



Videojuego portátil inspirado en consolas retro

Especificación de requisitos de hardware (ERH)

Autor:
Lic. Jezabel Danon (jezabel.danon@gmail.com)

10/07/2025
VERSIÓN A

Índice

1. Introducción	2
1.1. Propósito	2
1.2. Alcance	2
1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas	2
1.4. Referencias	2
2. Visión general del sistema	2
2.1. Descripción general	2
3. Requisitos funcionales de hardware	3
4. Requisitos no funcionales de hardware	4
4.1. Alimentación	4
4.2. Procesamiento	4
4.3. Entradas	4
4.4. Salidas	4
4.5. Persistencia	4
5. Lista preliminar de materiales (BOM)	4
6. Verificación y validación	5
6.1. Objetivo	5
6.2. Enfoque general	5
6.3. Matriz de V&V	5
6.4. Trazabilidad	6
6.5. Criterio de aceptación global	6

1. Introducción

1.1. Propósito

1. El propósito de este documento es detallar los requisitos de hardware necesarios para el desarrollo del dispositivo *Videojuego portátil inspirado en consolas retro*.
2. Sirve como referencia para los equipos de ingeniería electrónica, integración, verificación y compras.

1.2. Alcance

1. El documento cubre todos los bloques electrónicos del prototipo: fuente de alimentación, unidad de procesamiento (MCU STM32), módulos de entrada/salida, audio, vibración y pantalla.
2. Quedan fuera de alcance los aspectos de diseño y montaje de PCB, así como el diseño mecánico de la carcasa u otros componentes externos.

1.3. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

MCU	Microcontroller Unit
RTOS	Real-Time Operating System
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
TFT	Thin-Film Transistor display
BOM	Bill of Materials

1.4. Referencias

1. IEEE 1233-1998 - Guide for Developing System Requirements Specifications.
2. Especificación de requisitos de software: RETRO_GAME-RS-vA.
3. <https://drive.google.com/file/d/1C3vEYR8wME6EzIzVVC-gT2u86dwnoZA-/view?usp=sharing> Plan de proyecto del trabajo práctico final para la *Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos* (RETRO_GAME-PP-v5).
4. Especificaciones de requisitos de hardware: RETRO_GAME-RH-vA.

2. Visión general del sistema

2.1. Descripción general

El hardware se organiza en cinco grupos:

1. **Unidad de procesamiento** - placa STM32 NUCLEO-F446RE.
2. **Alimentación** - módulo conversor $9\text{ V} \rightarrow 5\text{ V} / 3.3\text{ V}$ + batería.
3. **Interfaces de entrada**
 - joystick analógico KY-023,
 - botones tact switch,
 - acelerómetro del MPU-6500.

4. Interfaces de salida

- pantalla TFT ST7735R,
- parlante 8 Ω 1 W (con amplificador LM386),
- motor de vibración con controlador DRV2605L.

5. Memoria externa - EEPROM SPI 25LC256.

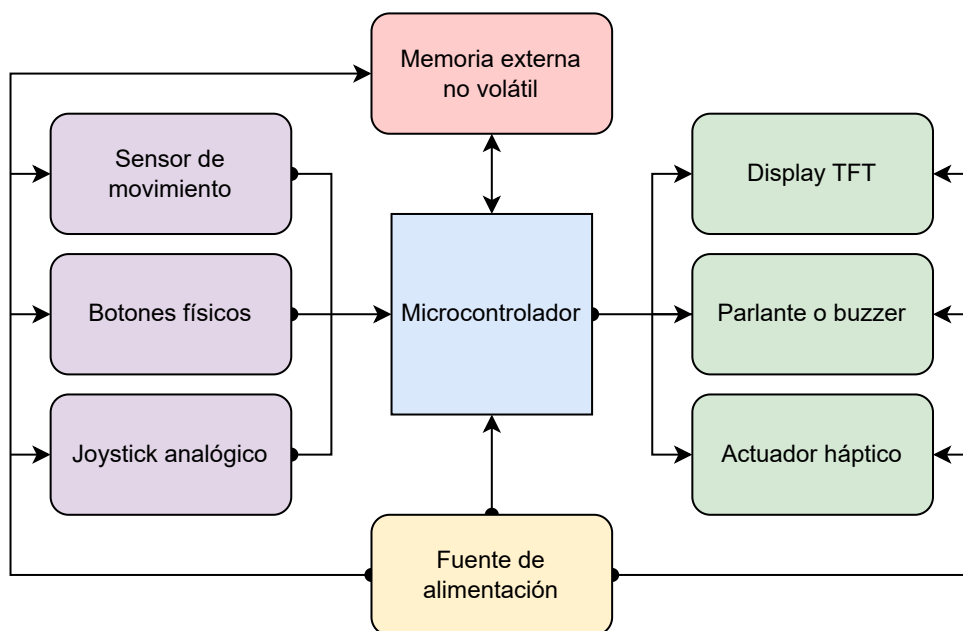


Figura 1: Diagrama de bloques de alto nivel.

3. Requisitos funcionales de hardware

RETRO_GAME-RH-REQ0001: El hardware será montado sobre protoboard sin necesidad de soldadura permanente. Todos los módulos seleccionados deben poseer encapsulado tipo DIP o header estándar compatible.

RETRO_GAME-RH-REQ0002: El sistema deberá alimentarse mediante una fuente de corriente continua.

RETRO_GAME-RH-REQ0003: El sistema deberá incorporar un sensor de inclinación de al menos dos ejes.

RETRO_GAME-RH-REQ0004: Se deberá contar con un joystick analógico de dos ejes.

RETRO_GAME-RH-REQ0005: Se deberán proveer al menos cuatro botones tipo tact-switch, conectados a entradas digitales del microcontrolador.

RETRO_GAME-RH-REQ0006: El sistema deberá incluir una pantalla que permita representar texto e imágenes.

RETRO_GAME-RH-REQ0007: El sistema deberá ser capaz de generar salidas sonoras para retroalimentación.

RETRO_GAME-RH-REQ0008: El sistema deberá incluir un motor de vibración para retroalimentación háptica.

RETRO_GAME-RH-REQ0009: El sistema deberá permitir guardar y restaurar partidas mediante una memoria no volátil.

4. Requisitos no funcionales de hardware

4.1. Alimentación

RETRO_GAME-RH-REQ0010: Se requiere una tensión estabilizada de $3.3V \pm 5\%$ y $5V \pm 5\%$.

RETRO_GAME-RH-REQ0011: Corriente pico disponible: 800mA.

4.2. Procesamiento

RETRO_GAME-RH-REQ0012: MCU Cortex-M4 a 180 MHz, 512 kB Flash, 128 kB SRAM.

4.3. Entradas

RETRO_GAME-RH-REQ0013: Joystick analógico KY-023 → MCU ADC (2 canales, 12 bit).

RETRO_GAME-RH-REQ0014: Cuatro botones tipo tact switch conectados a GPIO con resistencias pull-up externas; debounce por software.

RETRO_GAME-RH-REQ0015: Sensor MPU-6500 (I^2C @ 400kHz, genera interrupción "data ready" a 100Hz).

4.4. Salidas

RETRO_GAME-RH-REQ0016: Pantalla TFT 1.8 inch ST7735R; interfaz SPI a 24MHz; DMA para transferir 128 x 160 x 16 bits por cuadro.

RETRO_GAME-RH-REQ0017: Audio: parlante $8\ \Omega$ 1 W amplificado por LM386; señal PWM entre 20 kHz a 50 kHz.

RETRO_GAME-RH-REQ0018: Vibración: motor ERM 3V; excitado por DRV2605L (I^2C , patrones integrados).

4.5. Persistencia

RETRO_GAME-RH-REQ0019: Memoria SPI 25LC256 (256kb).

5. Lista preliminar de materiales (BOM)

Ítem	Componente	Descripción	Cant.	Notas
1	STM32 NUCLEO-F446RE	Placa de desarrollo MCU Cortex-M4 @180 MHz	1	Unidad de procesamiento
2	ST7735R TFT 1.8"	Pantalla TFT 128x160 px SPI	1	Con back-light LED
3	25LC256	EEPROM SPI 256kb	1	SOIC-8
4	DRV2605L	Controlador háptico I^2C	1	

5	Motor ERM 3V	Vibrador cilíndrico 44,000 rpm	1	Montaje con cinta
6	Speaker 8 Ω 1 W	Parlante dinámico \varnothing 28mm	1	
7	LM386	Amplificador audio 0.7W	1	SO-8
8	GY-521 (MPU-6500)	Módulo acelerómetro/giroscopio	1	I ² C, 3.3 V
9	Módulo DC-DC 9 V \rightarrow 5/3.3 V	Regulador step-down dual-rail	1	Salida 1.2A máx.
10	Joystick analógico KY-023	Potenciómetro bi-eje + botón	1	
11	Tact switch (botón)	Pulsador THT 4mm	4	
12	Protoboard (400 pts)	Panel prototipado	1	
13	Cables jumper M-F / M-M	Conductores dupont 20cm	30	Conexión del prototipo

6. Verificación y validación

6.1. Objetivo

Confirmar que cada requisito de hardware (RH-1.1 a RH-1.9) se cumple en el prototipo y que, en conjunto, el sistema satisface la función de juego portátil sin fallos perceptibles para el usuario final.

6.2. Enfoque general

- Verificación** = “¿lo construí bien?” Se aplican inspección visual, lectura de hoja de datos y pruebas funcionales de laboratorio.
- Validación** = “¿con esto cumplo la necesidad?” Se realizan ensayos de uso real (sesión de juego, demo), demostraciones en video y pruebas de estrés.
- Cada ensayo se documentará con: fecha, responsable, equipo de medida, pasos, resultados y evidencia (fotos / capturas UART).

6.3. Matriz de V&V

Req. ID	Método de verificación	Criterio de aceptación	Método de validación
REQ0001 (Montaje)	Comparar el cableado real con el esquema; revisar soldaduras o posición en protoboard.	No hay conexiones faltantes ni invertidas.	Inspección cruzada del esquema y fotografías macro del prototipo.
REQ0002 (Alimentación a batería)	Prueba de encendido con todos los periféricos y registro de tensión durante el arranque.	El sistema arranca sin reinicios; V_{out} 3.3 V \pm 5 %.	Sesión de juego continua de 45 min con batería de 9 V; sin cortes ni reinicios.
REQ0003 (Acelerómetro)	Leer ejes X/Y por UART con código de prueba; comprobar hoja de datos (al menos 2 ejes).	Lecturas varían suavemente al inclinar el dispositivo \pm 90°.	Mover el prototipo en varios ángulos y observar que los valores reportados son coherentes y estables.

REQ0004 (Joystick analógico)	Enviar por UART los valores de ambos potenciómetros al desplazar la palanca.	Cada eje entrega un rango continuo 0-4095 (ADC 12 bit).	El usuario mueve la palanca y verifica, en pantalla o terminal, respuesta proporcional sin zonas muertas.
REQ0005 (Botones)	Programa de test que detecte flancos y muestre su estado.	Todos los botones generan evento “presión” y “liberación” <20 ms.	Prueba interactiva: pulsar cada botón; la acción asignada se ejecuta sin retardos ni rebotes perceptibles.
REQ0006 (Pantalla TFT)	Secuencia de inicialización + demo de texto, líneas y sprites.	La pantalla responde a comandos, sin parpadeos ni líneas muertas.	Inspección visual: gráficos se ven correctamente durante una escena del demo de juego.
REQ0007 (Audio)	Señal PWM de prueba → LM386 → parlante	Nivel audible sin distorsión excesiva.	Reproducir efecto “jingle”; usuarios confirman claridad y volumen adecuados.
REQ0008 (Vibración ERM)	Activar 2 patrones del DRV2605L y comprobar corriente.	El motor arranca en <100 ms y genera patrón de vibración.	Usuario percibe la vibración.
REQ0009 (EEPROM)	Escribir y leer un bloque de prueba; ciclar 10 veces.	Los datos leídos coinciden byte-a-byte con lo escrito; sin errores CRC.	Guardar datos de partida dummy, cortar alimentación al menos 1 h, volver a cargar - la partida se recupera idéntica.

6.4. Trazabilidad

Cada requisito REQ000x se vincula al resultado de su prueba:

- TEST_BAT01 → REQ0002
- TEST_JOY01 → REQ0004
- TEST_EEP01 → REQ0009

Los reportes se almacenan en `docs/TEST_REPORTS/fecha` con evidencia fotográfica y logs UART.

6.5. Criterio de aceptación global

El hardware se considera “listo para integración con firmware” cuando:

1. El 100 % de los casos de prueba arriba listados pasan sin incidencias.
2. La validación de juego completo (sesión >45 min, batería) transcurre sin reinicios ni fallos de periféricos.