



**Alumna:** Erika Vega Naranjo

**Profesor:** Joan Masdemont

2025

# INTRODUCCIÓN

Este proyecto se desarrolla como parte de un curso dedicado al prototipado con Raspberry Pi, cuya primera fase se centra en conocer su sistema, los puertos GPIO y la integración básica de sensores y actuadores. Tras esta introducción técnica, se propone realizar un proyecto libre que permita aplicar esos conocimientos en un prototipo funcional. En este marco surge la idea de construir un pinball casero, combinando una estructura física con un sistema interactivo controlado por Raspberry Pi. Esto abre la puerta a explorar no solo la parte tecnológica, sino también la dimensión más personal y conceptual del diseño del objeto.

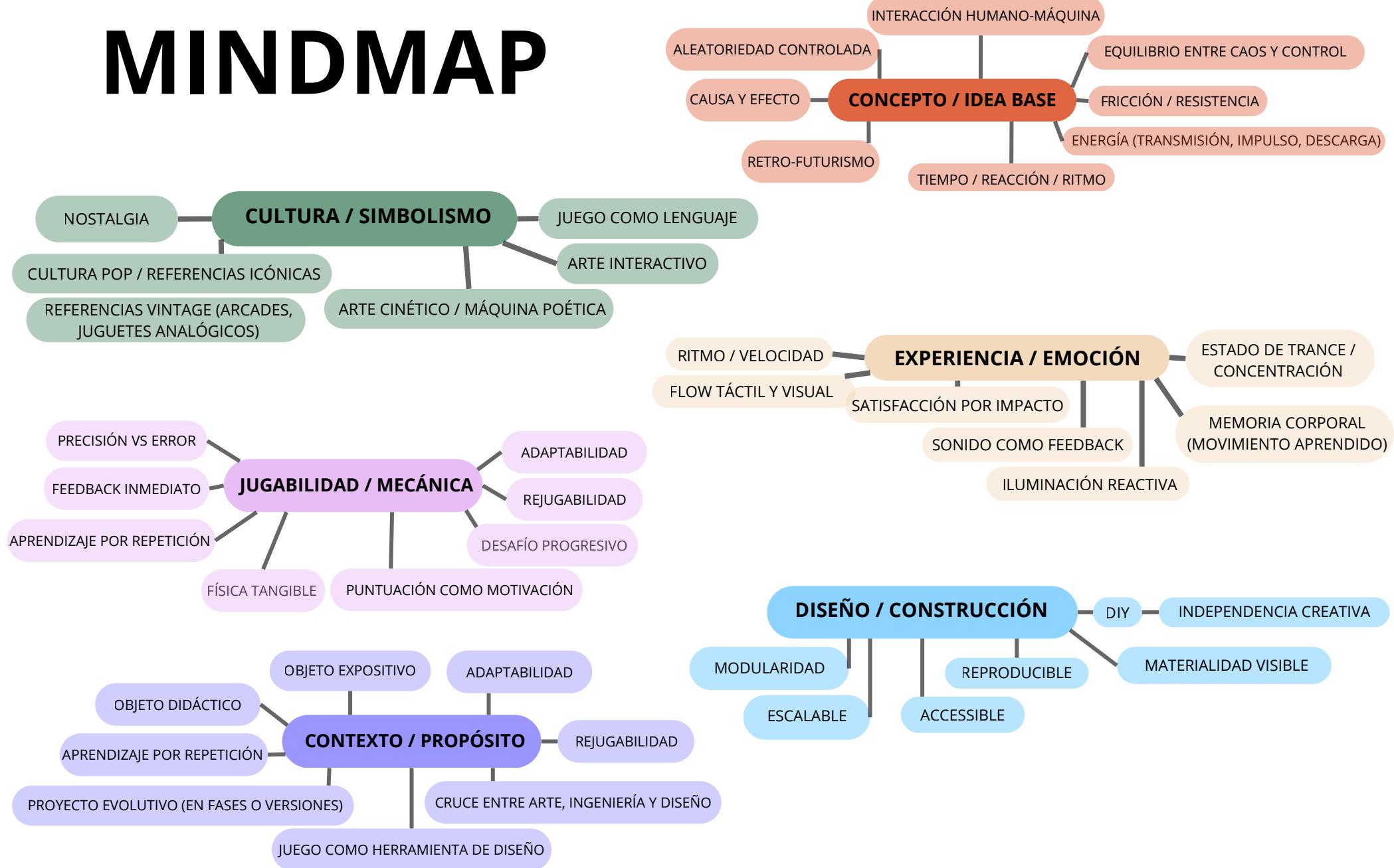
La motivación inicial de este proyecto surge de mi curiosidad por entender cómo se comportan los objetos en movimiento y por investigar más allá de la mecánica básica, un interés que siempre me ha acompañado. Antes de plantearme construir un pinball, había pensado en recrear un juego de mi infancia: una pista de obstáculos en la que una bola metálica avanzaba únicamente gracias a elementos manuales. Sin embargo, al tratarse de un juego completamente mecánico y con un encanto particular, preferí no transformarlo en un sistema electrónico. Aun así, esa imagen de una bola recorriendo un camino me llevó de manera muy natural al concepto del pinball: un formato que conserva la esencia física pero permite integrar tecnología sin perder su espíritu.

Paralelamente, mis estudios en diseño de producto han reforzado mi interés por explorar la forma física del objeto, por entender cómo se construye, se manipula y se experimenta. Durante la carrera, sentía que me faltaba trabajar con objetos que además incorporaran movimiento, respuesta y comportamiento, elementos que enriquecen la experiencia y añaden una capa más compleja al diseño. El pinball ofrecía precisamente ese equilibrio entre forma, interacción y reacción.

En el contexto del curso de prototipos con Raspberry, el proyecto se convirtió en una oportunidad ideal para desarrollar un objeto tangible dotado de un sistema interactivo programado. Me interesaba especialmente explorar cómo la Raspberry Pi podía coordinar sensores, puntuación, luces y sonido, y cómo articular una experiencia de juego completa utilizando hardware accesible.

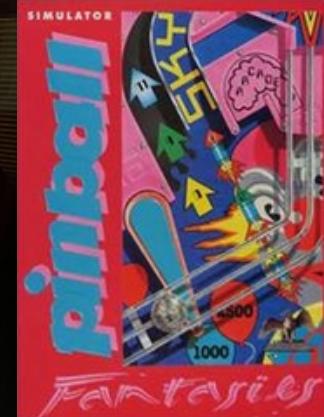
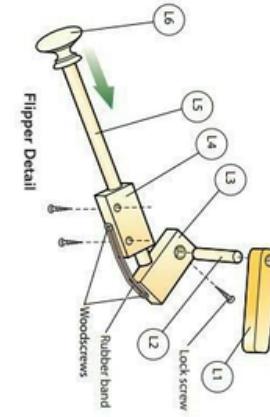
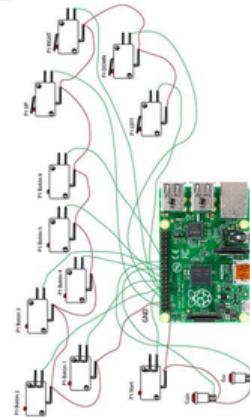
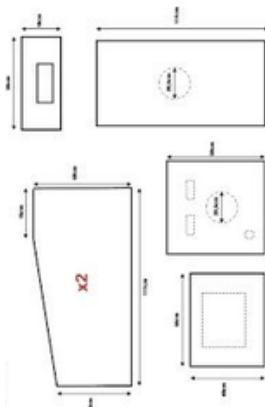
Al mismo tiempo, el proyecto me ofrecía un marco atractivo para aprender a integrar electrónica, programación y construcción física en un único prototipo funcional, lo que respondía directamente a los objetivos del curso y me permitía experimentar con distintas fases del desarrollo: desde la ideación hasta la puesta en marcha.

# MINDMAP

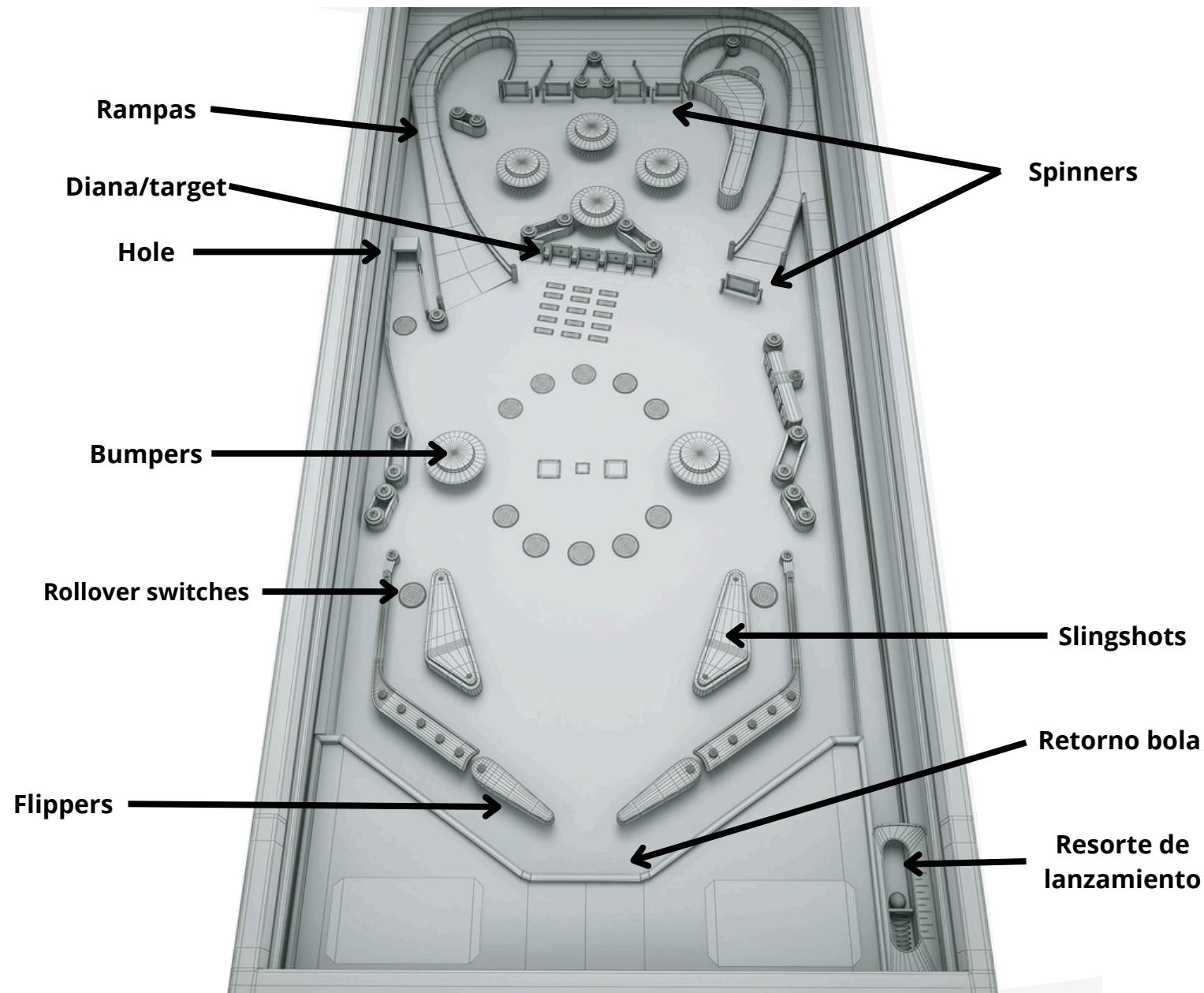


## CAMPOS PRINCIPALES

Criterio	Diseño estructural	Electrónica	Sistema mecánico	Sistema audiovisual	Diseño gráfico
Qué abarca	Dimensiones, materiales, inclinación	Sensores, actuadores, controladora	Flippers, bumpers, rampas	Luces y sonido	Arte, temática, color
Decisiones clave	Tamaño, ángulo, soporte	Tipo de sensores, modularidad	Tipo de mecanismo, retorno bola	Control, sincronización	Estilo, integración visual
Resultado esperado	Esquema físico preliminar	Mapa de conexiones	Diagrama funcional	Esquema de feedback	Mockup visual



# COMPONENTES SOBRE EL TABLERO



# COMPONENTES SOBRE EL TABLERO



Dianas/Target



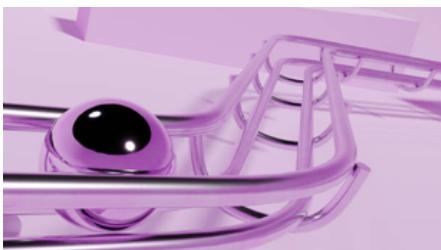
Ball Popper



Rollover switches



Spinners



Rampas



Bumpers



Slingshots



Flippers



Retorno bola



Resorte de lanzamiento

# LISTADO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

## SENSORES

Tilt Ball Switch → Cambia su estado cuando se inclina (bola metálica interna)

Rotary Encoder → Detecta rotación y dirección de giro

Microswitch (final de carrera) → Detecta activación mecánica al presionarlo.

Sensor IR → Detecta presencia/obstáculos por reflexión.

Piezoeléctrico → Detecta vibraciones e impactos.

## SONIDO

Active Buzzer → Zumbador que emite un tono fijo. Actuadores

Passive Buzzer → Zumbador controlable, genera distintos tonos con PWM.

## ACTUADORES

Servo → Permite mover elementos mecánicos con control de posición.

Solenoide → Produce un movimiento lineal rápido para golpear o accionar mecanismos.

5 COLORES LEDS → Amarillo, Naranja, Rojo, Azul, Verde.

Motor de vibración → Genera vibraciones localizadas para retroalimentación háptica o efectos en el pinball.

## DISPLAY / INTERFAZ

Módulo MAX7219 → Controlador para matrices y displays 7 segmentos.

Display de 4 dígitos (TM1637) → Visualización numérica simple con dos líneas de control.

Módulo matriz LED P4 RGB 64x32 → Panel de vídeo a todo color para gráficos, animaciones o información destacada.

# Micro Switches

Estos son microinterruptores de límite con palanca de rodillo (también conocidos como finales de carrera o limit switches).

- Son pequeños interruptores eléctricos que detectan la posición o el final de un movimiento mecánico.
- Utilizan un actuador mecánico (la palanca con el rodillo) que, al ser presionado por un objeto, abre o cierra los contactos eléctricos internos.



## ESPECIFICACIONES DEL COMPONENTE USADO:

Material: Plástico

Tipo de interruptor: INTERRUPTOR PULSADOR

Color: Black - Orange

Dimensiones: 20 x 10 x 6mm (L X W X H)

Rated voltage: AC 125V-250V

Current rating: 5A

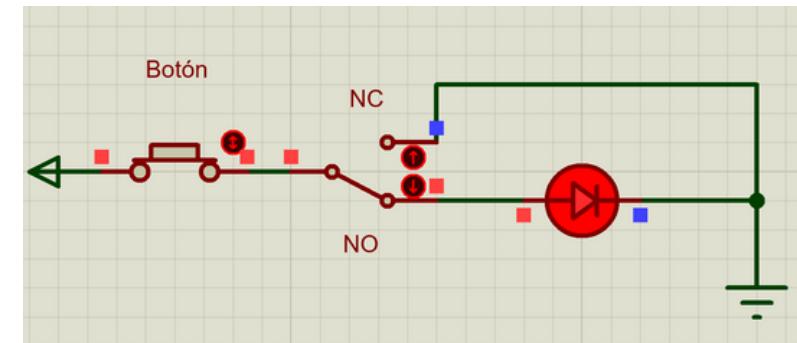
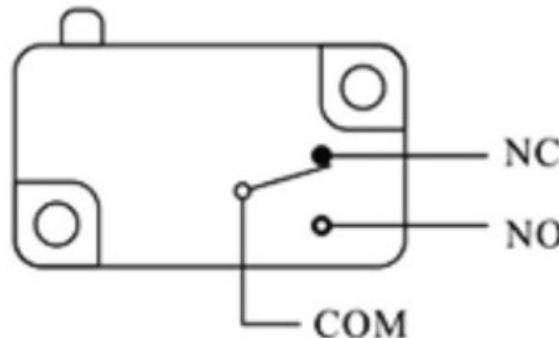
PCB Terminals Circuit Board

With Roller Lever Limit

## **APLICACIÓN EN EL PROYECTO:**

El microswitch lo que permite es que la bola del pinball lo active con un desplazamiento mínimo sea golpeando o el propio paso de la bola y genere una señal momentánea fácilmente detectable.

# Análisis Micro Switch



**Funcionamiento del Micro Switch**

## PINES:

MicroSwitch de 3 Pines COM (común), NO (normalmente abierto) y NC (normalmente cerrado)

## EXPLICACIÓN LÓGICA DEL USO DE PINES

Para detectar el estado normalmente usamos COM + NO (cierra al activarse). Cuando el switch cierra, leerás LOW si usas pull-up; cuando abre, HIGH.

## ESQUEMA DE CONEXIÓN BÁSICA

COM ---> GPIO 24 (entrada)

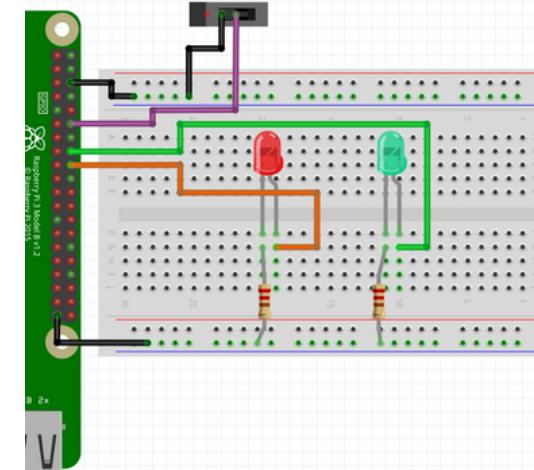
NO ---> GND (cuando cierra)

NC ---> (no usado)

# Circuito prueba Micro Switch

## MATERIALES NECESARIOS

- Micro-switch.
- Resistencia 10 kΩ (si no vas a usar el pull-up interno).
- Opcional: condensador 0.1 µF para filtro de rebote hardware.
- 2 LEDS.
- 2 Resistencias 220 Ω.
- Cables y Raspberry.



## ESQUEMA FÍSICO DE CONEXIONES

### Interruptor

COM ---> 3.3V  
NO ---> GPIO24 (entrada)  
NC ---> (no usado)  
(Cuando el interruptor se cierra, la línea baja a LOW porque el código usa pull-up interno.)

### LED 1 (LED indicador 1)

Ánodo (+) ---> GPIO18  
Cátodo (-) ---> Resistencia 220Ω<sup>1</sup>  
Salida de la resistencia ---> GND

### LED 2 (LED indicador 2)

Ánodo (+) ---> GPIO23  
Cátodo (-) ---> Resistencia 220Ω<sup>1</sup>  
Salida de la resistencia ---> GND

## Descripción del funcionamiento del circuito

El sistema utiliza un interruptor cuyos dos estados (abierto o cerrado) se leen de forma continua. Dependiendo de esa lectura, se activa uno de los dos LEDS para indicar visualmente el estado del interruptor.

## Lógica de operación

- Si el interruptor está cerrado, se enciende el primer LED y se apaga el segundo.
- Si el interruptor está abierto, ocurre lo contrario: el primer LED se apaga y el segundo se enciende.

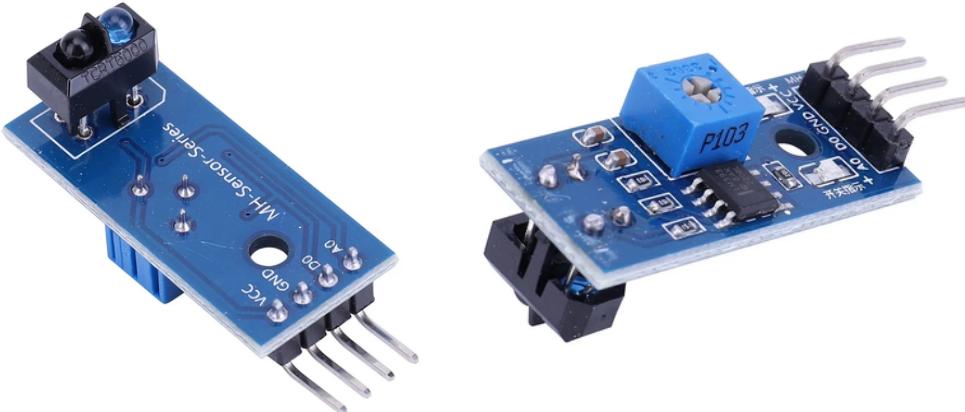
## Objetivo de la prueba

La prueba confirma que el sistema detecta correctamente ambos estados del interruptor y responde encendiendo el LED correspondiente, validando así la lógica básica de entrada y salida del circuito.

# Sensor IR

Un sensor infrarrojo reflectante detecta objetos emitiendo un haz IR y midiendo la luz que rebota en ellos. Funciona como un "interruptor óptico": cuando un objeto se aproxima a la zona de detección, el haz infrarrojo regresa al receptor y el módulo genera una salida digital indicando detección.

Su electrónica convierte esa reflexión en una señal digital fácil de usar, con sensibilidad ajustable y diseñada para funcionar a corta distancia y ofrecer una detección estable en aplicaciones básicas de proximidad o seguimiento.



## ESPECIFICACIONES DEL COMPONENTE USADO:

Salida: Transductor de conmutación

Tipo: Sensor óptico-electrónico

Sensor de rastreo Módulo de rastreo de carro TCRT5000 Interruptor fotoeléctrico reflectante infrarrojo

Parámetros del producto:

1.Utilice el sensor de reflexión infrarroja TCRT5000

Utilice el sensor de reflexión infrarroja TCRT5000

2.Distancia de reflexión de detección: 1 mm - 25 mm aplicable

1.Salida del comparador, señal limpia, buena forma de onda, fuerte capacidad de conducción, más de 15 mA.

4.con potenciómetro para ajustar la sensibilidad

5.Voltaje de funcionamiento 3,3 V-5 V

6.Forma de salida: salida de interruptor digital (0 y 1)

7.Con orificio para perno de fijación, fácil de instalar.

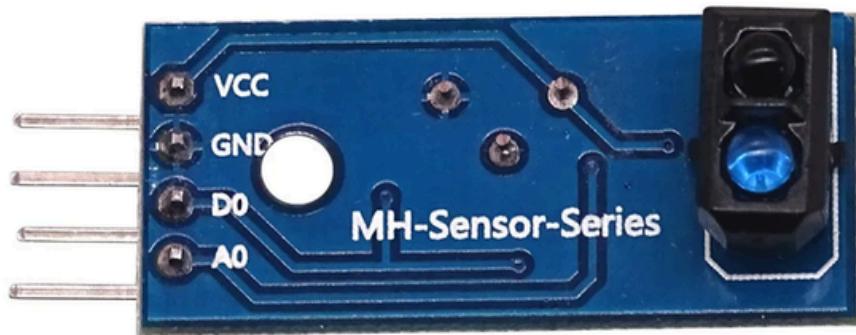
8.Utilice un comparador LM393 de amplio voltaje

Tamaño del producto: 35x15x12mm

## **APLICACIÓN EN EL PROYECTO:**

En el pinball, este sensor se utiliza como detector de paso de la bola. Cuando la bola atraviesa la zona de lectura, su superficie metálica refleja el haz infrarrojo y el módulo genera una señal digital inmediata. Esto permite activar contadores, luces, sonidos o cualquier lógica del juego de forma precisa y sin necesidad de mecanismos mecánicos, ofreciendo una detección rápida, fiable y casi que invisible.

# Análisis Sensor IR



## PINES:

- VCC: Pin de alimentación de voltaje.
- GND: Pin de tierra (ground).
- DO (Digital Out): Salida digital que proporciona una señal ALTA o BAJA dependiendo de la reflexión detectada.
- AO (Analog Out): Salida analógica que proporciona un valor de voltaje proporcional a la intensidad de la luz infrarroja reflejada.

## EXPLICACIÓN LÓGICA DEL USO DE PINES:

En este tipo de sensor la salida es digital y actúa como un interruptor electrónico. Cuando detecta reflexión, la salida cambia de estado y el microcontrolador lee un nivel distinto. Si trabajas con pull-up, la detección suele llevar la línea a LOW, y la ausencia de detección deja la línea en HIGH.

## ESQUEMA DE CONEXIÓN BÁSICA:

VCC ---> 3.3V

GND ---> GND

DO ---> GPIO 24 (entrada digital)

AO ---> Sin conectar

# Circuito prueba Sensor IR

## MATERIALES NECESARIOS

- Sensor IR reflectante (salida digital).
- LED indicador.
- Resistencia 220 Ω para el LED.
- Cables y Raspberry Pi

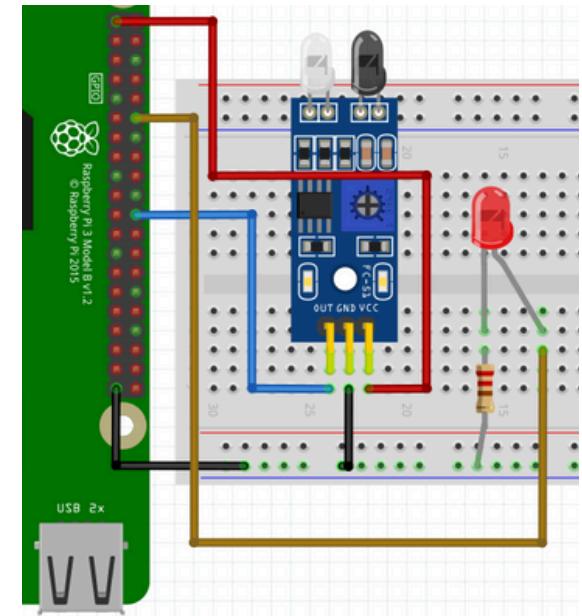
## ESQUEMA FÍSICO DE CONEXIONES

### Sensor IR

- VCC ---> 3.3V
- GND ---> GND
- DO ---> GPIO25 (entrada digital)

### LED (indicador)

- Ánodo (+) ---> GPIO18
- Cátodo (-) ---> Resistencia 220Ω
- Salida de la resistencia ---> GND



## Descripción del funcionamiento del circuito

El sistema lee continuamente la salida digital del sensor infrarrojo. Cuando el sensor detecta un objeto por reflexión, cambia su estado y el LED se activa como indicador visual inmediato. Cuando no detecta nada, el LED permanece apagado.

## Lógica de operación

- Si el sensor detecta un obstáculo (salida digital = LOW), el LED se enciende.
- Si el sensor no detecta nada (salida digital = HIGH), el LED se apaga.

## Objetivo de la prueba

La prueba valida que el sensor infrarrojo cambia correctamente su salida según la presencia o ausencia de un objeto, y confirma que el sistema reacciona encendiendo o apagando el LED siguiendo la lógica prevista.

# Análisis Servo Motores 180° y 360°

## Servomotores de 180°

Detectan y mantienen un ángulo entre 0° y 180°. La posición se ajusta según la duración del pulso PWM. Son ideales para aplicaciones que requieren precisión angular.

## Servomotores de 360°

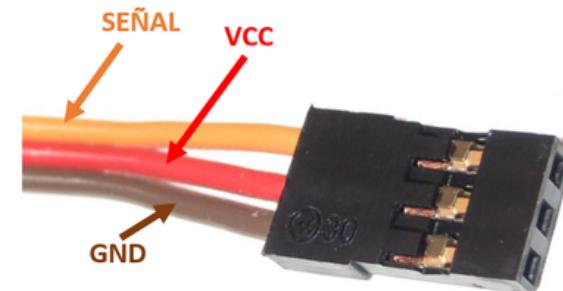
Permiten rotación continua, perdiendo control de posición absoluta. El PWM controla la velocidad y dirección, no la posición. Son útiles para ruedas de robots o mecanismos que necesitan rotación infinita.

## PINES

VCC: Cable rojo. Alimentación del servo (4.8 V – 6 V típicamente).

GND: Cable negro. Pin de tierra (ground).

SIG (Signal): Cable naranja. Pin de control PWM que recibe pulsos para determinar la posición (en servos de 180°) o la velocidad/dirección de rotación (en servos de 360°).



## EXPLICACIÓN LÓGICA DEL USO DE PINES

En este tipo de servomotor, el pin de señal (SIG) recibe pulsos PWM del microcontrolador. La duración del pulso determina el comportamiento del servo:

- Servos de 180°: el pulso define la posición angular que el eje debe mantener. Por ejemplo, un pulso de 1 ms mueve el eje a 0°, 1.5 ms al centro (90°) y 2 ms a 180°.
- Servos de 360°: el pulso define velocidad y dirección de rotación en lugar de posición. Un pulso de 1.5 ms detiene el servo, pulsos menores giran en sentido contrario y mayores en sentido horario.

El microcontrolador envía los pulsos de manera periódica (cada 20 ms aproximadamente) y el servo mantiene el movimiento o posición correspondiente mientras reciba la señal.

## ESQUEMA DE CONEXIÓN BÁSICA

- VCC ---> 5V (alimentación del servo)
- GND ---> GND (tierra compartida con microcontrolador)
- SIG ---> GPIO 18 (entrada PWM desde microcontrolador)

Nota: Si el servo es de 360° y se quiere detener, se envía un pulso de 1.5ms; para movimiento, se ajusta la duración del pulso según la velocidad y dirección deseadas.

# Círcuito prueba Servo Motor

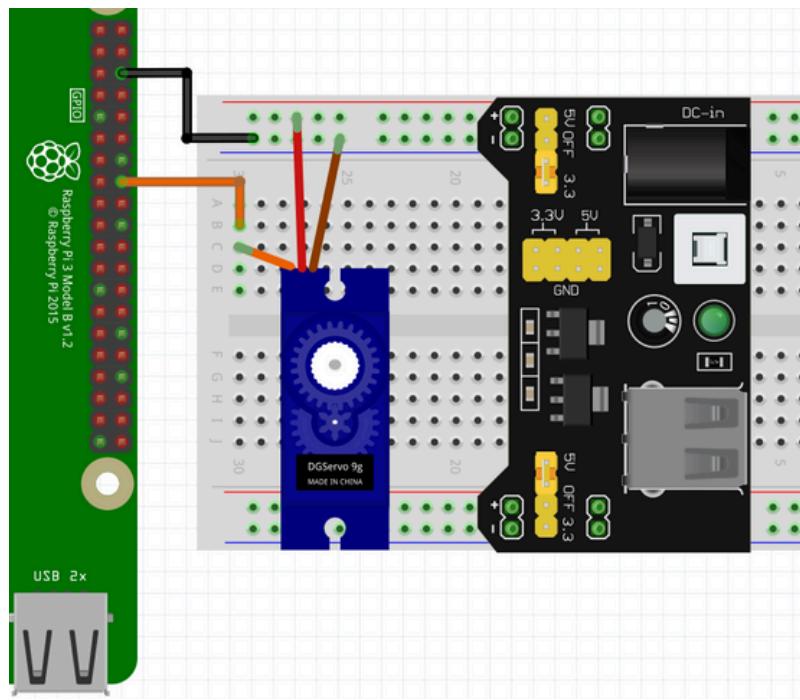
## MATERIALES NECESARIOS

- Servo estándar de 180° y/o servo de rotación continua de 360° (9g u otro compatible).
- Raspberry Pi o microcontrolador equivalente.
- Cables de conexión.
- Fuente de alimentación de 5V adecuada para los servos.

## ESQUEMA FÍSICO DE CONEXIONES

### Servo motor

- VCC ---> 5V
- GND ---> GND
- SIG ---> Pin de control PWM del microcontrolador



## Descripción del funcionamiento

El servo de 180° se desplaza entre ángulos definidos y mantiene cada posición con precisión.

El servo de 360° gira de forma continua, ajustando dirección y velocidad según la señal de control.

### Lógica de operación

El servo de 180° avanza gradualmente hasta el ángulo indicado y se detiene allí.

El servo de 360° gira hacia un lado u otro y se detiene con la señal neutra.

La señal PWM determina posición (180°) o velocidad/dirección (360°).

## Objetivo de la prueba

Comprobar que:

El 180° alcanza los ángulos indicados con suavidad.

El 360° gira según la dirección y velocidad ordenadas y se detiene correctamente.

# SOLENOIDES

Los solenoides son actuadores basados en el principio de inducción magnética: al circular corriente por la bobina, generan un campo que atrae un núcleo móvil, produciendo un desplazamiento lineal inmediato. No permiten control gradual; su funcionamiento es simplemente activar o liberar el movimiento. Destacan por su capacidad de generar fuerza útil en recorridos muy cortos y en formatos compactos. Por su naturaleza inductiva, generan picos de voltaje al desactivarse, por lo que siempre se recomienda un componente de supresión como un diodo o un circuito de protección. Son habituales en mecanismos de tiro o empuje rápido, selectores, gatillos mecánicos, cierres automáticos y pequeños actuadores en dispositivos electrónicos y recreativos.



## ESPECIFICACIONES DEL COMPONENTE USADO:

### BOBINA 1

- 1.Carrera: alrededor de 4 mm
- 2.Peso: 7g
- 3.Empuje inicial (fuerza de tracción): 0,2 N
- 4.Tensión nominal: 5 V.
- 5.Corriente de prueba: 0,7 A (5 V),



## ESPECIFICACIONES DEL COMPONENTE USADO:

### BOBINA 2

- Voltaje nominal: DC6V 750mA  
DC24V 300mA (opcional)  
Tipo: Push-Pull  
Fuerza y carrera: 5N/10mm  
Dimensiones del cuerpo: 30x16x15mm  
Dimensiones de la barra del pistón: 6x58mm  
Diámetro del orificio de montaje: 2,5 mm  
Longitud del cable: 20 cm  
Material: metal, componentes electrónicos

## APLICACIONES DE SOLENOIDES EN UN PINBALL REAL

En máquinas de pinball auténticas, los solenoides (normalmente de 24–48 V, mucho más potentes que los tuyos) se usan para generar impactos rápidos y repetitivos. Sus funciones típicas son:

- Flippers (las paletas que golpean la bola).
- Bumpers que saltan cuando la bola los toca.
- Kickers / Slingshots que expulsan la bola lateralmente.
- Eyectores que lanzan la bola desde huecos o túneles.
- Bloqueos o trampillas que abren/cierran ciertas zonas.

Tu versión de 5–6 V no va a mover una bola con esa violencia, pero sí te sirve para la misma lógica mecánica, solo que a pequeña escala.

## APLICACIÓN EN EL PROYECTO: (Aún no probado)

Qué puedo hacer con solenoides de 5–6 V  
Con menor fuerza, las versiones caseras permiten:

- Mini-bumpers que dan un pequeño toque.
- Kickers suaves para redirigir una canica ligera.
- Trampillas o compuertas que abren/cierran caminos.
- Golpe mecánico de feedback (ruido "clack" realista).
- Pequeos disparadores para lanzar la bola unos centímetros.

# Análisis solenoides

Los solenoides son actuadores electromecánicos diseñados para generar un movimiento lineal y rápido mediante una bobina que, al energizarse, desplaza un émbolo metálico. Funcionan como mecanismos ON/OFF, sin posiciones intermedias, y destacan por su fiabilidad, velocidad de respuesta y fuerza en un espacio reducido. Suelen requerir corrientes relativamente altas y siempre deben ir acompañados de un diodo de protección para evitar daños por el pico de tensión inversa que produce la bobina. Se utilizan en sistemas de bloqueo, dispensadores, mecanismos de impacto, automatización sencilla y cualquier aplicación donde se necesite un empuje directo y controlado con una señal eléctrica.

## PINES

VCC: Cable rojo. Alimentación del servo (5 V y 6 V).

GND: Cable negro. Pin de tierra (ground).

## **EXPLICACIÓN LÓGICA DEL USO DE PINES**

El solenoide funciona como un actuador ON/OFF. El pin de control envía una señal digital que activa un transistor o MOSFET.

- HIGH → el solenoide recibe corriente y el émbolo se desplaza.
- LOW → deja de recibir corriente y vuelve a su posición inicial.

El microcontrolador solo mantiene la señal activa el tiempo necesario para extender el émbolo.



## **ESQUEMA DE CONEXIÓN BÁSICA**

Solenoide

VCC → 5–6 V (batería externa)

GND → GND común

SIG → GPIO (a través del transistor/MOSFET)

Nota: El solenoide debe controlarse mediante un transistor/MOSFET y protección adecuada, ya que no puede conectarse directamente a un GPIO.

# Circuito prueba Solenoide

## MATERIALES NECESARIOS

- Solenoide (5-12 V según modelo).
  - Fuente de 5 V para la señal de control.
  - Fuente de 5-12 V (alta capacidad) para el solenoide.
  - MOSFET IRLZ44N.
  - Diodo flyback 1N4007 o Schottky.
  - Condensador cerámico 1  $\mu$ F (X7R o similar, 50 V).
  - Condensador electrolítico 100  $\mu$ F (25-35 V).
  - Resistencia 10 k $\Omega$  y 220  $\Omega$
  - Cables y GND común.
- 

## Descripción del funcionamiento

El solenoide genera un movimiento lineal rápido cuando se aplica tensión al Gate del MOSFET.

Al recibir la señal, el émbolo se extiende; al cortar la señal, se retrae automáticamente.

Los condensadores y el diodo Schottky estabilizan la alimentación y protegen el MOSFET frente a picos de tensión de la bobina.

La señal de activación se aplica mediante una batería externa, que puede variar entre 3.3 V y 5 V.

## Lógica de operación

- Con 3.3V en el Gate, el MOSFET no conduce lo suficiente, simulando lo que ocurriría con un GPIO de Raspberry Pi; el solenoide no se activa.
- Al aumentar la señal a 5V, el MOSFET conduce correctamente y permite que la corriente de la fuente externa active el solenoide.
- Mientras la señal se mantenga, el émbolo permanece extendido; al retirarla, se retrae automáticamente.
- La duración de la señal define cuánto tiempo permanece extendido el émbolo.

## Objetivo de la prueba

Comprobar que:

- El solenoide se activa con un movimiento limpio y sin oscilaciones al recibir la señal de 5 V.
- La señal de 3.3V no es suficiente para activar el MOSFET, mostrando la limitación de un GPIO sin amplificación.
- La fuerza de empuje es suficiente con el voltaje seleccionado.
- La retracción ocurre correctamente al cortar la señal.
- El circuito con MOSFET, diodo y condensadores maneja sin problemas la corriente instantánea que demanda la bobina.

# Circuito prueba Solenoide

## CONEXIONES DETALLADAS (Paso a Paso)

### 1. MOSFET (IRLZ44N)

- Gate → señal de activación puntual tomada de una batería externa de 5V o 3.3V.  
Coloca resistencia pull-down 10 kΩ entre Gate y GND para que el MOSFET no se active solo.  
Con 3.3V: MOSFET no conduce → solenoide no se activa.  
Con 5V: MOSFET conduce → solenoide se mueve.
- Drain → cable negro del solenoide.
  - Aquí también se conecta el ánodo del diodo flyback (sin rayita), mismo nodo que el negativo del solenoide.
- Source → GND común (misma tierra que la batería de alimentación del solenoide).

### 2. Solenoide

- Positivo (rojo) → +5V de la batería externa de alimentación del solenoide, capaz de entregar suficiente corriente.
- Negativo (negro) → Drain del MOSFET (mismo nodo del ánodo del flyback).

### 3. Diodo flyback (protección)

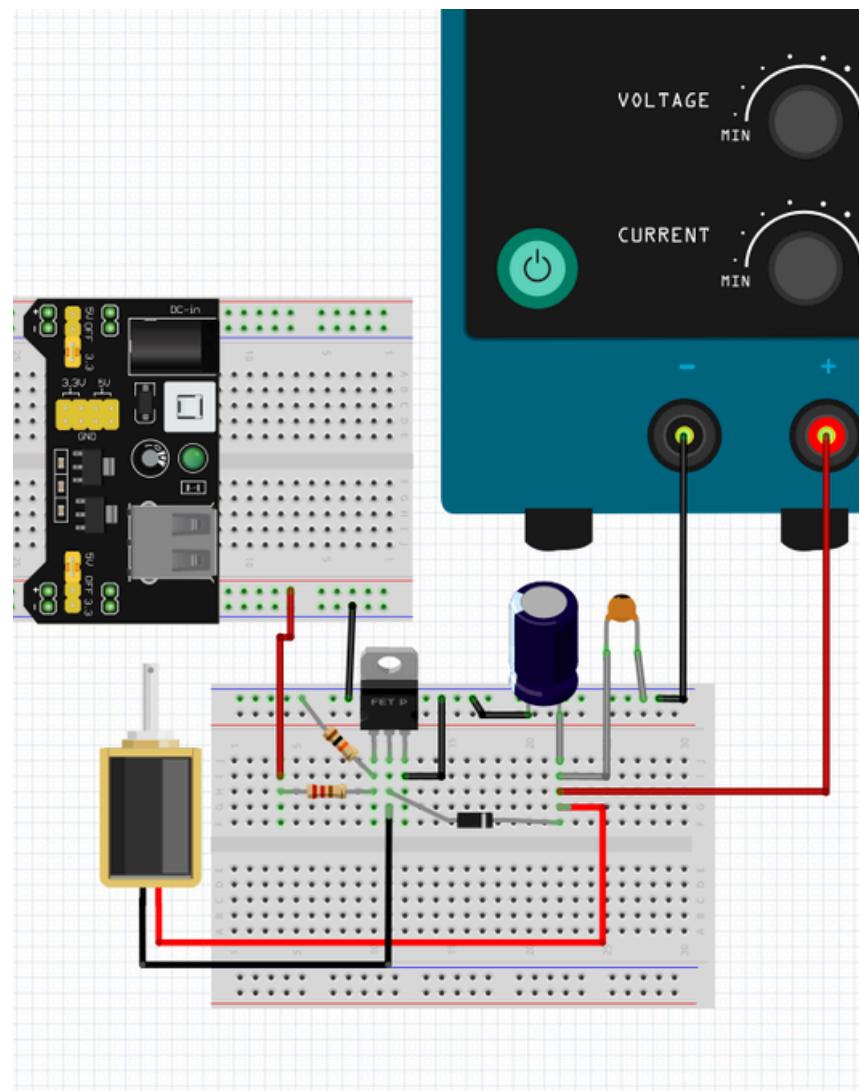
- Ánodo → Drain (lado negro del solenoide).
- Cátodo → +5V de la batería de alimentación del solenoide (lado rojo).
- Función: protege al MOSFET de picos de tensión al desconectar el solenoide.

### 4. Condensadores (estabilización)

- Electrolítico 100 µF entre +5V de alimentación del solenoide y GND, cerca del solenoide.
  - Polaridad: + → +5V, - → GND.
- Cerámico 0.1 µF en paralelo, lo más cercano posible al solenoide o MOSFET.
- Función: filtra picos y estabiliza el voltaje de la fuente.

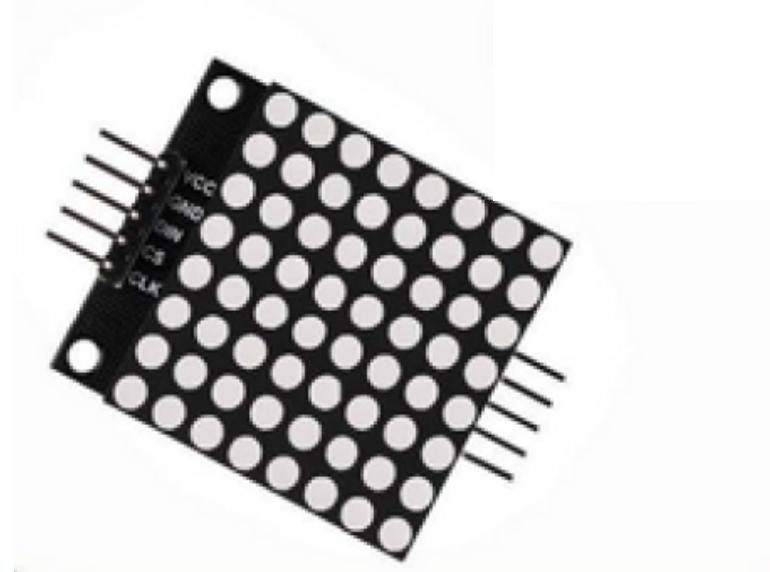
### 5. Resumen de funcionamiento

- Señal de activación (5V de batería externa de control) → MOSFET se activa → solenoide se mueve.
- Señal retirada → MOSFET se apaga → solenoide se retrae.
- Condensadores evitan que la fuente de alimentación del solenoide sufra picos de corriente.
- Diodo flyback protege el MOSFET de tensiones inversas generadas por la bobina.



# MÓDULO MAX 7219

Este módulo sirve para controlar matrices LED o displays de 7 segmentos de forma sencilla. Integra un chip controlador que gestiona internamente la señalización de los LEDs y permite encadenar varios módulos, facilitando la creación de pantallas más grandes sin necesidad de circuitos adicionales.



## Especificaciones Eléctricas

- Voltaje de alimentación (VCC): 5 V (operación recomendada)
- Rango permitido del chip: 4.0 V – 5.5 V
- Consumo en reposo: ~150 µA (modo shutdown)
- Consumo típico en uso: 40–200 mA según brillo y cantidad de LEDs activos
- Corriente por segmento (Iseg): depende de RSET (típico 10 kΩ → ~8–12 mA por segmento)
- Corriente máxima por pin DIG (hundimiento): hasta 500 mA (límite absoluto del chip)
- Corriente máxima por pin SEG (fuente): hasta 100 mA (límite absoluto)
- Frecuencia máxima de reloj SPI: 10 MHz
- Niveles lógicos de entrada (DIN, CLK, CS): compatibles con 5 V TTL
- Protección interna: no incluye; requiere condensador de 0.1 µF + 10 µF en VCC externo
- Temperatura de operación del chip: 0 °C – 70 °C (comercial)

## APLICACIÓN EN EL PROYECTO:

En el pinball, este módulo se analizó para encadenar varios MAX7219 y formar una pantalla LED mayor. La idea era viable, pero se descartó porque los módulos no encajaban bien entre sí: el chip y la circuitería inferior sobresalían por todos los lados, impidiendo una unión física limpia y alineada.

# Análisis Módulo MAX 7219

Este módulo integra el chip MAX7219ENG, que es el verdadero controlador capaz de manejar hasta 64 LEDs (8 dígitos de 7 segmentos o una matriz 8x8). El propio integrado gestiona el multiplexado, el brillo y la comunicación SPI, por lo que puede usarse incluso de forma independiente fuera del módulo. El módulo simplemente monta este chip en una placa con los pines de conexión básicos y la resistencia de corriente, pero toda la inteligencia y el control LED provienen del MAX7219ENG. Además, incorpora la línea DOUT, que permite encadenar varios módulos en daisy-chain usando el propio hardware del chip.

## PINES:

VCC: Pin de alimentación (5V).

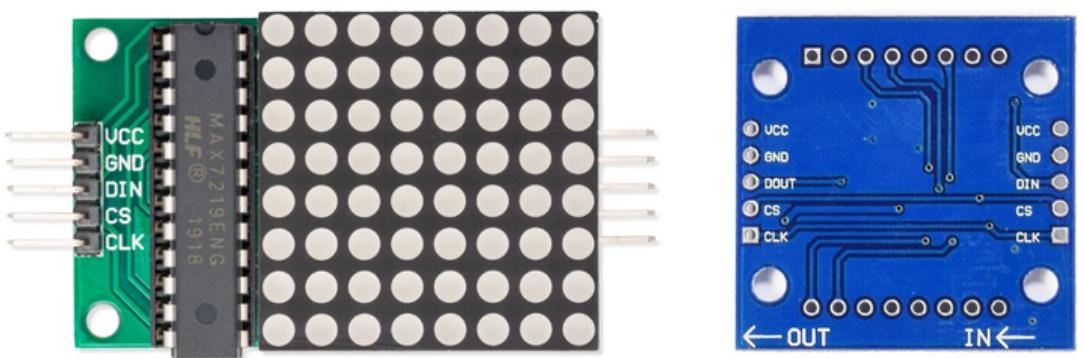
GND: Pin de tierra (ground).

DIN: Entrada de datos serie (SPI).

CLK: Reloj serie (SPI).

CS / LOAD: Pin de selección del chip; habilita la carga de datos en el registro interno.

DOUT (si existe): Salida de datos para encadenar otro módulo MAX7219.



## EXPLICACIÓN LÓGICA DEL USO DE PINES:

El MAX7219 recibe los comandos mediante una comunicación SPI simple: el microcontrolador envía primero la dirección del registro y después el dato.

- DIN es la línea por la que entran los bits.
- CLK sincroniza cada bit enviado.
- CS/LOAD actúa como latch: mientras está en LOW el MAX7219 recibe datos; cuando sube a HIGH, transfiere el comando completo al registro correspondiente.
- Los displays conectados al MAX7219 no se gestionan uno por uno desde el microcontrolador; todo el multiplexado lo realiza el chip internamente.

## ESQUEMA DE CONEXIÓN BÁSICA:

VCC → 5V

GND → GND

DIN → GPIO 10 (MOSI)

CLK → GPIO 11 (SCLK)

CS/LOAD → GPIO 8 (CEO)

DOUT → Sin conectar (a menos que encadenes más módulos)

# Circuito prueba Módulo MAX 7219

## MATERIALES NECESARIOS

- Módulo MAX7219
- Raspberry Pi
- Cables Dupont
- Librería GPIO integrada en Python

## ESQUEMA FÍSICO DE CONEXIONES

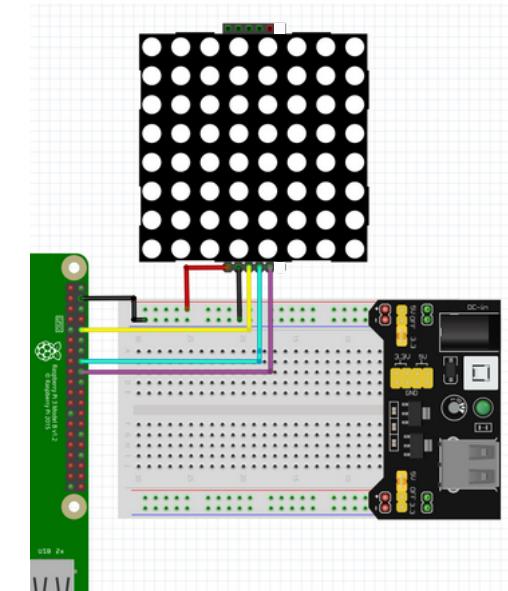
VCC → 5V

GND → GND

DIN → GPIO18 (DATA)

CLK → GPIO24 (CLK)

LATCH / CS → GPIO23 (LATCH)



## Descripción del funcionamiento del circuito

El sistema envía datos al MAX7219 mediante tres líneas (DATA, CLK y LATCH). El módulo recibe los registros correspondientes y actualiza automáticamente la matriz LED interna. En esta prueba se carga un patrón 8×8 que forma un corazón, el cual se muestra durante unos segundos en la pantalla antes de limpiarla.

## Lógica de operación

- Se inicializa el MAX7219 configurando brillo, número de filas activas y modo normal de operación.
- Se envía un conjunto de 8 bytes, cada uno representando una fila de la matriz.
- El módulo interpreta estos valores y enciende los LEDs necesarios para dibujar el corazón.

## Objetivo de la prueba

Validar que la comunicación SPI por bit-banging funciona correctamente, que el MAX7219 interpreta los registros sin errores y que la matriz LED responde mostrando un patrón completo de forma estable.

# MODULO DISPLAY 4 DÍGITOS

Un módulo de 4 dígitos con controlador TM1637 permite mostrar números y caracteres de manera sencilla usando solo dos líneas de comunicación. Funciona como un “controlador de visualización inteligente”: recibe comandos desde un microcontrolador y actualiza automáticamente los LEDs del display. Su electrónica interna gestiona el multiplexado, el brillo y la sincronización, ofreciendo una visualización estable y clara. Está diseñado para integrarse fácilmente en proyectos de indicadores numéricos, relojes, contadores o cualquier aplicación que requiera mostrar información de forma directa y confiable.



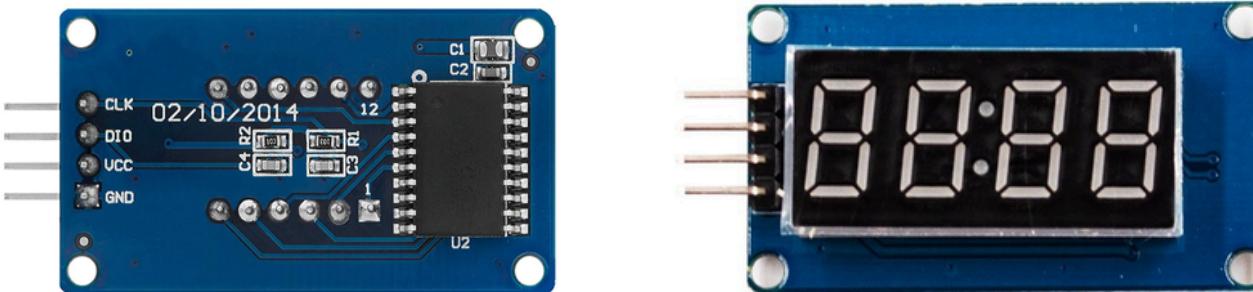
## Especificaciones del Módulo TM1637 (4 dígitos)

- Controlador: TM1637, 2 pines de señal (DIO, CLK)
- Pantalla: 4 dígitos rojo, ánodo común, 0,36"
- Brillo: 8 niveles ajustables
- Voltaje: 3,3-5,5 V
- Corriente: 30-80 mA
- Tamaño: 42 × 24 × 12 mm, peso 8 g
- Montaje: 4 orificios M2
- Funciones: reloj, flujo de números/caracteres, cronómetro

## APLICACIÓN EN EL PROYECTO:

Se evaluó el módulo TM1637 de 4 dígitos como opción para mostrar la puntuación del pinball. Su facilidad de control y visualización estable lo hace adecuado para proyectos de indicadores numéricos. Sin embargo, es poco probable que se utilice igual que los módulos MAX7219, principalmente porque estos módulos son muy pequeños y no permiten una visualización amplia ni llamativa. Por eso, se aplicará otra solución más adecuada para mostrar los puntos de manera clara y visible en el diseño final del pinball.

# Análisis Display 4 dígitos



## PINES

CLK: Pin de señal de reloj.

DIO: Pin de datos bidireccional (entrada/salida).

VCC: Pin de alimentación (3,3-5 V).

GND: Pin de tierra (ground).

## EXPLICACIÓN LÓGICA DEL USO DE PINES

El módulo TM1637 recibe comandos y datos desde el microcontrolador a través de DIO y CLK usando un protocolo serie sencillo.

DIO envía y recibe información, mientras CLK sincroniza cada bit. Cuando el microcontrolador envía un registro de datos, el módulo actualiza automáticamente los LEDs correspondientes, sin necesidad de multiplexado externo.

## ESQUEMA DE CONEXIÓN BÁSICA

VCC → 5 V

GND → GND

DIO → GPIO 24 (entrada/salida de datos)

CLK → GPIO 23 (reloj)

# Circuito prueba Display 4 dígitos

## MATERIALES NECESARIOS

- Módulo TM1637 de 4 dígitos
- Raspberry Pi (o microcontrolador compatible)
- Cables Dupont macho-hembra

## ESQUEMA FÍSICO DE CONEXIONES

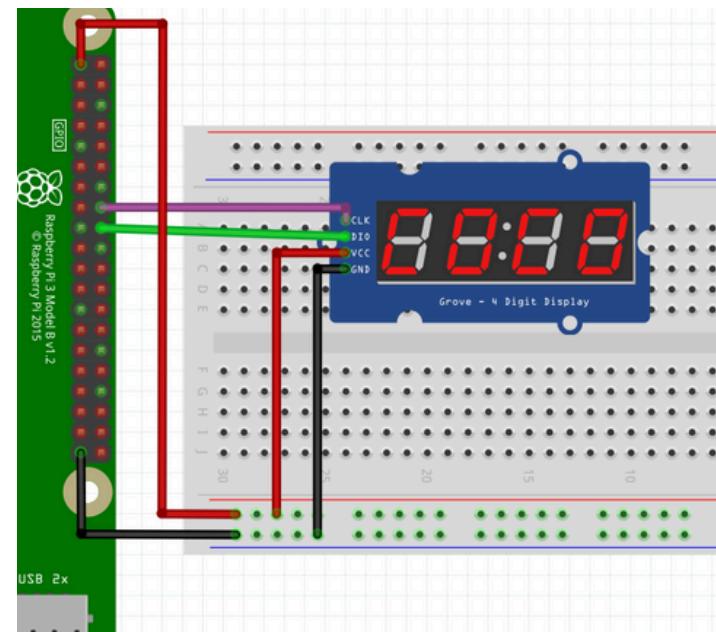
Módulo TM1637 (4 dígitos)

VCC → 5 V

GND → GND

DIO → GPIO24 (entrada/salida de datos)

CLK → GPIO23 (reloj)



## Descripción del funcionamiento del circuito

El microcontrolador envía datos al módulo TM1637 mediante los pines DIO y CLK. El módulo interpreta los registros enviados y actualiza automáticamente los LEDs del display, mostrando números o caracteres según la rutina programada.

### Lógica de operación

- El microcontrolador envía un número o patrón mediante el protocolo serie de 2 hilos.
- El módulo TM1637 gestiona internamente el multiplexado y el brillo de los LEDs.
- Los LEDs se actualizan de forma inmediata y estable según los datos recibidos.

## Objetivo de la prueba

Validar que el módulo TM1637 responde correctamente a los datos enviados por el microcontrolador, mostrando los dígitos esperados en el display y confirmando la correcta comunicación y funcionamiento del sistema.

# SENSOR PIEZO ELÉCTRICO

Un sensor piezoeléctrico es un transductor que convierte vibraciones, golpes o flexiones en una señal eléctrica. Su material cerámico genera voltaje al deformarse, lo que permite detectar cambios físicos de manera rápida y sensible. Esta respuesta inmediata lo hace ideal para captar impactos, movimientos o cualquier tipo de vibración sin necesidad de alimentación activa. Además, también puede funcionar como actuador: si recibe una señal eléctrica, vibra y produce sonido. Es un componente versátil, simple de usar y muy útil en alarmas, sensores de impacto o sistemas que necesiten registrar actividad mecánica.



Especificaciones del componente usado:

- Frecuencia de resonancia: ~6.8 kHz
- Impedancia en resonancia: baja (máx. 300 Ω)
- Capacitancia: ~15 nF
- Rango de temperatura de almacenamiento: -30 °C a +70 °C
- Material de la placa: latón
- Diámetro exterior: 20 mm
- Diámetro interior: 14 mm
- Grosor total: ~0.15 mm
- Electrodo plateado en la superficie

## APLICACIÓN EN EL PROYECTO:

El sensor piezoeléctrico se ha utilizado para detectar vibraciones generadas en diferentes partes del pinball, como los slingshots. Su sensibilidad y rapidez de respuesta lo convierten en una opción válida para capturar impactos sin necesidad de mecanismos adicionales. Aunque su señal puede variar según cómo se monte o dónde se coloque, en este proyecto está ofreciendo un rendimiento adecuado para detectar golpes específicos. Por ahora cumple bien su función, y se seguirá evaluando su comportamiento a medida que avance el diseño del pinball.

# RESOLUCIÓN MECÁNICA/ELÉCTRICA DE LOS ELEMENTOS

**Dianas o objetivos** → Elementos repartidos por el tablero echos para golpear y que se caigan



## Aplicación con sensor:

- Tilt Ball Switch → Al tirar la diana la bola interna se mueve y da señal.
- MicroSwitch → Al ser golpeadas el interruptor envía una señal.

**Spinners** → Discos que giran al paso de la bola.



## Aplicación con sensor:

- Rotary Encoder → Detecta rotación y dirección de giro
- Sensor óptico de interrupción o imán + sensor Hall.

**Rollover switches** → Pequeñas palancas o sensores en el suelo del tablero que se accionan al pasar la bola.



## Aplicación con sensor:

- Microswitch o sensor IR → Bajo la pista interruptores o sensores de infrarrojos para detectar el paso de la pelota.

**Slingshots**→ Gomas laterales que lanzan la bola al tocarlas



**Aplicación con sensor:**

- Sensor piezo y un solenoide de golpeo.
- PD: sensor no tan necesario, puede ser simplemente mecánico

**Popper / VUK (Vertical Up Kicker)**→ Lanza la bola hacia arriba a otra sección del playfield



**Aplicación con sensor:**

- Sensor piezo y un solenoide de golpeo.

# PLANTEAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

## Dimensiones generales

805 mm x 455 mm x

- | Inclinación del tablero |
- | Estándar 6° - 7,5° (6° partidas más lentas o para bolas más pesadas, 7-7.5°, partidas más rápidas) |
- | Inclinación escogida: 7° |

## Piezas principales

### Marco

800 mm x 450 mm x 27 mm

Materiales: Listones de madera

La estructura consta de un marco principal de madera, hecha de escuadras de madera. 240x27x27x5 mm

## **Sistema de puntos - Lógica básica**

### **Puntos x lugares**

- Pasar por un lugar delimitado
- Rampa (llegar al final de la rampa)
- Caer en un agujero +- puntos
- Spinner, suma puntos al girar
- Botones de plataforma que dan puntos.

### **Se muestra**

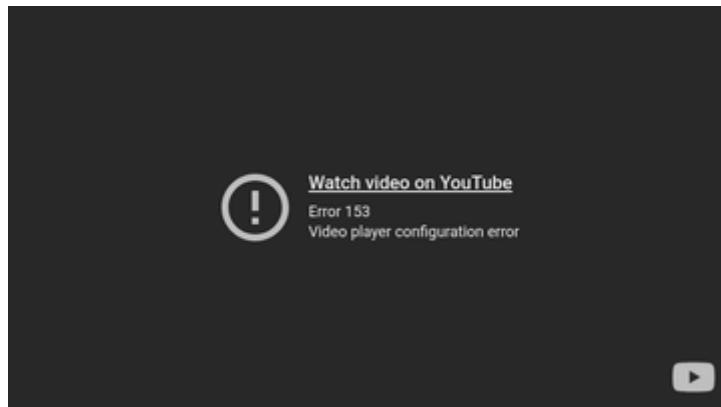
- Siempre: La evolución del score
- Final: Score final después de 3 bolas
- Objetivo: Al llegar a un objetivo de puntos se puede soltar una bola extra.
- Récords-High score: Almacenar el mejor puntaje

### **Visual**

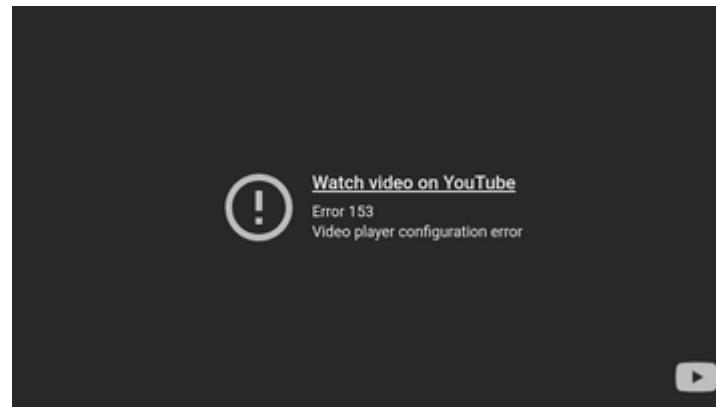
4 dígitos

Final: Parpadeo de los dígitos

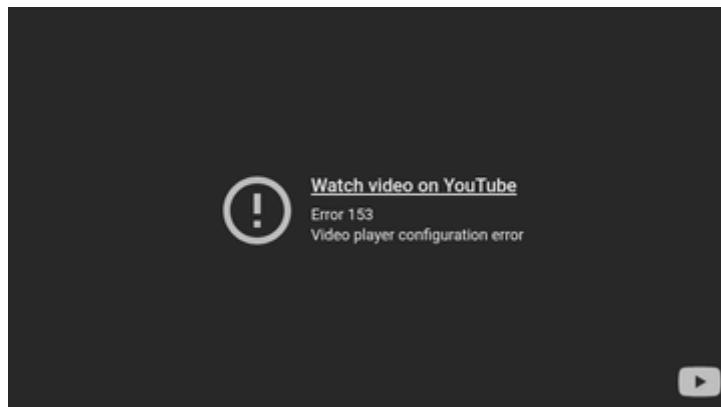
## Proyectos de referencia



Técnicamente completo, ideas buenas.



Tablero algo simple pero con buenas  
ocurrencias y mecanismos



Muy buena técnica. Resaltar la  
experiencia audiovisual y la jugabilidad.

You've been blocked by network security.

# Análisis de pinballs

[LINK](#)



## Estructura general del tablero

### Parte inferior:

Dos flippers principales.

Inlanes y outlanes a cada lado (entrada y pérdida de bola).

Carril central de drenaje.

### Zona media:

Dos rampas grandes (izquierda y derecha) conectadas por wireforms metálicos que devuelven la bola a los flippers.

Varios objetivos verticales (targets) en los laterales.

Un "lock hole" o agujero para activar modos y multibola.

### Parte superior:

Zona de bumpers (rebotes rápidos).

Dos loops u orbits laterales por donde la bola puede circular de un lado al otro.

Un "toy" o figura central (villano) que sirve de blanco principal.

### Flujo de juego:

Se lanza la bola desde el lateral derecho hacia arriba.

La bola recorre loops, rampas o bumpers y baja hacia los flippers.

Rondas especiales y multibola se activan al acertar en ciertos objetivos.

# Análisis de pinballs

[LINK](#)



## Distribución clave

### 1. Parte inferior (zona de flippers):

- Aquí están los flippers (cuatro en total según la ficha) y los outlanes/inlanes que recogen o pierden bola.
- Zona de retorno de bola, debe quedar libre para que la bola baje desde las rampas o loop hacia los flippers.

### 2. Zona media:

- Tres rampas principales ("three colorful ramps") que dominan la zona media-superior del tablero.
- Varios targets y bumpers que sirven de obstáculos y puntos de interacción en esa zona.

### 3. Zona superior:

- Elementos de toy o figura (en este caso se menciona "a solenoid-actuated troll doll in a dunk tank") que actúan de componente temático importante. [kineticist.com](http://kineticist.com)
- Área de circulación que conecta los disparos desde rampas con el retorno hacia la zona de los flippers.

### 4. Flujo general de bola:

- Se lanza la bola desde el lanzador → entra en el playfield medio/alto → puede subir por rampas o pasar por loop → luego desciende hacia los flippers.
- Si el jugador falla el control, la bola se va por los outlanes laterales en la zona inferior.

# Análisis de pinballs

[LINK](#)



## Puntos clave de la distribución

### 1. Zona inferior (flippers y drenaje)

- Dos flippers principales al fondo de la mesa.
- Toma de bola, inlanes/outlanes convencionales.
- Un post (o centro) entre los flippers evita tiros directos al centro.

### 2. Zona media

- Un "saucer" o zona de captura a la izquierda antes de una rampa principal.
- Drop-targets y stand-up targets en los laterales que cumplen funciones de modo.
- Captive-ball area en la parte superior media-alta.

### 3. Zona superior

- Rampas / loops: una rampa izquierda que devuelve al flipper izquierdo; una rampa/derecha con diverter que puede llevar al loop u otros tiros.
- Toy-principal grande: un arca que contiene bolas, y otros elementos temáticos de las películas (Sankara Stone, Holy Grail, Crystal Skull) según el diseño temático.
- Rolls-over o loops alrededor de la parte alta para generar flujo de bola.

### 4. Flujo de bola típico

- Bola se lanza → entra a los rollovers/rampa superior → puede subir por rampa o loop → baja por rampa/loop hacia flippers.
- Si falla control, puede ir a out-lanes laterales o hacia pérdidas.
- Múltiples modos se activan al golpear determinados blancos y usar las rampas.