

Carrera Digital – Desafío de Conocimiento Técnico Digital

Pose, M., Nicoletti, A., Pais, T., Altuna, I., Villalba, M., Díaz, A., Valotto, F., Peretta, A., García, N.
Docentes: Cebedio, De Micco, Rabioglio. Depto. de Electrónica y Computación, Facultad de
Ingeniería - UNMDP. Mar del Plata, Argentina. 2025

RESUMEN

Carrera Digital es un juego interactivo de preguntas técnicas entre dos participantes y un juez, inspirado en "Carrera de Mente" y adaptado a sistemas digitales. Incluye módulos para detectar al jugador más rápido, seleccionar temáticas y niveles, y emitir señales según la respuesta. El sistema fue diseñado, simulado, probado en protoboard, implementado en PCB y cuenta con una carcasa diseñada en 3D.

INTRODUCCIÓN

Carrera Digital es un sistema interactivo desarrollado como proyecto integrador de la asignatura Técnicas y Dispositivos Digitales 1, de 3er año de la carrera de Ing. Electrónica de FIUNMDP. Propone una competencia técnica entre dos jugadores, simulando un entorno lúdico donde se repasan y aplican conceptos básicos de electrónica digital. Este trabajo representa el primer acercamiento de los estudiantes al diseño de circuitos combinacionales y secuenciales con componentes discretos, sin recurrir a microcontroladores.

Los primeros juegos electrónicos, anteriores a la popularización de los microprocesadores, se construían completamente con circuitos digitales discretos. Ejemplos emblemáticos como *Arcade* [1] que empleaban puertas lógicas, flip-flops y contadores para implementar reglas de juego, generar aleatoriedad y detectar secuencias, sin necesidad de software, representan los inicios de los videojuegos [2]. Estas implementaciones clásicas demostraron la versatilidad de la lógica digital para diseñar sistemas interactivos simples y robustos. Inspirándose en esta tradición, la presente propuesta desarrolla un sistema interactivo basado en lógica digital combinatorial y secuencial distribuida en módulos independientes, sin uso de microcontroladores. La dinámica del juego, inspirada en *Carrera de Mente*, combina velocidad de respuesta, selección aleatoria de categorías técnicas y niveles de dificultad, junto con indicadores visuales y sonoros para mejorar la experiencia del usuario.

El proyecto se organizó en subgrupos responsables del diseño y desarrollo de módulos específicos, con el objetivo de lograr una integración funcional y coherente del sistema completo, fomentando el aprendizaje práctico y colaborativo de los conceptos básicos de electrónica digital.

OBJETIVO GENERAL: Diseñar e implementar un sistema digital interactivo, modular y completamente funcional, utilizando únicamente componentes discretos y aplicando los conceptos básicos de la electrónica digital.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: detección del jugador más veloz; selección pseudoaleatoria de temática y dificultad; eliminación de rebotes en entradas; generación de salidas diferenciadas (respuesta correcta/incorrecta); integración y verificación de módulos; implementación sobre PCB; diseño y armado de estructura 3D.

METODOLOGÍA

El sistema se diseñó de forma modular, se organizaron subgrupos encargados del desarrollo de cada módulo específico. Se inició con la simulación digital de cada módulo, seguida de su implementación en protoboard para pruebas físicas. Luego se diseñaron PCBs para mejorar la robustez e integración. Finalmente, se ensamblaron todos los módulos y se diseñó una carcasa 3D para el prototipo completo. Se realizaron pruebas finales para verificar el correcto funcionamiento y la interacción entre módulos.

DESARROLLO

La Fig. 1 muestra los distintos módulos funcionales; cada subgrupo de trabajo se encargó del diseño lógico, simulación, y coordinación de señales de entrada y salida de estos módulos. Para asegurar el correcto funcionamiento se establecieron convenciones para tipos de señal, niveles lógicos, parámetros de corriente, tecnología utilizada (CMOS) y tiempos de respuesta.

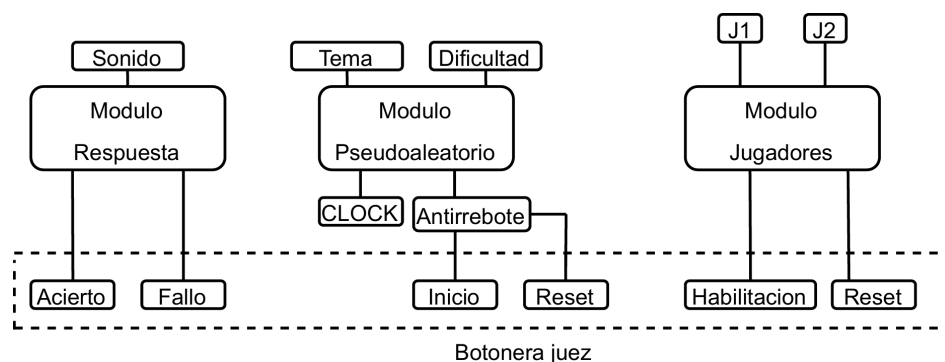


Fig. 1. Diagrama en bloques de los distintos módulos

A continuación se describen los módulos, agrupados según su funcionalidad:

■ MÓDULO JUGADOR.

Detección del jugador más rápido ⇒ Este módulo identifica cuál de los dos jugadores presiona su pulsador en primer lugar. Para asegurar un funcionamiento confiable, se implementó un circuito de control de rebote utilizando flip-flops y lógica combinacional. Además, se incorporó un mecanismo de retención del resultado, que impide que una nueva pulsación sobrescriba la primera hasta que el sistema sea reiniciado manualmente. La salida del sistema activa un LED bicolor, que indica visualmente el jugador que ganó la ronda: color verde para el Jugador 1 y color rojo para el Jugador 2.

■ MÓDULOS JUEZ

Selección pseudoaleatoria de temática y nivel de dificultad ⇒ Utilizando generadores de números pseudoaleatorios (PRNG, por sus siglas en inglés) combinados con lógica combinacional, se diseñaron dos módulos destinados a la selección aleatoria de temática y dificultad. El primer módulo permite seleccionar una temática entre siete opciones posibles (álgebra de Boole, temporizadores, códigos, interfaces, etc.). El resultado se visualiza mediante la activación de LEDs, y la activación del proceso está controlada por un pulso del juez, previamente acondicionado. Para el segundo módulo, se utilizó una lógica pseudoaleatoria similar, adaptada a tres salidas posibles correspondientes a los niveles de dificultad: bajo, medio y alto. La dificultad se indica mediante un LED RGB.

Acondicionamiento de señales del juez ⇒ Para evitar que los posibles rebotes generados por el pulsador mecánico de inicio o múltiples pulsos de entrada puedan alterar el funcionamiento de los módulos pseudoaleatorios se diseñó un sistema antirrebote mediante flip-flops. Este circuito también registra la primera activación del juego, reteniéndola hasta el reinicio del mismo al comienzo de una nueva ronda. Adicionalmente, se implementó un circuito que genera una señal de reloj común para ambos módulos PRNG. Esta señal es independiente del pulsador de inicio y se genera desde el momento en que el sistema es energizado, de esta forma, se asegura un cierto nivel de aleatoriedad en el resultado final de la selección de tema y dificultad.

Módulo de respuesta correcta/incorrecta – Activación de buzzer ⇒ Este módulo se activa mediante una señal del juez, que indica si la respuesta brindada por el jugador fue correcta o incorrecta. En función de esta entrada, el sistema genera una señal distinta para accionar cada buzzer correspondiente, empleando osciladores simples habilitados por monoestables. Cada caso activa una melodía o tono diferente.

■ INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

Una vez completados los módulos individuales, se realizó la integración sobre placas de protoboard y fue verificada mediante pruebas funcionales combinadas. Se evaluó la compatibilidad entre señales, sincronización entre módulos y comportamiento general.

■ IMPLEMENTACIÓN FINAL

A partir de las pruebas realizadas, se implementó el juego sobre una PCB. Debido a limitaciones físicas del CNC utilizado, se diseñaron y fabricaron placas independientes para cada uno de los módulos. Para el diseño esquemático y el ruteo de las PCBs se empleó el software **KiCad** [3], mientras que **FlatCAM** [4] se utilizó para la generación de archivos compatibles con una CNC de bajo costo. El montaje físico del sistema se realizó sobre una estructura tridimensional diseñada para facilitar su presentación y uso. El diseño 3D se realizó en **Autodesk Fusion** [5], y se utilizó el software **Ultimaker Cura** [6] para la preparación e impresión de las piezas en una impresora 3D doméstica tipo FDM. En la Fig. 2 se muestran capturas de los resultados de cada etapa del proceso, desde la simulación hasta el diseño de la parte exterior.

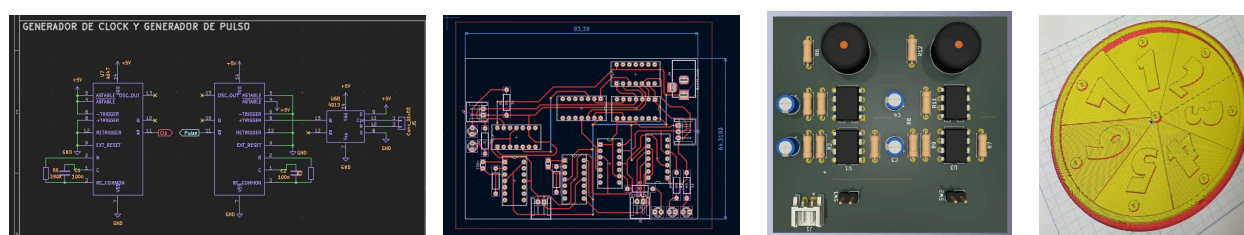


Fig. 2. a) Simulación b) Diseño de PCB c) Esquemático 3D sobre PCB d) Ejemplo diseño 3D vista exterior.

RESULTADOS

El sistema final cumplió con todos los requerimientos funcionales. Se logró una detección precisa del primer jugador en pulsar, una generación pseudoaleatoria confiable de temática y dificultad, y una activación diferenciada del buzzer según el tipo de respuesta. Los indicadores visuales fueron claros y las entradas se mantuvieron estables, sin rebotes ni errores lógicos. Además, se diseñaron en Canva [7] tarjetas temáticas para complementar el juego.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La implementación del juego permitió aplicar de forma concreta conceptos de lógica digital. La organización en subgrupos y la posterior integración replicaron dinámicas colaborativas propias del ámbito profesional, demandando una correcta definición de interfaces, tiempos y protocolos de prueba. El sistema es completamente funcional y no requiere microcontroladores, lo que refuerza el aprendizaje de fundamentos de electrónica digital. Como valor agregado, se integraron distintas herramientas de diseño para visualizar el producto final como un todo. Entre posibles mejoras se destacan: la reducción del tamaño y cantidad de placas, la incorporación de un contador de puntos y un temporizador para limitar el tiempo de respuesta.

REFERENCIAS

- [1] "Arcade video game," *Wikipedia*, 2025. https://en.wikipedia.org/wiki/Arcade_video_game
- [2] R. Baer, *Videogames: In the Beginning*. New York, NY, USA: Rolenta Press, 2005.
- [3] KiCad EDA. Available: <https://www.kicad.org/>
- [4] FlatCAM: PCB CAM software. Available: <http://flatcam.org/>
- [5] Autodesk Inc., *Autodesk Fusion*. <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>
- [6] Ultimaker Cura. [Online]. Available: <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>
- [7] Canva Pty Ltd, *Canva*, plataforma de diseño gráfico en línea. <https://www.canva.com>