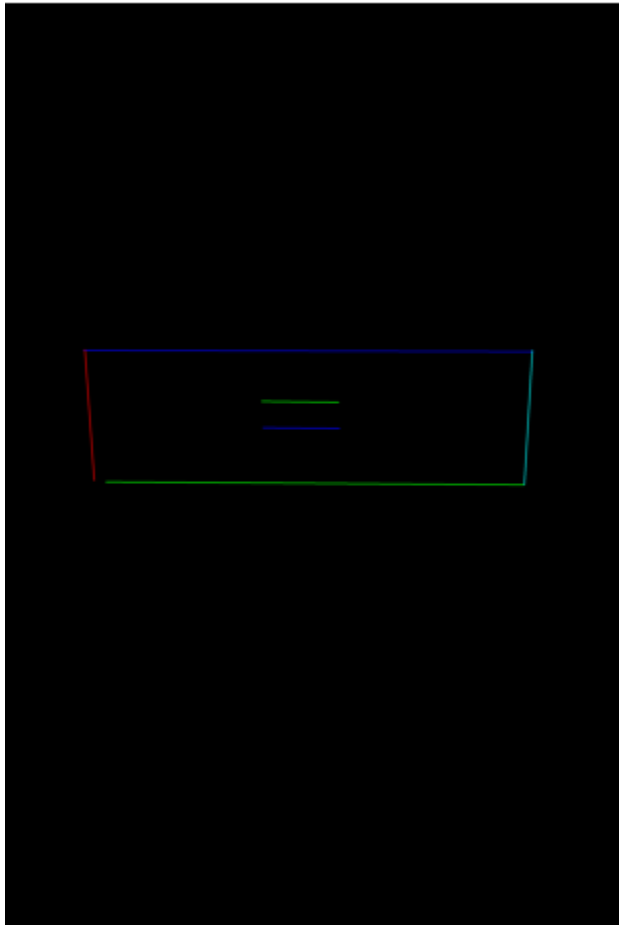
Sólo las líneas detectadas



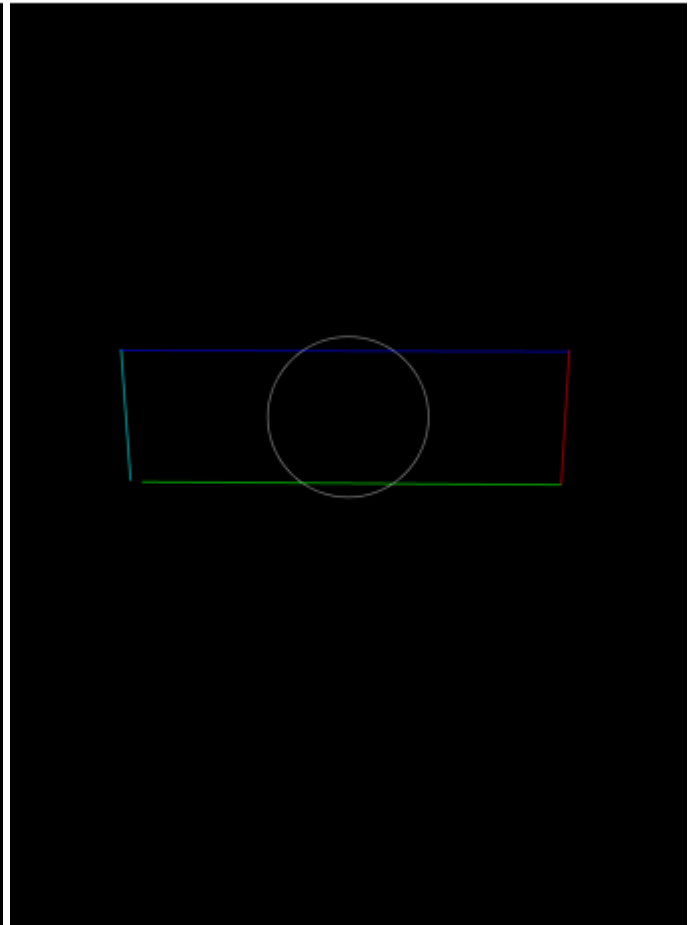
Líneas agrupadas (cada grupo un color) - Cantidad de grupos: 6



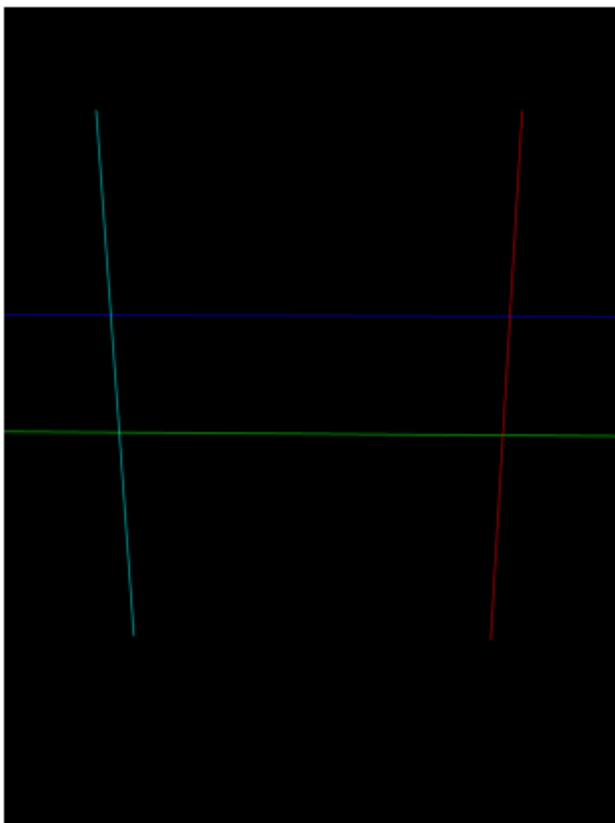
Líneas representativas por grupo



Líneas finales (con filtro de área central)



Líneas estiradas (una por grupo)



Puntos de intersección

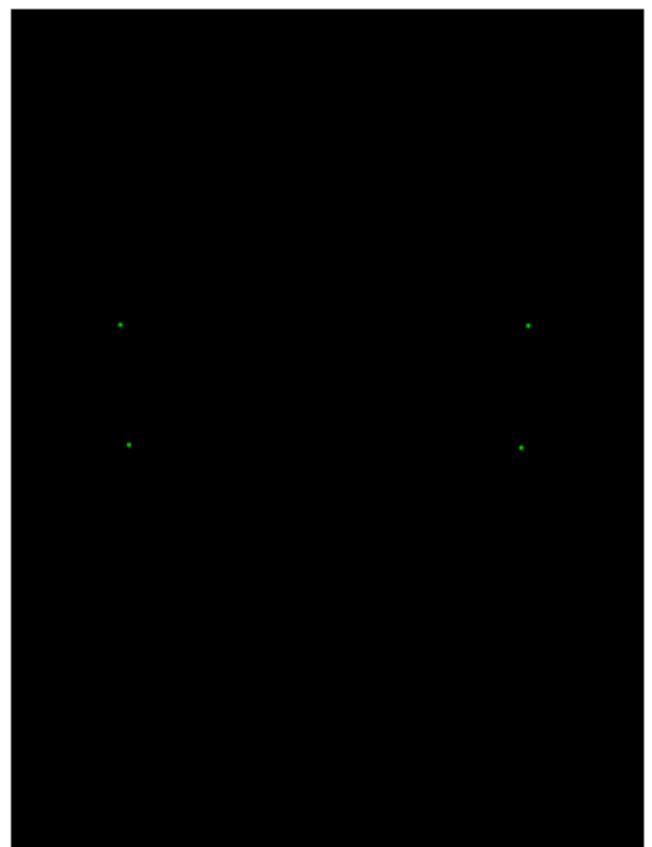


Imagen original con puntos



Imagen corregida (homografía)

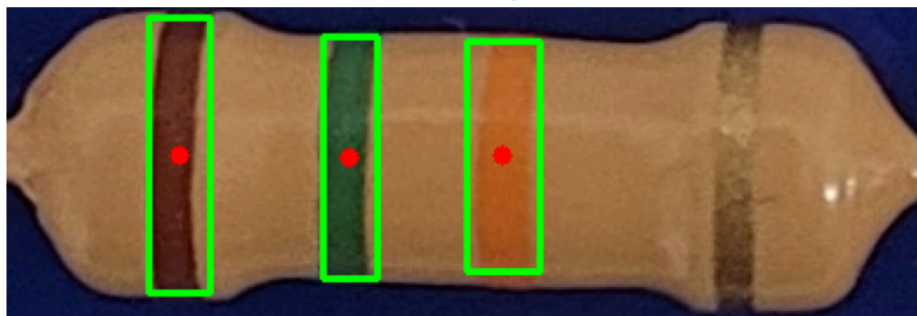


### Identificación de bandas - valor de resistencia

Mascara para aislar el cuerpo de la resistencia



Bandas detectadas y coloreadas



Colores detectados en el orden correcto

```
R1: ['MARRÓN', 'VERDE', 'NARANJA']
R2: ['NARANJA', 'BLANCO', 'VERDE']
R3: ['MARRÓN', 'NEGRO', 'ROJO']
R4: ['MARRÓN', 'NEGRO', 'NEGRO']
R5: ['MARRÓN', 'ROJO', 'NARANJA']
R6: ['MARRÓN', 'NEGRO', 'NARANJA']
R7: ['AMARILLO', 'VIOLETA', 'VERDE']
R8: ['AMARILLO', 'VIOLETA', 'NARANJA']
R9: ['AMARILLO', 'VIOLETA', 'NEGRO']
R10: ['MARRÓN', 'VERDE', 'AMARILLO']
```

```
RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS DETECTADAS
-----
R1: MARRÓN - VERDE - NARANJA → 1500.0 Ω
R2: NARANJA - BLANCO - VERDE → 390000.0 Ω
R3: MARRÓN - NEGRO - ROJO → 100.0 Ω
R4: MARRÓN - NEGRO - NEGRO → 1.0 Ω
R5: MARRÓN - ROJO - NARANJA → 1200.0 Ω
R6: MARRÓN - NEGRO - NARANJA → 1000.0 Ω
R7: AMARILLO - VIOLETA - VERDE → 470000.0 Ω
R8: AMARILLO - VIOLETA - NARANJA → 4700.0 Ω
R9: AMARILLO - VIOLETA - NEGRO → 4.7 Ω
R10: MARRÓN - VERDE - AMARILLO → 15000.0 Ω
```

## 2.4 | CONCLUSIÓN:

### Recorte y vista superior:

En este problema se desarrolló un método para corregir la perspectiva de imágenes de resistencias tomadas en vistas distorsionadas, permitiendo obtener una vista superior mediante homografía. El proceso se basó en la detección del fondo azul como referencia, seguido de un tratamiento avanzado de líneas para agrupar, extender y forzar intersecciones que permitieran identificar los vértices del área de interés. Esto permitió recortar y alinear la imagen de forma efectiva para su posterior análisis.

Pese a los desafíos asociados a la detección de líneas ruidosas y la interferencia de la propia resistencia en la segmentación del fondo, se logró una solución funcional combinando técnicas morfológicas, de agrupamiento geométrico y filtrado.

### Identificación de bandas - valor de resistencia:

En esta parte del proyecto, se abordó la identificación de bandas de color sobre resistencias eléctricas a partir de imágenes previamente corregidas en perspectiva. A pesar de que la detección del color dorado como referencia presentó dificultades por su baja distinción en HSV, se implementaron técnicas alternativas para ordenar correctamente las bandas. La segmentación del cuerpo de la

Tema: Detección y clasificación de componentes electrónicos - Identificación de resistencias eléctricas

resistencia mediante operaciones morfológicas permitió aislar eficazmente la zona de interés, y la detección de bandas se logró a través de máscaras de color ajustadas manualmente, filtrado por área y análisis de posición.

Finalmente, se definió un criterio geométrico para deducir el sentido de lectura de las bandas, y se aplicó la tabla estándar de colores para convertir las bandas detectadas en un valor resistivo. A pesar de las variaciones en iluminación y enfoque en las imágenes, se logró una detección funcional y precisa, culminando en un algoritmo capaz de interpretar automáticamente el valor de resistencias desde imágenes reales.