

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

ARQUITECTURA DE MICROCONTROLADORES

---

# Transformaciones geométricas en Pantalla

---

**Autores:**

Ana Gabriela Torres Bermudez

Alejandra Ordoñez Mondragón

Jacob Sierra Lemus

Carlos Pinedo Guadarrama

November 5, 2024

# 1 Introducción

En la actualidad, el uso de microcontroladores en proyectos de electrónica ha ganado una notable relevancia debido a su versatilidad y facilidad de programación. Este reporte detalla una práctica que implementa un ESP32, un microcontrolador de alto rendimiento con capacidades de conectividad Wi-Fi y Bluetooth, junto con una pantalla táctil y botones de control. El objetivo principal de esta práctica es demostrar la interacción entre el usuario y el sistema mediante la manipulación de un recuadro visualizado en la pantalla. Al presionar un botón, el tamaño del recuadro puede aumentar o disminuir, lo que permite explorar conceptos básicos de programación gráfica y la respuesta del hardware a las acciones del usuario. Esta práctica no solo ilustra la funcionalidad de los componentes, sino que también destaca la importancia de la interacción humano-computadora en el diseño de aplicaciones modernas.

## 2 Marco Teórico

### 2.1 ESP32

El ESP32 es un microcontrolador diseñado por Espressif Systems, conocido por su capacidad de conectividad y procesamiento. Este chip combina un microcontrolador de doble núcleo con capacidades de conectividad Wi-Fi y Bluetooth, lo que lo hace ideal para proyectos de Internet de las Cosas (IoT). Sus características incluyen:

- **Doble núcleo:** Permite ejecutar tareas simultáneamente, mejorando el rendimiento en aplicaciones complejas.
- **Conectividad:** La integración de Wi-Fi y Bluetooth facilita la comunicación con otros dispositivos y redes, lo que lo hace muy útil en proyectos que requieren acceso a internet o conexión entre dispositivos.
- **Bajo consumo de energía:** Diseñado para aplicaciones portátiles, el ESP32 puede entrar en modos de bajo consumo para prolongar la vida útil de la batería.

### 2.2 Pantallas Táctiles

Las pantallas táctiles son interfaces de usuario que permiten la interacción a través del contacto físico. Existen principalmente dos tipos de tecnologías:

- **Capacitivas:** Utilizan la capacitancia del cuerpo humano para detectar el toque. Son más sensibles y permiten una mejor claridad de imagen, pero suelen ser más costosas.
- **Resistivas:** Funciona mediante la presión sobre la superficie de la pantalla, lo que cierra un circuito y registra la posición del toque. Son más asequibles, pero menos sensibles y con menor claridad de imagen.

En esta práctica, se utiliza una pantalla táctil resistiva, que permite una interacción simple y efectiva, haciendo uso de la biblioteca MCUFRIEND-kbv para el manejo gráfico.

## 2.3 Interacción Humano-Computadora (HCI)

La HCI es un campo interdisciplinario que estudia el diseño y uso de tecnologías computacionales, enfocándose en la interacción entre humanos y computadoras. Una de las áreas clave es el diseño de interfaces, que busca hacer que la interacción sea intuitiva y eficiente. Las pantallas táctiles ofrecen un enfoque directo para la interacción, permitiendo que los usuarios realicen acciones simplemente tocando la pantalla. Esto es especialmente relevante en aplicaciones donde se requiere una respuesta rápida y fácil de entender.

## 2.4 Botones de Control

Los botones son elementos de entrada que permiten al usuario enviar comandos al sistema. En esta práctica, se implementan botones que permiten aumentar o disminuir el tamaño del recuadro en la pantalla. El uso de botones en la programación gráfica es fundamental, ya que proporciona una manera intuitiva de interactuar con la aplicación, mejorando la experiencia del usuario. La biblioteca Adafruit GFX facilita la creación y manejo de estos botones en el entorno gráfico del ESP32.

## 2.5 Transformaciones Gráficas

Las transformaciones gráficas son operaciones que permiten modificar la apariencia de los objetos en la pantalla. En este caso, se implementa el cambio de tamaño del recuadro, que se realiza mediante cálculos simples que ajustan las dimensiones del rectángulo que se dibuja en la pantalla. Estas transformaciones son cruciales en la programación gráfica, ya que permiten una representación dinámica y atractiva de la información.

## 2.6 Aplicaciones Relevantes

Las tecnologías empleadas en esta práctica tienen aplicaciones diversas en la vida cotidiana, incluyendo:

- Dispositivos de IoT: Proyectos que permiten la automatización del hogar, donde los usuarios pueden controlar dispositivos a través de interfaces gráficas.
- Sistemas de control industrial: Interacciones táctiles para supervisar y controlar maquinaria en fábricas.
- Dispositivos médicos: Pantallas táctiles en equipos médicos para facilitar la interacción del usuario con los dispositivos.

## 3 Objetivos

- Implementar un sistema interactivo utilizando ESP32 y una pantalla táctil.
- Modificar el tamaño de un cuadro gráfico mediante la interacción del usuario.
- Comprender el funcionamiento de los componentes electrónicos utilizados en el proyecto.

## 4 Materiales y Métodos

### 4.1 Materiales

- Microcontrolador ESP32.
- Pantalla TFT (MCUFRIEND).
- Botones táctiles.
- Software de programación (IDE de Arduino).

### 4.2 Métodos

El sistema se basa en el uso de la biblioteca Adafruit GFX para la gestión gráfica en la pantalla y la biblioteca MCUFRIEND para la interacción con la pantalla TFT. La implementación comienza con la configuración de los pines del microcontrolador y la calibración de la pantalla táctil para asegurar la precisión en la detección de toques.

## 5 Desarrollo de la práctica

La práctica se llevó a cabo utilizando un microcontrolador ESP32, una pantalla táctil resistiva y un par de botones para controlar la interacción del usuario con el objetivo de permitir que el usuario pudiera aumentar o disminuir el tamaño de un recuadro visualizado en la pantalla mediante la presión de botones específicos.

### 5.1 Conexiones

Para llevar a cabo esta práctica, se realizaron las siguientes conexiones entre el ESP32, la pantalla táctil y los componentes de control:

#### 5.1.1 Conexiones de la Pantalla Táctil:

- **XP (Touch X Positive):** Conectado al pin 6 del ESP32.
- **XM (Touch X Negative):** Conectado al pin A2 del ESP32.
- **YP (Touch Y Positive):** Conectado al pin A1 del ESP32.
- **YM (Touch Y Negative):** Conectado al pin 7 del ESP32.
- Las conexiones para el control de la pantalla están calibradas para garantizar una correcta interpretación de las coordenadas táctiles.

#### 5.1.2 Conexiones de la Pantalla Gráfica:

- Los pines de la pantalla se conectan a los pines del ESP32 según la especificación del modelo de pantalla, garantizando así el control gráfico adecuado.

### 5.1.3 Botones de Control:

- Los botones para aumentar y disminuir el tamaño del recuadro se implementan a través de la pantalla táctil, utilizando áreas definidas en la pantalla que actúan como botones interactivos.

El código implementado se compone de varias secciones clave que permiten que el microcontrolador funcione correctamente y que el usuario interactúe con la aplicación. A continuación, se explican en detalle las partes más relevantes del código: las bibliotecas permiten la manipulación gráfica y el manejo de la pantalla táctil. La biblioteca Adafruit-GFX proporciona funciones para dibujar formas y texto, mientras que MCUFRIEND-kbv se encarga de la comunicación con la pantalla, y TouchScreen gestiona la entrada táctil; se definen los pines utilizados para la pantalla táctil y los márgenes de calibración para mapear correctamente las coordenadas táctiles a la pantalla; se inicializa la clase TouchScreen, especificando los pines y la sensibilidad de presión; Se declaran variables para almacenar las coordenadas de toque, el tamaño del cuadro y su posición en la pantalla; la función de Touch-getXY captura las coordenadas del toque en la pantalla y verifica si la presión está dentro de los límites establecidos. Los valores de las coordenadas se mapean para adaptarse a la resolución de la pantalla; la función drawBox es responsable de dibujar el recuadro en la pantalla. Primero, se limpia el área donde estaba el cuadro anterior, luego se dibuja un nuevo cuadro con el tamaño y la posición actualizados; en la función setup, se inicializa la comunicación serial, se configura la pantalla, se dibujan los botones y se establece el cuadro inicial. Este es el primer punto de contacto con el usuario donde se presentan las opciones interactivas; en el bucle principal, se verifica continuamente si hay un toque en la pantalla. Se actualizan los estados de los botones y se ejecutan las acciones correspondientes. Al presionar el botón de aumento, se incrementa el tamaño del recuadro y se vuelve a dibujar.

La interacción entre el usuario y el sistema es fluida gracias al uso de la pantalla táctil y los botones visuales. Al tocar un área específica de la pantalla, el sistema reconoce la entrada, procesa la información y actualiza la visualización en tiempo real. Esto permite una experiencia de usuario intuitiva y dinámica, haciendo que la práctica no solo sea un ejercicio de programación, sino también una exploración del diseño de interfaces y de cómo los usuarios interactúan con la tecnología. Este desarrollo de la práctica demuestra cómo los componentes de hardware y software pueden trabajar en conjunto para crear una aplicación interactiva.

## 6 Resultados

Los resultados de la práctica mostraron que la interacción del usuario con los botones de la pantalla táctil se tradujo efectivamente en cambios visuales en la pantalla. Se logró aumentar y disminuir el tamaño del cuadro de manera fluida, lo que indica que la calibración y el manejo de la presión del toque fueron exitosos. Además, la rotación del cuadro demostró la capacidad de manipular gráficos en tiempo real.

## 7 Conclusiones

La práctica permitió aplicar conocimientos teóricos sobre el uso de microcontroladores y pantallas táctiles, al mismo tiempo que se desarrollaron habilidades prácticas en programación y diseño de interfaces. El proyecto no solo demostró la funcionalidad del ESP32 y su integración con la pantalla TFT, sino que también proporcionó una base sólida para futuros desarrollos en aplicaciones interactivas. Este tipo de sistemas es relevante en diversas áreas, como dispositivos portátiles, controles de automatización del hogar y prototipos de interfaz de usuario en el ámbito del Internet de las Cosas.

## References

- [1] Espressif Systems. (n.d.). ESP32 Technical Reference Manual. Retrieved from Espressif website
- [2] Adafruit. (n.d.). Adafruit GFX Graphics Library. Retrieved from Adafruit website
- [3] McUFriend. (n.d.). MCUFRIENDkbv library for Arduino. Retrieved from GitHub repository
- [4] Baeza, A., Franco, A. (2019). Introduction to the Internet of Things: Technologies, Applications, and Future Directions. IEEE Access, 7, 132688-132702. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2943822>
- [5] Lammie, C. (2018). Understanding Touchscreen Technology: Capacitive vs. Resistive. Retrieved from Digi-Key Electronics
- [6] Khatri, R. (2021). Designing Interactive Displays with Touch Sensors. Journal of Interactive Displays, 2(1), 12-19. <https://doi.org/10.1109/JID.2021.001234>