

FUENTE 500 ICAI

Departamento de Sistemas Electrónicos

Universidad Pontificia de Comillas – ICAI

Carolina Garicano Vidal & María Belén Cao Sánchez

2º A iMat

Tabla de contenido

1.	Descripción del Problema	2
2.	Descripción del Sistema	2
3.	Especificaciones	3
3.1.	<i>Sensor de fuerza resistivo (FSR-402)</i>	3
3.2.	<i>Pulsador mecánico (Raspberry Pi GPIO).....</i>	3
3.3.	<i>LED tricolor (RGB de cátodo común)</i>	3
3.4.	<i>Servomotor SG90</i>	3
3.5.	<i>Microcontrolador (Raspberry Pi)</i>	3
3.6.	<i>Alimentación</i>	4
4.	Diseño del hardware	4
4.1.	<i>Circuito de LEDs.....</i>	4
4.2.	<i>Circuito del sensor de fuerza (FSR-402).....</i>	5
4.3.	<i>Circuito del Servomotor SG90 y Pulsador.....</i>	5
5.	Planificación temporal	6
5.1.	<i>Sesión 1</i>	6
5.2.	<i>Sesión 2</i>	6
5.3.	<i>Sesión 3</i>	6
5.4.	<i>Media sesión restante.....</i>	6
6.	Recursos Adicionales	7

1. Descripción del Problema

En entornos donde es necesario llenar botellas de agua de manera eficiente y con una cantidad precisa, como en estaciones de hidratación de universidades, gimnasios o espacios de trabajo, es común encontrar fuentes o dispensadores de agua que requieren que el usuario mantenga presionado un botón durante todo el proceso de llenado. Esta metodología es poco eficiente, ya que obliga al usuario a permanecer junto al dispensador mientras espera a que la botella se llene. Además, al depender de la atención del usuario, se pueden generar problemas de llenado inexacto, ya sea por un sobrellenado que provoque derrames y derroche del agua por interrupciones imprecisas.

En instituciones como el ICAI, donde los estudiantes frecuentemente rellenos botellas estándar de la marca AUARA de 500ml, disponible en las máquinas expendedoras de toda la escuela, la necesidad de una solución automatizada se vuelve evidente. Un sistema que permita activar el llenado de la botella con un solo toque con el pie y que se detenga automáticamente tras completar el volumen exacto, mejoraría la eficiencia y evitaría el desperdicio de agua. Además, proporcionar un mecanismo de interrupción manual para casos en los que el usuario necesite detener el flujo antes del tiempo programado aumentaría la flexibilidad del sistema para poder usarlo con cualquier tipo de botellas.

2. Descripción del Sistema

Para resolver este problema, se diseñará un sistema de fuente automatizada basado en un sensor de fuerza, un servomotor y un conjunto de indicadores LED. El sensor de fuerza actuará como el mecanismo de activación, pero solo permitirá iniciar el llenado cuando se alcance un umbral de presión predefinido. De este modo, se evita que leves presiones accidentales, como el paso involuntario de una persona, activen la fuente. Una vez detectada la activación, el servomotor abrirá la válvula de agua en un ángulo de 90°, permitiendo el flujo durante un tiempo predefinido que garantice el llenado exacto de una botella estándar.

Para mejorar la experiencia del usuario y proporcionar información visual sobre el estado del proceso, el sistema incluirá tres LEDs:

- LED 1 (Verde): Indica que el agua está fluyendo.
- LED 2 (Amarillo): Parpadea cuando quedan pocos segundos para que se cierre el flujo de agua.
- LED 3 (Rojo): Se enciende cuando el flujo de agua se ha detenido.

Además, se incorporará un pulsador que permitirá al usuario detener el flujo de agua antes del tiempo establecido. Si este pulsador es presionado, el sistema esperará unos segundos antes de cerrar la válvula, permitiendo que el usuario realice ajustes sin que el agua se corte de inmediato.

Este enfoque no solo mejora la comodidad del usuario, sino que también optimiza el consumo de agua, evita derrames y reduce la necesidad de interacción continua con el dispensador. La automatización del proceso permite una operación más eficiente y facilita su implementación en entornos con alto tráfico de usuarios.



Figura 1: Diagrama del Sistema

3. Especificaciones

El sistema debe cumplir con los siguientes requisitos y está formado de los siguientes componentes:

3.1. Sensor de fuerza resistivo (FSR-402)

Detecta la activación del sistema mediante la presión del usuario. Tiene un rango de resistencia de 100 k Ω (sin presión) a 200 Ω (máxima presión). Funciona con un voltaje de 3,3V a 5V y su tiempo de respuesta es de <1 ms.

3.2. Pulsador mecánico (Raspberry Pi GPIO)

Permite la detención manual del flujo de agua. Se conectará a un pin GPIO configurado con *pull-down* interno para evitar falsos activadores. La señal se activará en bajo (LOW) cuando se presione.

3.3. LED tricolor (RGB de cátodo común)

Con una alimentación de 2V(Rojo), 3.2V (Verde y Azul) y corriente máxima de 20mA por color:

- Verde: Indica que el agua está fluyendo.
- Amarillo: Parpadea cuando quedan pocos segundos para el cierre.
- Rojo: Se enciende cuando el flujo de agua ha finalizado.

3.4. Servomotor SG90

Controla la apertura y cierre de la fuente. Se alimenta con 5V, tiene un torque de 1.8 kg/cm, y una rotación de 0° a 180°, aunque solo utilizaremos el rango de 0° (cerrado) a 90° (abierto). Se controlará mediante una señal PWM de 50 Hz.

3.5. Microcontrolador (Raspberry Pi)

Procesa la información de los sensores y controla los actuadores.

- Alimentación de 5V.
- Manejo de entradas digitales para el sensor de fuerza y el pulsador.
- Generación de señales PWM de 50 Hz para el servomotor.

- Control de las señales de salida para los LEDs.

3.6. Alimentación

Se utilizará una fuente de 5V para alimentar los componentes electrónicos.

4. Diseño del hardware

El diseño del hardware permite una comunicación estable con la Raspberry Pi y asegura un control preciso del sistema mediante señales.

4.1. Circuito de LEDs

Para el correcto funcionamiento del LED tricolor HV-5RGB25 (Cátodo común), es necesario calcular las resistencias limitadoras de corriente para cada color. Esto se realiza aplicando la Ley de Ohm:

$$R = \frac{V_{cc} - V_f}{I}$$

Donde:

- $V_{CC} = 5V$ (voltaje de alimentación)
- V_f = voltaje de operación de cada color (2V Rojo, 3.4V verde, 3.4V azul)
- $I = 20mA = 0.02A$ (corriente recomendada por el fabricante)

Calculando cada resistencia:

- Rojo: $R = 5V - 2.0V / 0.02A = 150\Omega$
- Verde: $R = 5V - 3.4V / 0.02A = 80\Omega$
- Azul: $R = 5V - 3.4V / 0.02A = 80\Omega$

Para garantizar la protección del circuito, seleccionaremos los valores comerciales más cercanos, 150 Ω para el rojo y 90 Ω para el verde y azul.

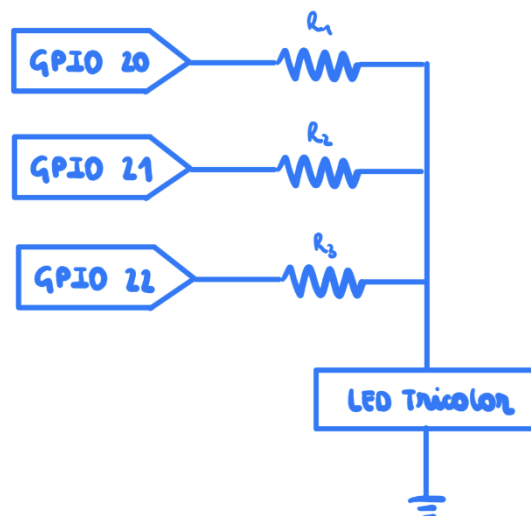


Figura 2: Circuito LED Tricolor

4.2. Circuito del sensor de fuerza (FSR-402)

El FSR-402 es un sensor de resistencia variable, cuyo valor cambia entre 100kΩ (sin presión) y 200Ω (máxima presión aplicada). Para convertir esta variación en un voltaje medible, se utiliza un divisor de tensión con una resistencia fija de 10kΩ, cuyo voltaje de salida V_{out} se calcula con la ecuación del divisor de tensión:

$$V_{out} = V_{cc} \times \frac{R_{fsr}}{R_{fsr} + R_{fixed}}$$

- Sin presión ($R = 100k\Omega$): $V_{out} = 5V/(100k\Omega + 10k\Omega) = 4.55V$
- Máxima presión ($R = 200\Omega$): $V_{out} = 5V \times 200\Omega / (200\Omega + 10k\Omega) = 0.098V$

Esto permite leer el nivel de presión aplicado al sensor mediante un pin analógico del microcontrolador.

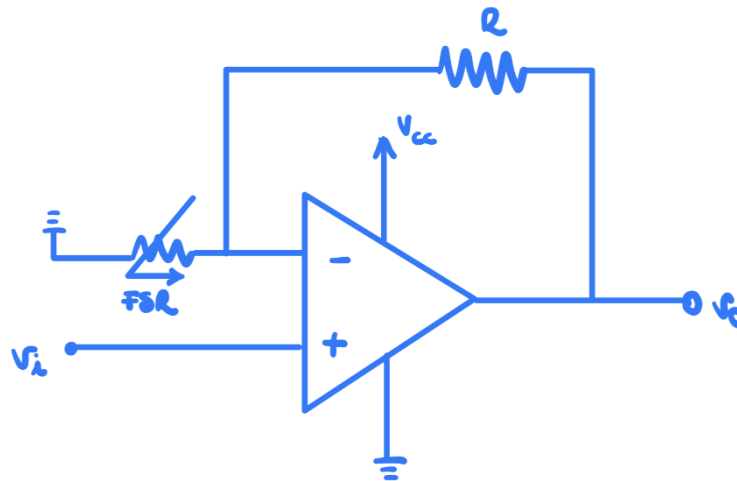


Figura 3: Circuito del pulsador

4.3. Circuito del Servomotor SG90 y Pulsador

El servomotor SG90 requiere una señal PWM de 50Hz con ciclos de trabajo específicos para controlar su ángulo de giro:

- Posición 0° (cerrado): 2.5% de ciclo de trabajo.
- Posición 90° (abierto): 7.5% de ciclo de trabajo.

El servomotor se conectará a un GPIO PWM del microcontrolador y recibirá una alimentación de 5V. Para evitar activaciones no deseadas, el pulsador se conectará a otro GPIO configurado con un pull-down interno, asegurando que la señal permanezca en *LOW* cuando el botón no esté presionado.

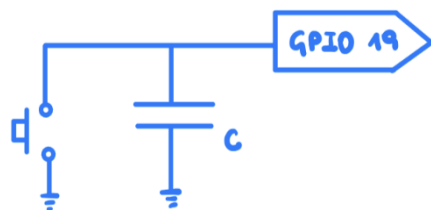


Figura 4: Circuito del pulsador

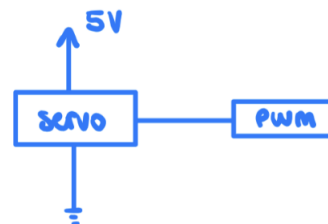


Figura 5: Circuito del ServoMotor

5. Planificación temporal

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en un total de tres sesiones y media, organizadas de la siguiente manera:

5.1. Sesión 1

En esta primera sesión, se procederá al montaje y conexión del sensor de fuerza FSR-402 junto con su divisor de tensión. Posteriormente, se verificará la lectura del sensor utilizando un multímetro y se visualizarán los datos en la Raspberry Pi. Una vez confirmado su correcto funcionamiento, se pasará a la conexión del LED tricolor HV-5RGB25, asegurándose de utilizar las resistencias adecuadas. Finalmente, se realizará la programación inicial del encendido del LED y la implementación de cambios de color para indicar diferentes estados del sistema.

5.2. Sesión 2

En la segunda sesión, se integrará el servomotor SG90 con la Raspberry Pi y se comprobará su correcto funcionamiento. Se generará la señal PWM (modulación por ancho de pulso) y se ajustarán los valores de apertura a 90° y cierre a 0°. Además, se incorporará un pulsador que permitirá detener manualmente el flujo de agua, añadiendo así una funcionalidad de control adicional. Por último, se procederá a sincronizar la activación del sensor de fuerza con el servomotor y los LEDs, asegurando que el sistema responda de manera coordinada.

5.3. Sesión 3

Durante esta sesión, se terminará el código final con todas las funcionalidades del sistema. Se llevarán a cabo pruebas en diferentes escenarios para evaluar su desempeño y se realizarán ajustes según sea necesario. Además, se ejecutará un proceso de depuración y corrección de errores para garantizar la integración óptima de todos los componentes y mejorar la estabilidad del sistema.

5.4. Media sesión restante

En la última media sesión, el enfoque estará en la optimización del código para mejorar la eficiencia y la respuesta del sistema. Se efectuarán pruebas finales para verificar su correcto funcionamiento. Adicionalmente, se procederá a la documentación del proyecto y, si el tiempo lo permite, se elaborará un póster explicativo que resuma el desarrollo y resultados obtenidos.

6. Recursos Adicionales

Para llevar a cabo el proyecto, además de la Raspberry Pi, se necesitan los siguientes componentes externos:

- **Sensor de fuerza FSR-402** para detectar la presión del usuario.
- **Servomotor SG90** para abrir y cerrar la fuente.
- **LED tricolor de cátodo común** para indicar el estado del sistema, tres **resistencias limitadoras** (una de 150Ω para el rojo y dos de 90Ω para verde y azul).
- **Pulsador** para la parada manual.
- **Resistencia fija de $10k\Omega$** para el divisor de tensión del FSR.
- **Amplificador operacional LM358** para comparar la señal del sensor con un umbral.